

マレーシア国  
エネルギー・環境技術・水省 (KeTTHA)

マレーシア国  
大都市圏上下水道 PPP 事業  
準備調査 (PPPインフラ事業)

報 告 書

平成 24 年 6 月  
(2012 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

住友商事株式会社  
東京水道サービス株式会社  
東京都下水道サービス株式会社  
株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

民連

CR (6)

12-023



出典：観光省発行の Map of Malaysia を使って調査団作成

### 調査対象地域位置図

# 目 次

調査対象地域位置図

目次

表目次

図目次

要約

## 第 I 部 総論

1	「マ」国の社会経済状況 .....	I-1
2	上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題.....	I-4
2.1	上下水道事業法（WSIA2006）施行以前の上下水道事業.....	I-4
2.2	上下水道事業法（WSIA2006）施行以降の上下水道事業.....	I-5
2.3	上下水道事業にかかわる機関.....	I-7
2.4	上下水道セクターの状況と課題.....	I-11
3	上下水道セクターに関する「マ」国政府の基本方針と政策事項.....	I-20
3.1	マレーシア五箇年計画における上下水道整備計画の位置づけと展望 .....	I-20
3.2	中期整備目標（浄水・下水処理達成目標、地域目標等） .....	I-23
3.3	上下水道整備に関する基本方針画.....	I-24
3.4	他国からの借款援助及び PPP 手法によって推進する上下水道整備方針、 それぞれについての政府方針.....	I-26
3.5	上下水道オペレーターの OPEX に対する基本方針 .....	I-26
3.6	KeTTHA が策定している具体的計画、施策等 .....	I-27
4	「マ」国の PPP 関連法制度の状況 .....	I-29

## 第 II 部 水道

1	パハン州水道事業 .....	II-1
1.1	沿 革 .....	II-1
1.2	組 織 .....	II-1
1.3	財務状況 .....	II-5
1.4	給水サービス状況.....	II-13
1.5	コールセンター.....	II-21
1.6	管理面での改善提案.....	II-22
2	タメロー郡水道事業 .....	II-27

2.1	自然条件 .....	II-27
2.2	社会経済条件 .....	II-30
2.3	上水道施設 .....	II-32
2.4	水質管理の現況.....	II-46
2.5	無収水 .....	II-49
2.6	技術面での改善提案.....	II-55
<b>3</b>	<b>無収水削減計画 .....</b>	<b>II-65</b>
3.1	基本計画 .....	II-65
3.2	基本設計 .....	II-67
3.3	実施計画 .....	II-70
3.4	事業の実行可能性.....	II-75
3.5	環境社会配慮 .....	II-82

### 第 III 部 下水道

<b>1</b>	<b>調査対象地域の概要 .....</b>	<b>III-1</b>
1.1	自然的条件 .....	III-1
1.2	社会的条件 .....	III-2
<b>2</b>	<b>調査対象区域における下水道整備及び維持管理の状況.....</b>	<b>III-4</b>
2.1	調査対象区域における下水道整備の状況.....	III-4
2.2	既存下水道施設の維持管理の状況.....	III-5
2.2.1	下水道システム.....	III-5
2.2.2	管路施設.....	III-6
2.2.3	下水処理施設.....	III-7
2.2.4	汚泥処理施設.....	III-8
2.2.5	維持管理体制.....	III-9
2.2.6	既存下水処理場の状況.....	III-10
2.3	下水道施設維持管理会社 IWK の概要.....	III-14
2.3.1	IWK の組織.....	III-14
2.3.2	IWK の財務状況.....	III-15
2.3.3	下水道料金及び料金請求と徴収.....	III-17
2.3.4	Selangor 州における IWK の実績.....	III-19
<b>3</b>	<b>既往の関連調査レポート .....</b>	<b>III-24</b>
3.1	ランガット川上流域下水道整備計画.....	III-24
3.2	Kajang 2 統合下水処理場建設計画 .....	III-25
<b>4</b>	<b>水質環境の状況 .....</b>	<b>III-27</b>

4.1	ランガット川における水利用の状況.....	III-27
4.2	ランガット川の流下方向における水質変化.....	III-28
4.3	ランガット川の 1L15 地点における水質変化.....	III-30
<b>5</b>	<b>下水道計画</b> .....	<b>III-32</b>
5.1	下水道計画対象区域.....	III-32
5.2	計画人口.....	III-32
5.3	計画 PE.....	III-35
5.4	計画下水量.....	III-37
5.5	下水道計画設計基準.....	III-38
5.6	管渠計画.....	III-41
5.7	下水処理場計画.....	III-47
<b>6</b>	<b>建設費と維持管理(O&amp;M)費</b> .....	<b>III-70</b>
6.1	事業概要.....	III-70
6.2	建設計画.....	III-70
6.2.1	下水処理場.....	III-70
6.2.2	幹線施設.....	III-70
6.2.3	枝線施設徴収.....	III-71
6.2.4	個別腐敗槽 (IST) 接続.....	III-71
6.3	建設費.....	III-71
6.3.1	土木工事.....	III-71
6.3.2	幹線管渠及び枝線管渠.....	III-72
6.3.3	機械設備及び電気設備工事.....	III-72
6.3.4	建築工事.....	III-72
6.4	建設工程.....	III-73
6.5	維持管理 (O&M) 費.....	III-75
<b>7</b>	<b>「全国下水処理事業フェーズⅡ」との関係性</b> .....	<b>III-76</b>
<b>8</b>	<b>案件ストラクチャー</b> .....	<b>III-77</b>
8.1	PPP フレームワークの提案.....	III-77
8.1.1	水事業の改革-2006 年 WSIA 施行後.....	III-77
8.2	投資ストラクチャー.....	III-78
8.3	ファイナンスストラクチャー.....	III-79
8.4	契約ストラクチャー.....	III-79
<b>9</b>	<b>ファイナンスプラン</b> .....	<b>III-81</b>
9.1	ファイナンスプランの提案.....	III-81
9.1.1	MOF とのリース契約により保全される SPC がイスラム債を発行する スキーム.....	III-81
9.1.2	設備投資に対する年間リース料.....	III-81
9.1.3	年間のオペレーション費用.....	III-82

9.2	海外からのファイナンスプログラム	III-82
<b>10</b>	<b>金融・経済分析</b>	<b>III-84</b>
10.1	概要	III-84
10.2	財務及び経済分析における主要想定条件	III-84
10.2.1	ストラクチャー	III-84
10.2.2	設備投資	III-84
10.2.3	オペレーションコスト	III-85
10.2.4	ファイナンス	III-85
10.2.5	収入	III-86
10.2.6	経済便益	III-86
10.3	財務・経済分析による評価	III-87
10.4	事業採算性分析	III-88
<b>11</b>	<b>運用・効果指標</b>	<b>III-92</b>
11.1	運用指標	III-92
11.2	効果指標	III-92

## 第 IV 部 環境社会配慮

<b>1</b>	<b>環境と社会配慮に係る一般条件</b>	<b>IV-1</b>
1.1	環境社会配慮に係る法的枠組み及びその組織	IV-1
1.1.1	環境社会配慮に係る法制度	IV-1
1.1.2	環境社会配慮に係る関係省庁と組織	IV-2
1.1.3	環境社会配慮に係る IEE/EIA の法律手続き	IV-3
1.1.4	環境管理計画 (EMP) 報告書	IV-8
1.1.5	環境監査報告書	IV-8
1.2	スコーピング	IV-11
1.3	環境社会配慮分野に係る TOR	IV-13
1.4	プロジェクト地域の現況	IV-14
1.4.1	プロジェクトサイトの現況	IV-14
1.4.2	地方自治組織	IV-15
1.5	代替案 (ゼロオプション)	IV-16
1.6	労働環境 (労働安全法)	IV-18
1.7	ステークホルダー協議	IV-19
<b>2</b>	<b>土地収用と住民移転</b>	<b>IV-20</b>
2.1	マレーシアにおける土地所有制度	IV-20
2.2	土地収用と住民移転に係る法的枠組みと実施機関	IV-20
2.3	土地収用の進展状況	IV-21
2.4	土地収用と住民移転の必要性	IV-21

2.5	苦情処理システム.....	IV-24
2.6	住民移転費用と財務手当.....	IV-25
<b>3</b>	<b>EIA チェックリストに関する調査項目 .....</b>	<b>IV-26</b>
3.1	許可と説明 .....	IV-26
3.2	汚染コントロール.....	IV-27
3.3	自然環境 .....	IV-30
3.4	社会環境 .....	IV-31
	3.4.1 少数民族と先住民.....	IV-31
	3.4.2 歴史的文化遺産.....	IV-31
3.5	施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策 .....	IV-33
	3.5.1 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策 .....	IV-33
	3.5.2 施設建設後の負の影響と緩和対策 .....	IV-35
3.6	モニタリング計画.....	IV-39
	3.6.1 実施組織によるモニタリングシステム.....	IV-39
	3.6.2 モニタリング計画.....	IV-41
<b>4</b>	<b>その他 .....</b>	<b>IV-43</b>
4.1	消化ガス発電計画.....	IV-43
4.2	施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用（概算） .....	IV-43
4.3	モニタリングフォーム.....	IV-45
4.4	環境チェックリスト.....	IV-49

# 表目次

## 第 I 部 総論

表 I -1.1	選抜された国における 2011 年の HDI 指標及び HDI ランク .....	I-2
表 I -1.2	マレーシアの HDI の傾向（1980 年～2011 年） .....	I-3
表 I -2.1	上下水道事業のための水のバリュー・チェーン .....	I-6
表 I -2.2	PAAB の資産取得状況 .....	I-9
表 I -2.3	カテゴリ別下水道接続数.....	I-16
表 I -2.4	タイプ別衛生施設利用戸数.....	I-16
表 I -2.5	衛生施設タイプ別利用人口（1 戸当たり家族人口 5 人による） .....	I-17
表 I -2.6	衛生施設タイプ別利用人口（実際の 1 戸当たり家族人口による） .....	I-18
表 I -2.7	下水道整備人口の推定.....	I-19
表 I -3.1	第 9 次マレーシア計画（2006-2010）での水道プロジェクト配分額.....	I-21
表 I -3.2	第 9 次マレーシア計画における水道セクター成果.....	I-21
表 I -3.3	第 10 次マレーシア計画（2011-2015）での水道プロジェクト配分額.....	I-22
表 I -3.4	マレーシア五箇年計画における下水道セクターへの配分額と 支出額(1996-2010).....	I-22
表 I -3.5	第 9 次マレーシア計画における年度別支出実績.....	I-23
表 I -3.6	第 9 次マレーシア計画における 2010 年の整備実績.....	I-23
表 I -3.7	運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み .....	I-24
表 I -3.8	上下水道事業における収入に対する支出の比率（2010 年） .....	I-27
表 I -3.9	2007-2040 における地域下水処理場の目標 PE 普及率.....	I-28
表 I -4.1	従来手法、PPP、民営化の相違点.....	I-30

## 第 II 部 水道

表 II -1.1	PAIP 本部組織の機能・職責・職員数 .....	II-3
表 II -1.2	PAIP タメロー各部署の主要な機能および職責と職員数.....	II-5
表 II -1.3	損益計算書.....	II-5
表 II -1.4	貸借対照表.....	II-6
表 II -1.5	パハン州の水道料金体系.....	II-7
表 II -1.6	住宅用と工業用の水道料金比較.....	II-7
表 II -1.7	住宅用と非住宅用のパハン州顧客数.....	II-9
表 II -1.8	住宅用と非住宅用のパハン州郡顧客数.....	II-9



表 II-1.9	水道料金のパハン州郡請求額と徴収額.....	II-10
表 II-1.10	JBA パハンの全収入・運営費と「運営費／全収入」率.....	II-11
表 II-1.11	水道事業の業務指標.....	II-14
表 II-1.12	パハン州都市部／村落部の給水普及率.....	II-16
表 II-1.13	旧 JBA 郡の浄水量.....	II-17
表 II-1.14	設置後年数別の旧 JBA 郡水道メータ数.....	II-18
表 II-1.15	JBA パハン／タメロー苦情受付件数 (2011 年).....	II-22
表 II-2.1	人口 (統計・推計) と年増加率.....	II-31
表 II-2.2	旧 JBA タメローの浄水場情報.....	II-33
表 II-2.3	旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水量.....	II-34
表 II-2.4	浄水場の運転状況.....	II-35
表 II-2.5	配水管の材質と管長.....	II-37
表 II-2.6	JBA タメローの GIS 配水管データベース集計.....	II-40
表 II-2.7	配水池の容量と機能.....	II-41
表 II-2.8	浄水場に付帯する配水系統別の小規模給水区域数.....	II-43
表 II-2.9	配水系統別の請求管区.....	II-43
表 II-2.10	タメロー請求管区別の請求と徴収の件数.....	II-44
表 II-2.11	旧 JBA タメローの水道メータ経年数.....	II-45
表 II-2.12	旧 JBA タメローの E-Water データ.....	II-45
表 II-2.13	検針規約の項目・目標値と達成値.....	II-46
表 II-2.14	浄水場での水質分析項目と分析頻度.....	II-47
表 II-2.15	IWA 定義による水収支.....	II-49
表 II-2.16	旧 JBA タメローの浄水場系統で分類した月間無収水率.....	II-51
表 II-2.17	配水管長 1 km 当たりの無収水日量.....	II-52
表 II-2.18	調査団による漏水探知.....	II-53
表 II-2.19	タメロー無収水削減事業 (配水管更新) の実績と計画.....	II-54
表 II-2.20	タメロー無収水削減事業 (配水管修理) の実績.....	II-54
表 II-2.21	タメロー無収水削減事業 (メータ交換) の計画値と実績値.....	II-55
表 II-2.22	メータ個数.....	II-61
表 II-2.23	情報管理システム.....	II-62
表 II-3.1	無収水対策 (総合的無収水量管理) の種類と必要対策期間.....	II-65
表 II-3.2	口径及び管種別漏水修理件数 (2011 年 11 月).....	II-69
表 II-3.3	管種及び原因別漏水修理件数 (2011 年 11 月).....	II-69
表 II-3.4	事業指標 (PIs) による事業進捗管理.....	II-74
表 II-3.5	事業費積算の内訳.....	II-75
表 II-3.6	事業費 (5 年間).....	II-76
表 II-3.7	事業効果.....	II-77
表 II-3.8	無収水削減効果 (利益) 計算表.....	II-79
表 II-3.9	事業実施による収支 (5 年間).....	II-79

表 II-3.10	事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較.....	II-82
表 II-3.11	想定される環境社会面への影響.....	II-83
表 II-3.12	暫定的モニタリング計画（案）.....	II-84

### 第 III 部 下水道

表 III-2.1	Upper Langat における下水道整備の現況.....	III-4
表 III-2.2	処理方式別下水処理水平均水質.....	III-12
表 III-2.3	水質項目別に排水基準に適合する STPs 数.....	III-13
表 III-2.4	既存 STPs からの排出負荷量.....	III-13
表 III-2.5	損益計算書(Income Statements).....	III-16
表 III-2.6	貸借対照表(Balance Sheets).....	III-16
表 III-2.7	キャッシュ・フロー計算書(Cash Flow Statements).....	III-16
表 III-2.8	家庭用下水道料金.....	III-17
表 III-2.9	工業用下水道料金.....	III-18
表 III-2.10	商業用下水道料金.....	III-18
表 III-2.11	政府用下水道料金.....	III-19
表 III-2.12	Selangor 州における損益勘定（2009 年）.....	III-20
表 III-2.13	支払遅延勘定の残高（2009 年 12 月現在）.....	III-20
表 III-2.14	2010 年の収入と総維持管理費の高度な計算結果.....	III-21
表 III-2.15	IWK 下水処理場の PE 当たり年間コスト.....	III-23
表 III-3.1	Upper Langat における下水道計画.....	III-24
表 III-3.2	Upper Langat における長期的汚泥管理計画.....	III-25
表 III-3.3	Kajang 2 CSTP の追加区域.....	III-26
表 III-4.1	ランガット川流域における水道取水地点.....	III-28
表 III-5.1	Antara Report による将来予測人口.....	III-32
表 III-5.2	Antara Report 予測人口と Census 2010 の関係.....	III-34
表 III-5.3	Antara Report の人口予測の補正.....	III-35
表 III-5.4	Antara Report における計画 PE 予測.....	III-35
表 III-5.5	Antara Report の計画 PE の補正.....	III-36
表 III-5.6	最終計画 PE.....	III-37
表 III-5.7	CSTP 計画下水量.....	III-37
表 III-5.8	推奨される下水管の管種と仕様.....	III-38
表 III-5.9	推奨される下水管の管種と要求事項.....	III-38
表 III-5.10	Manning 粗度係数.....	III-39
表 III-5.11	Hazen-Williams 係数.....	III-39
表 III-5.12	マンホール寸法.....	III-40
表 III-5.13	ポンプ場設計基準抜粋.....	III-40

表Ⅲ-5.14	CSTP 候補地の状況	Ⅲ-42
表Ⅲ-5.15	三つの下水道計画代替案の比較	Ⅲ-44
表Ⅲ-5.16	計画下水量－Ultimate (2035)	Ⅲ-47
表Ⅲ-5.17	流入水水質	Ⅲ-47
表Ⅲ-5.18	基準 A の計画目標水質	Ⅲ-48
表Ⅲ-5.19	代表的な生物学的脱窒プロセス	Ⅲ-49
表Ⅲ-5.20	下水処理場主要施設・設備の一覧	Ⅲ-56
表Ⅲ-5.21	下水処理水再生水使用例 (2009 年)	Ⅲ-60
表Ⅲ-5.22	Cheras 及び Kajang 地区の予想人口	Ⅲ-61
表Ⅲ-5.23	機械設備に関する設計諸元	Ⅲ-62
表Ⅲ-5.24	主要電気設備	Ⅲ-65
表Ⅲ-5.25	計装設備	Ⅲ-66
表Ⅲ-5.26	2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値	Ⅲ-67
表Ⅲ-5.27	計画流量と実測流量との比較	Ⅲ-68
表Ⅲ-5.28	各オプションの比較	Ⅲ-69
表Ⅲ-6.1	事業概要	Ⅲ-70
表Ⅲ-6.2	建設費	Ⅲ-72
表Ⅲ-6.3	下水処理場年間維持管理費内訳	Ⅲ-75
表Ⅲ-6.4	ポンプ場年間維持管理費内訳	Ⅲ-75
表Ⅲ-6.5	下水管渠年間維持管理費	Ⅲ-75
表Ⅲ-7.1	「全国下水処理事業フェーズⅢ」優先プロジェクト	Ⅲ-76
表Ⅲ-10.1	LMP ファイナンスの想定	Ⅲ-85
表Ⅲ-10.2	JPP Project ファイナンスの想定	Ⅲ-86
表Ⅲ-10.3	事業採算性分析の設定条件	Ⅲ-88
表Ⅲ-10.4	キャッシュフロー計算書、損益計算書、貸借対照表	Ⅲ-90
表Ⅲ-11.1	下水道運用指標	Ⅲ-93
表Ⅲ-11.2	下水道評価指標	Ⅲ-93

#### 第 IV 部 環境社会配慮

表Ⅳ-1.1	環境社会配慮に係る法と規則	Ⅳ-1
表Ⅳ-1.2	自然資源・環境省の組織	Ⅳ-2
表Ⅳ-1.3	予備的 EIA 手続きにおける住民参加方法	Ⅳ-4
表Ⅳ-1.4	環境庁による予備的 EIA のレビュー活動と時間的枠組み	Ⅳ-5
表Ⅳ-1.5	環境庁による詳細 EIA のレビュー活動と時間的枠組み	Ⅳ-6
表Ⅳ-1.6	スコーピングリスト	Ⅳ-11
表Ⅳ-1.7	環境社会配慮調査に係る TOR	Ⅳ-13

表IV-1.8	計画下水処理場の対象地域内、 既存公共下水処理施設数/下水処理人口/処理下水量.....	IV-17
表IV-1.9	調査対象地域内既存公共下水処理場の規模別処理場数.....	IV-17
表IV-1.10	下水処理場の排出基準値への適合状況.....	IV-18
表IV-2.1	下水処理場建設予定地の土地収用状況.....	IV-23
表IV-3.1	計画及び新規開発土地利用による最大許容騒音レベル.....	IV-28
表IV-3.2	建設作業中の最大許容騒音レベル.....	IV-30
表IV-3.3	施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策.....	IV-33
表IV-3.4	施設建設後の負の影響と緩和対策.....	IV-35
表IV-3.5	IWK利用、汚泥処分用一般廃棄物処分場の概要.....	IV-37
表IV-3.6	下水処理場の種類と必要な緩衝帯の大きさ.....	IV-38
表IV-3.7	全ての下水処理場に必要その他の緩衝帯.....	IV-38
表IV-3.8	工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画(案).....	IV-41
表IV-4.1	施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用.....	IV-44

# 目次

## 第 I 部 総論

図 I -1.1	マレーシアの経済成長率.....	I-1
図 I -2.1	上下水道事業の新しい運営モデル.....	I-6
図 I -2.2	州水道局の発展形態.....	I-10
図 I -2.3	1990 年～2010 年のマレーシアの NRW.....	I-13
図 I -2.4	マレーシア各州の NRW (2000 年～2010 年).....	I-14
図 I -3.1	マレーシア五箇年計画における水道セクターへの予算と実際の配分額.....	I-20

## 第 II 部 水道

図 II -1.1	パハン州 11 郡の位置.....	II-1
図 II -1.2	旧 JBA パハンと新 PAIP の全体組織構成.....	II-2
図 II -1.3	旧 JBA タメローと PAIP タメローの郡事務所組織構成.....	II-4
図 II -1.4	SMRS の機能.....	II-10
図 II -1.5	料金システム見直し過程.....	II-12
図 II -1.6	JBA パハンの住宅用契約件数と年間伸び率.....	II-16
図 II -1.7	JBA パハンの年間平均浄水量.....	II-17
図 II -1.8	旧 JBA 郡の 7 年未満の水道メータ設置率.....	II-18
図 II -1.9	一人一日平均の使用水量.....	II-19
図 II -1.10	旧 JBA 郡の平均使用水量.....	II-20
図 II -1.11	過去 10 年間の州別無収水率.....	II-20
図 II -1.12	旧 JBA 郡の無収水率.....	II-21
図 II -2.1	タメロー郡 10 地区と都市部の位置関係.....	II-27
図 II -2.2	月間平均の降水量と降雨日数.....	II-28
図 II -2.3	タメロー郡の地形と都市部の位置.....	II-28
図 II -2.4	タメロー郡の地質図.....	II-29
図 II -2.5	パハン州 11 郡の人口.....	II-30
図 II -2.6	タメロー郡内の 10 地区人口.....	II-31
図 II -2.7	月間平均の旧 JBA タメロー浄水量.....	II-34
図 II -2.8	浄水施設.....	II-35
図 II -2.9	浄水場別月間平均浄水量.....	II-36
図 II -2.10	旧 JBA タメローにおける管種別管長の比率.....	II-37
図 II -2.11	浄水場系統別管種別管長.....	II-38

図 II-2.12	管径別管種別管長.....	II-39
図 II-2.13	JBA タメロー浄水場系統別の配水管網.....	II-42
図 II-2.14	タメロー郡の請求管区位置.....	II-43
図 II-2.15	水道メータの経年変化と比率.....	II-45
図 II-2.16	セベラッグ・タメロー浄水場内の水質分析室.....	II-47
図 II-2.17	旧 JBA タメロー配水系統別の無収水率.....	II-51
図 II-2.18	旧 JBA と調査団による漏水調査サイトの位置.....	II-53
図 II-2.19	TS 漏水チェッカー：時間積分式漏水探知機.....	II-54
図 II-2.20	配水システムの形態.....	II-57
図 II-2.21	水圧調整の例.....	II-59
図 II-3.1	無収水対策の概念図.....	II-71
図 II-3.2	パイロット DMAs における NRW 削減方法.....	II-72
図 II-3.3	一般区域における NRW 削減方法.....	II-72
図 II-3.4	SPC 組織概念図（案）.....	II-81

### 第 III 部 下水道

図 III-1.1	Kajang における気温の平均値及び極大値・極小値の月間変動.....	III-1
図 III-1.2	月間平均降雨量と降雨日数.....	III-1
図 III-1.3	Kajang の高速道路と主要道.....	III-3
図 III-2.1	下水処理場規模別の数と総処理能力.....	III-11
図 III-2.2	処理方式別の下水処理場数と総処理能力.....	III-11
図 III-2.3	既存処理場におけるサンプリング頻度.....	III-12
図 III-2.4	汚濁が深刻な河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための 予算配分.....	III-14
図 III-2.5	IWK の組織図.....	III-15
図 III-2.6	2009 年のコスト構成内訳.....	III-21
図 III-2.7	PE 規模別 PE 当たり年間維持管理費.....	III-22
図 III-4.1	ランガット川流域における水道取水地点.....	III-27
図 III-4.2	ランガット川流域における DOE 水質観測地点.....	III-28
図 III-4.3	ランガット川流下方向における水質変化.....	III-29
図 III-4.4	ランガット川 1L05 水質観測地点における水質変化.....	III-30
図 III-5.1	Census Districts と Sewerage Catchment/subcatchment 区別の関係.....	III-33
図 III-5.2	CSTP 候補地の位置.....	III-41
図 III-5.3	三つの下水道計画代替案.....	III-43
図 III-5.4	推奨される Cheras-Kajang 地区下水道計画.....	III-46
図 III-5.5	下水及び汚泥処理フロー.....	III-50

図Ⅲ-5.6	ステップ流入二段式生物学的脱窒法.....	III-52
図Ⅲ-5.7	Kajang 3 統合下水処理場一般平面図.....	III-54
図Ⅲ-5.8	Kajang 3 統合下水処理場の物質収支.....	III-55
図Ⅲ-5.9	東京都森ヶ崎下水処理場下水汚泥ガス発電システム.....	III-58
図Ⅲ-5.10	東京都葛西下水処理場の太陽光発電.....	III-59
図Ⅲ-5.11	太陽光発電の概念図.....	III-59
図Ⅲ-5.12	下水処理水再生水使用例.....	III-60
図Ⅲ-5.13	生物反応槽設備の概略システムフロー.....	III-63
図Ⅲ-6.1	建設工程.....	III-74
図Ⅲ-8.1	マレーシア上下水道事業の新しい事業モデル.....	III-77
図Ⅲ-8.2	マレーシアの下水道事業を合理化するための PPP スキーム案.....	III-79
図Ⅲ-9.1	MOF が SPC 1 へ支払う予想年間リース料.....	III-82
図Ⅲ-10.1	LMP と JPP プロジェクト間の現在価値基礎での比較.....	III-88
図Ⅲ-10.2	リース利回り (X 軸) に対する Equity IRR (Y 軸) の推移.....	III-89

## 第 IV 部 環境社会配慮

図Ⅳ-1.1	環境庁組織.....	IV-3
図Ⅳ-1.2	EIA 承認プロセスのフロー.....	IV-10
図Ⅳ-1.3	Kajang 3 下水処理場建設予定地の概要.....	IV-15
図Ⅳ-1.4	Kajang 市の行政区域.....	IV-15
図Ⅳ-1.5	Kajang 市の行政機構.....	IV-16
図Ⅳ-2.1	土地収用手続きのフロー.....	IV-22
図Ⅳ-2.2	下水処理場計画予定地の地番.....	IV-23
図Ⅳ-2.3	IWK 組織.....	IV-24
図Ⅳ-3.1	計画下水処理場での騒音発生機器及び周辺住宅の概略位置関係.....	IV-27
図Ⅳ-3.2	KMC 都市開発計画.....	IV-32
図Ⅳ-3.3	IWK 利用の汚泥処分場位置図.....	IV-36
図Ⅳ-3.4	緩衝帯の計画概要.....	IV-39
図Ⅳ-3.5	工事建設サイトの環境管理体制.....	IV-41

## 略 語

ABS	Styrene-acrylonitrile-butadiene Copolymers	ABS 合成樹脂管
AC	Asbestos Cement Pipe	石綿セメント管
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
AMN	Ammonia Nitrogen	アンモニア性窒素
Antara Report	"Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat Basin", (November 2009)	「ランガット川上流域下水道計画・汚泥管理計画」(2009年11月)
ATM	Automatic Teller Machine	自動支払機
BOD <sub>5</sub>	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
CBA	Cost-Benefit Analysis	費用効果分析
CI	Cast Iron Pipe	普通铸铁管
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CST	Communal Septic Tank	共同腐敗槽
CSTP	Centralised Sewage Treatment Plant	統合下水処理場
dB	Decibel	デシベル
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル铸铁管
DID	Department of Irrigation and Drainage	灌漑排水局
DMA	District Meter Areas	配水管理区域
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素量
DOE	Department of Environment	環境局
DOSH	Department of Occupational Safety and Health	労働安全健康局
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EPC	Engineering, Procurement and Construction	エンジニアリング調達建設
EPU	Economic Planning Unit	経済企画庁
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
HDI	Human Development Index	人間開発指標
HDPE	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
HHs	Households	世帯
HIV	Human Immunodeficiency Virus	免疫不全ウイルス
HLT	Upper Langat (Hulu Langat)	ランガット上流域
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境評価
IST	Individual Septic Tank	個別腐敗槽
IWA	International Waterworks Association	国際水道協会
IWK	Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.	Indah 水共同企業体
JBA	Water Supply Department (Jabatan Bekalan Air)	水道局
JBA Pahang	Department of Water Supply Pahang	パハン州水道事業部
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JKR	Public Works Department/Ministry	公共事業省
JPP	Sewerage Services Department (Jabatan Perkhidmatan Pembetulan)	下水道局
JPY	Japanese Yen	日本円



KeTTHA	Ministry of Energy, Green Technology and Water (Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air)	エネルギー・環境技術・水省
KVA	Kilowatt Voltage Ampere	ケーヴェーエー
kW	Kilowatt	キロワット
LMP	Langat Model Project	ランガット・モデル・プロジェクト
Lpcd	Litter per capita day	一人1日当たり使用水量
masl	Mean above Sea Level	海拔
mH <sub>2</sub> O	Meter equivalent to water head	m換算水頭圧
MOF	Ministry of Finance	財務省
MS	Mild Steel Pipe	軟鋼管（低炭素鋼管）
MWA	Malaysian Water Association	マレーシア上下水道協会
MWIG	Malaysia Water Industry Guide	マレーシア上下水道事業ガイド
NGO	Non-governmental Organization	民間公益団体
NJS	NJS Consultants Co., Ltd.	株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ
NRW	Non-Revenue Water	無収水
O&G	Oil and Grease	油脂類
OPEX	Operation Expenditure	運営費
PAAB	National Water Asset Management Company (Pengurusan Aset Air Berhad)	上下水道資産管理会社
PE	Population Equivalent	換算人口
PEMANDU	Performance Management & Delivery Unit	
PIs	Performance Indicators	業務指標
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
RM	Malaysian Ringgit	マレーシア・リングギット
SC	Sumitomo Corporation	住友商事株式会社
SPAN	National Water Service Commission (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara)	国家上下水道事業コミッション
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社
SS	Suspended Solids	浮遊性物質
SUS	Stainless Steel Pipe	ステンレス鋼管
TOR	Terms of Reference	業務委託事項
TPS	Total Suspended Particulates	全浮遊性粒状物質
TSS	Tokyo Suido Services Co., Ltd.	東京水道サービス株式会社
TSS	Total Suspension Solid	全浮遊性物質
uPVC	Un-plasticize Polyvinyl Chloride Pipe	硬質塩化ビニル管
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発機構
USD	United American Dollar	米ドル
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WIP	Water Intake Point	浄水場取水地点
WSIA	Water Services Industry Act	上下水道事業法

Note: The wording in parentheses shows the name in Malay

# 要 約

## 1 上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題

### 1.1 上下水道事業法（WSIA2006）施行以降の上下水道事業

連邦政府は 2004 年に（上下水道セクターを含む）上下水道事業の改革を始めた。新しい運営モデルが上下水道事業改革のために導入され、以下の 5 つの主要な機関が役割を分担している。

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| ● 連邦政府             | 政策の立案             |
| ● 州政府              | 水資源の管理            |
| ● 上下水道監督官（SPAN）    | 上下水道オペレーターの監督     |
| ● 上下水道資産管理会社（PAAB） | 上下水道資産の管理、建設資金の調達 |
| ● 上下水道オペレーター       | 上下水道施設の運営、サービスの提供 |

上下水道セクターの新しい運営モデルを可能にする再構築の手段は、国家上下水道事業コミッション法（National Water Services Commission Act）2006 と上下水道事業法 2006（Water Services Industry Act 2006: WSIA2006）の制定にある。

マレーシア 5 カ年計画における改革の歩みを表 E-1 に示す。

**表 E-1 運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み**

第 8 次マレーシア計画 (2001-05)	第 9 次マレーシア計画 (2006-10)	第 10 次マレーシア計画 (2011-15)
安定化	統合化	運営及び経営の効率化に向けての動き
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 州政府水道当局の民営化・公社化</li> <li>● 上下水道事業再編計画の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SPAN の業務開始</li> <li>● 上下水道事業法（WSIA2006）の施行</li> <li>● PAAB による協議価格に基づく州既存水道資産の引継ぎと上下水道インフラ整備実施の責務</li> <li>● 州水道オペレーターは資産を持たずにサービスの提供に専念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2013 年まで段階的に完全にフル・コスト・リカバリを達成する料金改定メカニズム</li> <li>● 上下水道事業の統合</li> <li>● 上下水道一括料金導入に向けての初期努力</li> </ul>

Source: Tenth Malaysia Plan (2011-15)

### 1.2 上下水道セクターの状況と課題

#### (1) 水道セクター

マレーシアの水道普及率は非常に高く、2010 年の給水人口普及率は前年の 93.0% から 94.2% になっている。都市部は農村部よりも普及率は高く、2010 年は農村部の 88.4% に対し都市部は 96.8% となっている。

水道事業は歴史的に、政府補助金なしには財務的に安定した持続性が妨げられるという永続的な課題に直面してきた。長年にわたって、以下の三つのタイプの問題を抱えてきた。

- 運営の効率性
- 制度的枠組み／ガバナンスの有効性
- 資金的制約

この実態を踏まえて、マレーシア政府も、水道事業を自立した持続的な産業とするためには、迅速で断固たる改革が必要であると認識している。ここで言う改革とは、「水道事業を整理し、利用者の利便性を考慮した効率的で競争力のある事業」へと移行させるもので

ある。

日本では無収水（大部分が漏水）の削減は、貴重な水資源を有効に利用する、すなわち、一滴の水も無駄にしない、という観点から漏水防止に力を入れてきたため、多くの水道事業体では無収水率（ほぼ漏水率に等しい）が現在では 10%未満の水準にまで下がっている。一方、欧米では無収水（漏水が主であるが、計量誤差等、他の要素も無視できない割合を含んでいる）の削減は、主として費用対効果を考慮して、無収水の削減に一定以上の費用をかける必要がない、という観点から取り組んできたため、多くの国で無収水率が 10~20%の水準にある。近年、途上国においては、植民地時代に敷設した管路の老朽化に伴う漏水に加えて、盗水や計量誤差（メータ誤差、検針誤差等）の存在が無視できないほど多いため、無収水率が 30~60%にも及び、水道事業の経営改善と水資源の有効利用の観点から、その削減に取り組むようになってきた。既に途上国とは言えないマレーシアにおいても、無収水率は全国平均で 37%（2009 年度）と、途上国の域を出ていない。そこでマレーシア政府は 2015 年度までに 34%まで下げるという目標を掲げて無収水削減に努力している。

マレーシアの NRW は 90 年代半ば以降ほとんど改善されておらず、2005 年以降ほとんど減少していない（2005 年の 37.7%から 2010 年の 36.63%）。第 9 次マレーシア計画における NRW 目標値は 2010 年に達成されていない。

## (2) 下水道セクター

### 1) 下水道人口普及率

マレーシアには下水道人口普及率という概念はない。したがって、下水道人口普及率が政策目標で示されることはないと言ってよい。

下水道及び共同腐敗槽の接続人口と州別の 1 世帯当たり人口を用いて下水道整備人口を予測し、推定下水道人口普及率を求めると、半島部で 49.8%、Selangor 州で 77.8%となる。最も普及率の高いのは Kuala Lumpur の 84.8%、Pulau Pinang 州の 84.3%で、逆に普及率が低いのは Terengganu 州の 6.7%、Kelantan 州の 9.6%と推定される。

### 2) 下水道セクターの重要な課題

IWK は利用者、環境局、官庁との間で無数の問題に直面している。直面している課題の中で運営上の問題を引き起こしているものには以下のものを含む。

- 小規模下水処理場の激増—小規模下水処理場の激増は維持管理費を増大させ、その運転管理を行う IWK の効率を低下させている。西マレーシアの公共下水処理場の約 71%は平均 400 戸の下水を処理する人口当量 (Population Equivalent: PE) が 2,000 PE 以下のものである。
- 料金に対する抵抗—下水道事業はかつてそのようなサービスに金を払ったことのない利用者にとって別のサービスとして区別されている。
- 多数の民間下水処理場 (2,240 ヶ所)、共同腐敗槽 (CST、4,382 ヶ所) は規制が弱く、維持管理が劣っている。CST は 2007 年まで IWK が管理していたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行に伴って利用者の管理に戻されている。CST は 2009 年の下水処理水排水基準では基準適用対象外になっている。

## 1.3 KeTTHA (MEGW) が策定している具体的計画、施策等

### (1) 水道セクター

2011 年に始まった第 10 次マレーシアプランでは、パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水 (NRW) 対策への配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 ヶ年に配分する、としている。

**(2) 下水道セクター**

KeTTHA は以下のような長期的全国下水道計画を持っている。

- 都市部における下水道に接続する換算人口（PE）普及率を 2008 年の 60%から 2040 年に 87%まで高める。
- 地域下水道に接続する人口普及率を 2008 年の 19%から 2040 年に 79%まで高める。
- 都市部に位置するすべての既存小規模下水処理場を 2020 年までに合理化し地域下水道に接続する。
- 20,000PE 以上の処理場の下水処理水排水基準達成率を 80%から 2020 年までに 100%まで高める。
- すべての共同腐敗槽及びインホフタンクを 2024 年までに合理化する。
- 基準を満たせない腐敗槽を基準を満たす腐敗槽に変える。
- エネルギー効率の良い機械電気設備及び発生するバイオガスを用いた下水処理水及び下水汚泥の再利用に的を絞って、下水道事業におけるグリーンテクノロジーの適用を推進する。

## 2 水道セクター

### 2.1 調査対象地域の状況

調査対象地域であるパハン州タメロー郡は、クアラルンプールとクアンタンを結ぶ国道 2 号線及び高速道路沿いにあり、クアラルンプールから 133 km、クアンタンから 126 km の位置にあるパハン州で第二の都市である。

調査対象地域の水道事業は、パハン州水道部を母体として発展し、2012 年 2 月 1 日に民営化された PAIP によって運営されている。

パハン州の水道事業は全国的にみても NRW 率が高く、サバ州の 57.35% に次いで高い 55.29% で、全国平均の 36.37% を大きく上回っている。

タメロー郡は郡毎に管理されている PAIP の 11 管理区域の中でも Maran に次いで高い 66.73% で、州平均の 55.29% を大きく上回っている。

PAIP の水道料金は 1883 年の値上げ以降据え置かれており、水道料金収入では運営費を賅えずに州政府からの補助金で補填される状況が続いており、非効率的な運営を余儀なくされている。

### 2.2 提案プロジェクトの概要

#### (1) 事業内容

当面の作業計画期間を 5 年間とし、以下の作業を実施する。

##### <第 I 段階：1 年次>

- 全体作業計画の作成
- 作業拠点（事務所、倉庫等）の確保
- 組織体制の確立（SPC: Special Purpose Company と PMU: Project Management Unit by PAIP）
- 対象地域の図面整備
- 拡大 DMA の整備（5 地域）
- 本格調査の対象地域のパイロット DMA 設置（4 ヶ所）
- 無収水削減作業の開始
- 職員研修の実施

##### <第 II 段階：2 年次～5 年次>

- 拡大対象地域の図面整備
- 簡易テレメータシステムの設置
- 無収水削減作業の継続
- 研修の継続

無収水削減作業の内容については、以下の内容で構成するものとする。

- 漏水探知・修理
- 盗水発見・是正
- 漏水多量路線の管路（給・配水管）更新
- メータ取替
- 水圧調整
- 検針誤差の是正
- 検針誤差の削減とデータ処理誤差削減のための教育と制度改革

## (2) 想定される事業形態

無収水削減作業は、住友商事と MMC を中心として SPC を設立し、成果主義方式の請負契約形態 (performance-based contract type) で実施することを前提とするが、具体的な実施体制は、ビジネスの規模を見極めながら決定する。ただし、成果の対象は、無収水低減率のみとし、他の指標 (例えば漏水探知修理件数等) を含めるべきではない。また、PAIP においても、それらの作業を受け入れるための PMU 組織体制を整えるものとする。

なお、SPC については、当面はタメロー地区の無収水削減対策に限定した会社とし、軌道に乗った後はタメロー以外の地域も視野に入れて事業を拡大することとする。その後は、上下水道事業の運営維持管理を包含した会社を目指すこととする。いずれにしてもタメローだけを対象とした SPC では、事業規模が小さ過ぎるため、事業採算の観点から将来的には請負対象地域を全 JBA パハン、「マ」国全土へと順次拡大する必要がある。

## (3) 事業の設計基盤

目標とする無収水率は、当面 5 年間 (実質作業期間を 4 年間強) として、30% に設定する。仮に事業開始時の無収水率を 62% として、無収水率の構成要素別で表せば、次の削減率を目標とする。

● 漏水削減 (管路更新含む) :	20 %	(40%)
● 計量誤差の削減/最小化 :	8 %	(16%)
● 盗水の削減/是正 :	2 %	(3%)
● 料金非請求水量 :	0 %	(3%)
合計削減率 :	30 %	

(注：括弧内は現在の配水量に対する推定構成割合)

長期的な無収水率の削減は、対策開始から 10 年後には無収水率 20 % 程度と設定する。それ以降については、事業を取り巻く環境の変化が大きく変わることが予想されるため、その時の社会環境と財政の改善状況に応じて無収水削減作業内容の見直しと目標無収水率の設定を行うこととする。

## (4) 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

提案した事業行動計画に関し、事業進捗のモニタリングを目的に以下に示す PIs 値を定期的に算定する。事業開始時の基準値は前年度統計を原則とするが、第 1 年次に詳細調査にて確定する。仮に 2013 年度開始と仮定すれば表 E-2 のとおりである。

表 E-2 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

事業モニタリング指標	2012	2017
経年 7 年未満の水道メータ設置比率	60 %	100 %
2002 年以降に敷設された配水管長比率	(7) %	20 %
無収水率	(60) %	30 %

注) 無収水率以外の PIs 値は、PAIP の施策 (資機材投資額、経営努力) に大きく影響され、本事業と直接関係しない指標であるが、参考までに掲げた。

## (5) 事業費

本事業の実施には、表 E-3 に示したとおり、概算事業費 33,800,000 RM (管路更新等を除外した場合) 及び 112,100,000 RM (管路更新等全てを含んだ場合) と見積もられる。

表 E-3 事業費 (5年間)

Category	Item		Currency		
	Item	Sub-item	RM	JPY	USD
(1) SPC 運営費	労務費	人件費	10,146,000		
		職員管理費	1,015,000		
		本社経費	3,043,000		
		渡航費	1,027,000		
		日当宿泊費	3,819,000		
	資機材調達費	現地調達資機材費	538,000		
		携行機材費	767,000		
	事務所経費	賃貸料	420,000		
		事務用品調達費	93,000		
		事務所維持管理費	89,000		
	機材運搬輸送費		42,000		
	技術管理費		3,040,000		
	諸経費		6,219,000		
	(I) 計	<b>30,258,000</b>	<b>786,700,000</b>	<b>9,834,000</b>	
(II) 外注費	DMA 設置費 (A)		1,080,000		
	簡易テレメータ設置費(B)		2,438,000		
	漏水修理費 (15,200ヶ所)		5,970,000		
	管路更新費 (200 km、給水管含む)		52,715,000		
	メータ交換費 (39,000 個)		7,119,000		
	(II) 計		<b>69,322,000</b>	<b>1,802,400,000</b>	<b>22,529,000</b>
(III) 予備費	増嵩予備費		2,080,000		
	物価・通貨変動予備費		10,398,000		
	(III) 計		<b>12,478,000</b>	<b>324,400,000</b>	<b>4,055,000</b>
	合計 (I)+(A)+(B)		<b>33,776,000</b>	<b>878,200,000</b>	<b>10,977,000</b>
	合計 (I)+(II)+(III)		<b>112,058,000</b>	<b>2,913,500,000</b>	<b>36,419,000</b>

## (6) 事業効果

本事業を実施した場合のタメロー水道が受ける効果（利益）を表 E-4 に示す。この表から、事業実施による利益は、5 ヶ年で合計 89,600,000 RM と推計できるため、結局、事業費用と事業実施による利益との差引収支は、管路更新費用等を除外した場合、5 年間で 56,089,000 RM の収益となる。また、全費用を含めた場合は(-)22,193,000 RM の欠損となる。

表 E-4 事業実施による収支 (5年間)

事業費と事業効果による差額	金額			備考
	RM	JY(1,000)	USD	
(A) 事業効果による利益				
I 管路更新	19,800,000			給配水管 200 km
II 盗水及びメータ計量誤差の是正	34,000,000			メータ 39,000 個
III 漏水修理	19,300,000			15,200 ヶ所
IV 新規浄水場建設抑制	16,500,000			能力: 6,600 m <sup>3</sup> /day
小計: I + II + III + IV	89,600,000	2,330,000	29,120,500	
(B) 事業費 1: 管路更新費用等を除外する	33,511,000	871,300	10,891,000	表 II -3.1 参照
(C) 事業費 2: 全ての経費を含める	111,793,000	2,906,600	36,333,000	
差引収支: (A) - (B)	55,089,000	1,458,700	18,229,500	
差引収支: (A) - (C)	-22,193,000	-576,600	-7,212,500	

## 2.3 当該事業の他国企業等の状況、動向



現在、Pahang 州の Kuantan で連邦政府の予算を使った NRW 削減プロジェクトの現地入札が 2012 年 1 月 12 日公示されているが、これは Kuantan & Pekan 地区を対象としたもので、Temerloh のプロジェクトについては第三国の動きはない。

この入札の内容は、今後無収水削減事業を提案する上での参考になるので、入札概要を以下の通り記載する。

1) 入札資格条件

- マレーシアでの NRW 削減プロジェクト実績。契約合計金額 RM 10 百万超。
- GIS、水圧モデル等の経験、NRW に対する知見。
- NRW、GIS、水圧モデル、ソフトウェア、SCADA 等、全ての関連分野における有資格者。

2) クアantanの水道の概要

- 配管全長(概算)： 2,200 km
- 接続数： 117,000 世帯 (110 DMAs & 45 Pressure Management Area (PMA))
- 水供給量： 140.86 百万 m<sup>3</sup>/年
- 請求消費量： 71.60 百万 m<sup>3</sup>/年
- 現在の NRW： 54.12% (ベースラインは別途協議)

3) 契約者の業務範囲

- メインパイプの交換は除き、NRW 率を合意したベースラインから 15%マイナスするか NRW 率を 25%まで下げる。どちらか高い方まで。期間は 3 年 (ベースラインが 50%であれば、15%下げて、35%が目標。ベースラインが 35%であれば、25%まで。)
- GIS、水圧モデル、DMA/PMA の設定、メーター交換、漏水チェック、漏水修理、遠隔計測・SCADA・NRW IT マネジメントシステム

4) 保証及びボーナス

- ターゲット達成できない場合、Performance Bond 5%没収。
- 20%超削減できた場合、ボーナスあり。

## 2.4 事業のニーズ

### (1) 評価基本方針

PPP 事業提案の観点より評価の基本方針を以下のように定める。

- 国の方針に合致している
- 全国的にニーズがある
- 水道オペレーターの財務状況改善に資する
- 技術的に実施可能である

### (2) ニーズ評価

マレーシアの水道事業は、Pulau Pinang のように NRW 削減に成功している州もあれば、Pahang のように悪化の一途を辿っている州もある。全国平均で見ると 2000 年の 40.03%から 2010 年の 36.37%へと 10 年間でわずか 3.66%、言い換えると年間 0.37%の改善に止まり、NRW 削減に大きな進展が見られない。

一方で、KL と Selangor を給水区域にする SYABAS は 2005 年～2009 年の 4 年間で NRW を 42.78%から 32.39%へと 10.39%削減したことを報告しており、真剣に取り組めば改善可

能であることを示している。2020 年に先進国入りをめざすマレーシアとしては水道セクターにおいても先進国のレベルに到達することはもはや喫緊の課題となっている。

### (3) 経済的評価

NRW 削減は、一般に以下のような経済的便益をもたらす。

- NRW 削減によって既存施設の実質的な給水能力の増強を図ることができるため、新規施設の建設を抑制することができる。
- NRW の生産に要した無駄な O&M Cost を削減できる。
- 水資源の無駄遣いを廃し、効率的利用を図ることができる。
- 古いパイプ、メーターを放置すれば NRW 率は悪化するばかりであるが、これらを新しい材質・性能のものに交換することにより、精度は向上し耐用年数も長くなるため、長期にわたって安定的に使用できる。
- メーターは年数を経るにつれて使用水量を実際よりも過小計量する傾向があり、これが使用者が 7 年を経過しても交換したがない大きな理由になっているが、これら交換することにより、料金収入の増加が期待できる。

### (4) 優先度評価

NRW 削減は前述したように新規の投資を抑制し、無駄な O&M Cost を削減し、料金収入の増加が期待できるため、水道オペレーターの財務状況の改善に資するところが大きいいため、持続可能な水道事業の経営に向けて直ちに取り組むべき事業と言える。

### (5) 成熟度評価

施設の余裕率 (Treatment Plant Resource Margin、=浄水場の処理能力/ 実際の浄水量) は 2000 年～2010 年のこの 10 年間 15%～25%の間で安定的に推移しており、問題は少なく、NRW 削減に取り組む好機と言ってよい。

### (6) 技術的評価

パイプ及びメーターの交換、及び漏水探知と補修を確実に継続的に実施すれば、NRW は確実に削減できる。このためには継続的な施設更新への投資と、漏水探知と補修技術に対する職員の養成とその継続的実践が不可欠である。資金の手当てについては別途配慮が必要であるが、技術そのものはマレーシアの一部水道オペレーターがすでに取り組んでいるように意欲さえあれば現地職員でも適切な研修と指導及び機材によって習熟可能であり、難しいものではない。

## 2.5 事業目的

NRW 削減を通じて水道事業の持続可能な経営の安定化を図り、より適正な料金水準によるフル・コスト・リカバリーを達成する。

## 2.6 事業の需要予測

マレーシアでは 2010 年時点で NRW 率が 30%以下に収まっているのは、Johor, Labuan, Melaka, Pulau Pinang, Perak と 5 州を数えるのに対し、40%を超えているのは、Kelantan, Pahang, Perlis, Sabah, Kedah, Negeri Sembilan と 14 州中 (連邦直轄領 Labuan を含む、KL と Putrajaya は Selangor 州に含まれる) 6 州を数え、二極化の様相を呈しているが、NRW 削減に対する需要は依然として大きいと言える。

## 2.7 事業リスク

パハン州においては水道接続時に使用者がメーターを購入し、以降の交換は水道オペレーターの負担となるが、水道オペレーターも使用者からクレームのない限り交換しないのが普通である。前述したようにメーターは年数を経るにつれて使用水量を実際よりも過小計量する傾向があるため使用者からのクレームも少なく、結局メーターの交換が進まず古いメーターが使用され続けている。古いメーターの交換は NRW 削減の大きな対策の一つであるが、使用者が支払い料金の増加につながるメーター交換に素直に応じるかが鍵となる。

## 2.8 環境社会配慮

事業の主要な実施内容は、以下のとおりである。

- DMA の設置とメータの取替
- 給・配水管の更新
- 計画的漏水防止作業

事業内容を検討するため、(i) 用地取得と (ii) 自然保護地域の存在について比較し、想定される (iii) その他の主要な環境社会影響についても定性的に検討した。主要な事業内容について、想定される環境社会への影響を表 E-5 でまとめた。

表 E-5 事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較

比較項目	DMA 設置／メータ取替	給・配水管更新	漏水防止
土地取得	住民移転は生じない	住民移転は生じない	住民移転は生じない
	影響はない	影響はない	影響はない
自然保護地域	保護地域はない	保護地域はない	保護地域はない
	影響はない	影響はない	影響はない
環境社会影響	建設環境は、 限定された場所と期間の 範囲で影響を受ける	建設環境は、 既存の配水管沿いの限ら れた期間の範囲で影響を 受ける	該当しない
	影響がある	影響がある	影響はない

Source: Prepared by the Study Team

通常の EIA プロセスは、天然資源環境省環境部により規制される。水道分野においては、周辺環境への影響を勘案して、新規水源開発や新規浄水場計画に係る EIA 報告を義務付けている。本事業は、既存施設の取替えおよび更新であるため、EIA 実施について要求されない。

環境社会影響の要素は、給水装置の取替え工事と配水管路の更新工事で、以下の工事環境配慮が必要となる。

- 空気汚染： 排気ガス、粉塵（土木）等
- 廃棄物： 管端材、余剰油等
- 騒音と振動： 建設機械の運転による
- 交通渋滞： 管路敷設の周辺道路

事業の建設期間中は、典型的な上述した影響が一時的に発生する。実施機関の PMU と契約業者の SPC は、事業の適正な管理項目として、これらの影響を最小化すべく対策を講じることが求められる。

### 3 下水道セクター

#### 3.1 調査対象地域の状況

調査対象地域はセランゴール州東部のランガット川上流域に位置し、首都クアラルンプールに隣接することから高速道路網が整備され首都のベッドタウンとして急速な発展を遂げており、調査対象地域を包含する Cheras 及び Kajang の人口は 2008 年の 68,779 人から、1991 年 164,141 人、2000 年 393,205 人、2010 年 559,700 人と急増している。

このような状況から、住宅団地の開発が至るところで展開され、Cheras で 94 ヶ所、Kajang で 83 ヶ所の合計 177 ヶ所の小規模下水処理場が乱立する結果となっている。これらは現在 IWK の維持管理の下にある。

Cheras 及び Kajang における下水道計画はこれらの区域を Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 2, Kajang 3 の 6 つの subcatchmen に分けて、個々に統合下水処理場を造ろうというもので、このうち Kajang 2 については既に下水処理場の建設が始まっている。Kajang 1 は下水処理場用地の確保が難しいことから Kajang 3 に統合され、今後 Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3 の 3 つの下水処理場を建設することが計画されている。

#### 3.2 提案プロジェクトの概要

##### (1) 事業内容

提案されている PPP 事業は上記の Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3 の 3 つの処理区を統合して 1 つの統合下水処理場を建設しようというもので、これらの 3 つの処理区の下水を集めて統合下水処理場まで運ぶために新たな下水幹線網の建設を伴っている。

PPP 事業の計画諸元は以下の通りである。

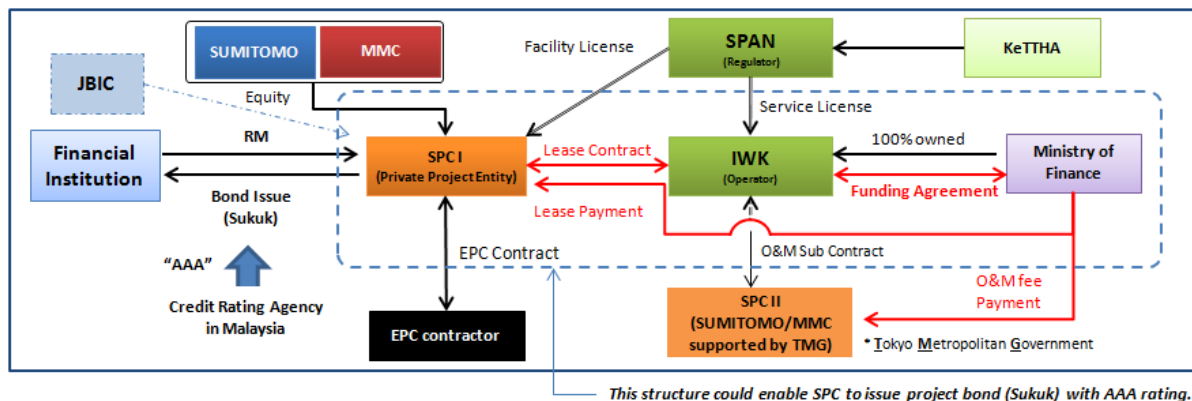
計画対象区域	Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3	
計画人口	539,900 人 (2035 年)	
計画 PE	920,000 PE (2035 年)	
下水幹線	300~2,000 mm	16.5 km (ポンプ場 2 ヶ所含む)
下水枝線	100~1,050 mm	89.7 km (ポンプ場 24 ヶ所含む)
下水処理場		
計画下水量	104,000 m <sup>3</sup> /day (今回計画)、207,000 m <sup>3</sup> /day (2035 年)	
目標水質	BOD <sub>5</sub>	10 mg/L
	SS	20 mg/L
	COD	60 mg/L
	AMN	5 mg/L
	NO <sub>3</sub> -N	10 mg/L
	O&G	2 mg/L
下水処理方式	ステップ流入二段式生物学的脱窒法	
汚泥処理方式	濃縮－消化－機械式脱水	
建設費	RM 1,135.919 百万 (298.93 億円)	
年間維持管理費	下水処理場	RM 20,969,742
	ポンプ場	RM 6,400,000
	下水管	RM 192,000

注)

- 1) 約 12,000 戸の個別腐敗槽下水道接続をオプションとして用意。
- 2) 下水処理場の上部を利用した太陽光発電、汚泥消化タンクから発生する消化ガスを使った消化ガス発電、下水汚泥の肥料としての再利用、下水処理水の

再利用をオプションとして用意。

## (2) 提案される PPP 事業の枠組み



### 1) 投資ストラクチャー

株主からの拠出金がモデルプロジェクトの資本金となる。MMCと住友商事は二つの特別目的会社（以下、“SPC”）を設立予定：

- SPC Iは、開発・設計・エンジニアリング・調達・建設・資金調達を実施。SPC Iは、IWKとMOFとの間でリース契約を締結。SPANからファシリティライセンスを取得後、SPC Iはプロジェクトの資産所有会社となり、MOFからリース料の支払いを受ける。
- SPC IIはプロジェクトの運営・管理を実施。SPC IIは、IWKとMOFとの間でO&M下請契約を締結し、オペレーションの対価はMOFより支払われる。SPC IIは、IWKからサービスライセンスを下請けする。

### 2) ファイナンス

ファイナンスプランにおいては、MOFとのリース契約により保全されるSPC（民間セクターが株主となる）が、イスラム債（スクーク）を発行し資金調達を行う。

### 3) 設備投資に対する年間リース料

総額約1,339百万リンギとなるプロジェクトコスト想定額は、借入金及び資本金の比率80:20の割合で資金調達される。（借入金：約1,073百万リンギ、資本金：約266百万リンギ）。年間リース料は、操業開始となる2016年から開始され、20年間に亘ってMOFより支払われる。当該前提で、年間リース料は約167百万リンギと試算。

### 4) 年間のオペレーション費用

モデルプロジェクトで建設する下水処理場のオペレーションに関与すべく、MMC及び住友商事はO&M下請け会社を設立予定。当社は2016年の操業開始から20年間に亘り、オペレーションサービスを行う予定。

オペレーション費用の予想年間平均コストは約31百万リンギで、当該コストには、汚泥の廃棄にかかるコストも含む。

## 3.3 当該事業の他国企業等の状況、動向

Selangor州Kajang市のCheras & Kajang処理区のプロジェクトに対する第三国の動きはないが、現在、Kajang 1&3、Cheras Batu 11、Cheras Jayaの各地域統合下水処理場建設に係るコンサルティング・サービスが、KeTTHAの下水道局（JPP）により現地入札に掛けられて既にコンサルタント選定を完了している。これらは、Kajang 2に続いて、各処理区に統合下

水処理場を建設するという JPP の個別処理案に基づくもので、本調査で提案する PPP 事業は上記 3 処理区を統合して一つの統合下水処理場で処理するという統合処理案と競合するものである。提案プロジェクトの成否は、そのような形成を逆転できるかどうかによって異なる。

### 3.4 事業のニーズ

#### (1) 評価基本方針

PPP 事業提案の観点より評価の基本方針を以下のように定める。

- 国の方針に合致している
- 全国的にニーズがある
- 下水道オペレーターの財務状況改善に資する
- 技術的に実施可能である

#### (2) ニーズ評価

マレーシアの下水道事業は 1993 年に下水処理場の維持管理が国の管轄下に移されてからコンセッション契約に基づいて IWK の維持管理の下に置かれることになったが、移管された下水処理場の数 7000 ヶ所という膨大な数になり、しかもそれらの大半は 2000PE 以下の小規模処理場で、しかも処理方式はまちまちで下水処理水は排水基準を達成できないものも少なくなかった。このため表 6.11 にも示されるように Selangor 州では 2,000 PE 以下の下水処理場は数にして全体の 70.5% も占めながら、PE 当たり維持管理費は 52.79 RM/PE で 50,000 PE 超の下水処理場 11.26 RM/PE の 4 倍以上と維持管理上非常に効率の悪いものになっている。このため、小規模下水処理場の統合と廃止は喫緊の課題となっている。

#### (3) 経済的評価

- IWK が維持管理する 50,000 PE 以下の下水処理場は 5,398 ヶ所、処理能力合計は 12,924,580 PE である、これらが 50,000 PE 超の下水処理場の維持管理費 11.26 RM/PE と同レベルで運転されると仮定すると総維持管理費は現在の RM389.997 million から RM145.531 million へと減少し、維持管理費は 62.7% も節減され、経済的なメリットは大きい。
- 廃止される小規模下水処理場跡地は一部を統合下水処理場に向かう下水幹線に下水を揚水するためのポンプ場として使われることもあるが、残りの敷地は他の用途への転用が可能であり、臭気や蚊やハエの発生といった問題もなくなり生活環境の改善に寄与する。
- 小規模下水処理場を統合して下水処理水排水基準を達成できる下水処理方式を採用することにより公共用水域の水質汚濁の最大の発生源とされている下水処理場からの汚濁負荷量の削減に資することができる。
- 現在、巡回方式で小規模下水処理場の維持管理が行われているが、経済発展と人口の都市部への集中によって首都圏での住宅団地開発は現在も進行しており、IWK が維持管理する下水処理場の数は年間平均で 200 ヶ所増えている。このため維持管理体制が数の増加に追いつかず、十分な維持管理が行われているとは言い難い状況にある。統合下水処理場及び下水幹線を新たに建設することによりこれらの問題を解決し、かつ、今後開発される新しい住宅団地建設に際してこの新しい下水道システムへの接続を指導することにより、小規模下水処理場の乱立を抑制することができる。

#### (4) 優先度評価

KeTTHA は「都市部に位置するすべての既存下水処理場を 2020 年までに合理化し、地域下水処理場に接続する」という方針 (3.6 参照) を掲げており、クアラルンプールに隣接し首都圏の一部となっているプロジェクトの対象地域である Cheras & Kajang 地区においても Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 2、Kajang 3 の 4 ヶ所に統合下水処理場を建設するた

めの入札手続きを進めており、Kajang 2 は既にコントラクターの選定を終えて工事着手の段階にあり (3.3 参照)、他の 3 統合下水処理場はコンサルタント選定の段階にあり、優先度は極めて高いと言える。

### (5) 成熟度

上述の(4)の状況に加えて、プロジェクトの対象地域では統合下水処理場の用地は既に確保されており、工事にいつでもかけられる状態になっている。

### (6) 技術的評価

提案プロジェクトには下水道セクターにおける先端技術が取り入れられ、グリーンテクノロジーについても消化ガス発電、処理場の上部利用による太陽光発電、下水汚泥の有効利用等いくつかのオプションが用意されている。これらの適用技術については下水処理場の維持管理に豊富な経験とノウハウを有する東京都が長期にわたって技術指導を行い十分な技術移転を図ることも提案されており、高度な技術を導入したけれども使いこなせないと言うことが起こらないように配慮されている。

## 3.5 事業目的

維持管理の十分に行き届かない既存の小規模下水処理場を廃止して、下水処理水排水基準を遵守することのできる新しい統合下水処理場を建設することにより、公共用水域の水質汚濁改善を図り、既存の小規模下水処理場の不備に伴うさまざまな問題を一掃することにより周辺住民の生活環境を改善する。

## 3.6 事業の需要予測

「マ」国では多くの地域・都市を対象に下水道計画が立てられ、下水処理場用地の確保が図られているが、実際の下水道整備は投資が十分でないために遅れており、経済発展及び都市化の進行に追いつかないため、公共用水域の水質汚濁は一向に改善されていない。本プロジェクトは PPP 事業のモデルプロジェクトとして下水道整備に民間資金の導入を図るもので、うまくゆけばその手法を他の下水道プロジェクトにも適用することにより、「マ」国における下水道整備を飛躍的に延ばす可能性を秘めている。地方の中核都市は下水道整備が手つかずのところも多く、首都圏のみならずこれらの中核都市にも潜在的需要がある。

## 3.7 事業リスク

提案プロジェクトが成立するにはいくつかのクリアすべき条件が設定されている。

- IWK の管轄区域で PPP 事業者が下水処理場を建設し所有することに対し、コンセッション契約の当事者である「マ」国政府並びに IWK が承認すること
- PPP 事業者が建設した下水処理場は IWK にリースされるが、そのリース料は IWK ではなく財務省が支払うこと
- 財務省のリース料支払いを担保にして、PPP 事業者が設立する特定目的会社 (Special Purpose Company: SPC) は債券を発行するが、この債券がトリプル A の格付を得て、金利負担の小さい資金調達を実現すること
- 施設オペレーターとしての権利が 3 年毎の免許更新をクリアしてリース期間中継続することへの保証、またはクリアできなかったときの契約解除の条件を明確にすること

これらの条件は一つ一つが、PPP 事業が成立するために次のステップに進むためのリスクでもある。

## 3.8 環境社会配慮

## (1) スコーピング

スコーピング結果は表 E-6 に基づいてカテゴリ B と判断される。

表 E-6 スコーピングリスト

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワー・モーターは、常時供給される電力により稼働するため、特に大気汚染は考慮されない。
	2	水質汚濁	B-	B+	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。工事現場及び排水管の敷設工事、排水口設置工事により、濁水が既存人工排水路に排水される可能性がある。 供用時：下水処理排水質は、マレーシア下水工業ガイドラインの基準 A（水道原水取水の上流での排水用）を適用することで計画している。従来、河川に処理場や浄化槽から処理水を直接流していたのを基準以下の水質に下水処理して排水するため、水質汚濁は改善されると考えられる。
	3	廃棄物	B-	B-	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：運転管理者等により通常の固形廃棄物の発生が想定される。下水汚泥は、肥料会社が全量引き取ることが計画されている。それが、不可能な場合、廃棄処分となる。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設用機材のオイルの流出等による土壌汚染の影響が考えられる。 供用時：特に影響は考慮されない。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設工事、建設用重機、車両の稼働等により騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワーの稼働による騒音等が想定される。
社会 環境	19	既存の社会インフラ や社会サービス	B-	B+	工事中：事業対象地付近の道路で交通渋滞が予想される。 供用時：スラッジ、塩素、凝集剤の輸送トラックが時折通行するのみであり、交通の影響はほとんどない。 下水処理により、河川へ水質浄化した処理水が排水されるため、河川環境は改善、かつ、衛生的になり住民生活は改善されるので、社会サービスの向上となる。
	28	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：運転機器の取り扱いに配慮する必要がある。
その他	29	事故	B-	B-	工事中：工事用重機、車両の取り扱い、事故に対する配慮が必要である。高所からの作業員の転落防止に対する配慮が必要である。 供用時：塩素ガス漏れ、運転機器の取り扱い事故に配慮する必要がある。下水幹線の維持管理においては、硫化水素や酸欠の発生に留意する必要がある。高所からの転落防止に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響、及び気候 変動	D	B+	本事業は、下水処理場の建設であり、越境への影響はほとんどないと考えている。地球温暖化に対処するため、消化ガス発電を行い、下水処理場の消費電力の一部を賄う計画である。

Source: Prepared by the Study Team



- 注) STP: 下水処理場 (Sewage Treatment Plant)
- A+/-: 重要な正/負のインパクトが期待される。
  - B+/-: ある程度の正/負のインパクトが期待される。
  - C+/-: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)
  - D: インパクトが無いと想定される。

## (2) ステークホルダー協議

本プロジェクトは、まだ初期の段階にあり、プロジェクトの実施担当官庁もまだ、決定されていない。プロジェクトデザインもまた作成中である。このような状況下で、計画下水処理場周辺の関係住民とステークホルダー協議を持つことは、それが予期せぬ事態を生じることも想定されるために、まだ、時期尚早であると判断される。そのため、ステークホルダー協議は、実施担当官庁、プロジェクト実施計画が固まった後、実施担当官庁を通じて実施するのが適切であると考えられる。

## (3) 用地取得と住民移転の必要性

用地取得地の地番 347 に 5 軒の住居があるほかは、不法占拠者等は存在しない。IWK によれば、「この 5 軒の住宅は、元来、土地所有者が商業ビジネスとして、家を建てて他人に貸しているもので、所有者がどのようなビジネスをしようが彼らの自由である。土地収用法により土地所有者との売買が成立すれば、土地所有者との協議により、テナントは他の土地に移転する。ただし、この場合、通常、少なくとも 1~2 カ月前の通告が必要である」とのことであった。

下水処理場予定地の獲得は、土地収用法に基づいて行っており、しかも、計画対象地域には、いわゆる不法占拠者といったものは存在しないとのことであり、したがって、合法住民及び不法占拠者による住民移転の問題はない。

## (4) 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策

以下の項目について、緩和対策を講じた。

### 1) 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

- 自然水路の一時的土砂堆積、堤切削や埋戻しによる土壌浸食
- 表流水に関わる負の影響
- 油、グリース、燃料による地面や表流水の汚染
- 人間や動物に危険となるカや他の媒介微生物等を増殖させるような土取り場や採石場、残土処分場でのたまり水の造成
- パイプ敷設に伴う残土処理
- パイプ敷設時及び浄水場建設時の騒音と振動
- 工事に伴う埃やダスト
- 道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止
- 工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性
- 資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染
- 工事に伴う排水
- 工事現場・宿舎周辺でのごみや汚物処理
- 工事作業員の安全管理
- 機械類の設置に伴う安全管理

### 2) 施設建設後の負の影響と緩和対策

- 下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄(目標年とする 2035 年で、水分含有量 80% で、130m<sup>3</sup>/day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。)
- 下水処理場に設置される送風機(6 台)、ポンプ(6 台)、及び停電時用の発電機(2 台)による騒音の発生
- 下水処理場からの悪臭

また、環境庁の要求にしたがって、下水処理場周辺に緩衝帯を設置した。

#### (5) モニタリング計画

工事中及び施設稼働中に発生する負の影響とこれを緩和する対策及び水道施設復旧後の施設稼働中の環境対策に関わるモニタリング計画（案）を策定した。

# 第 I 部 総 論

## 1 「マ」国の社会経済状況

### (1) 人口

マレーシアはマレー半島の西マレーシア（または The Peninsula と呼ばれる）11 州とボルネオ島にある東マレーシアのサバ、サラワクの 2 州の計 13 州及び連邦直轄区としての Kuala Lumpur, Putrajaya, Labuan からなる国土面積 330,803 km<sup>2</sup> の連邦国家である。

マレーシアの総人口は 2010 年で約 2,757 万人で、年間平均人口伸び率は 1980～1991 年の 2.64% から、1991～2000 年 2.60%、2000～2010 年 2.17% と低下傾向にある。地域的人口比率で見ると、Selangor 州が 1980 年の 10.86% から 2010 年の 19.63% へとほぼ倍増し、Sabah 州が 1980 年の 7.07% から 2010 年の 11.32% へと伸びたのを除くと、他の州はすべて比率を落としている。Kuala Lumpur, Putrajaya 及び Selangor 州を合わせると 25.78% と首都圏で全体の 1/4 を占めるまでに人口集中が進んでいる。

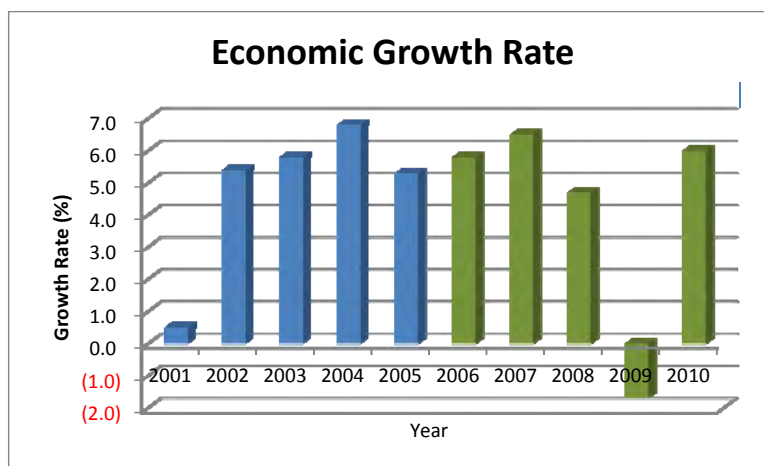
### (2) 経済的状況

第 10 次マレーシア計画（2011-2015）は第 8 次（2001-2005）及び第 9 次（2006-2010）におけるマレーシアの経済成長について以下のように述べている。

マレーシアはこの二、三十年にわたって高度経済成長を経験し、農業及び一次産品を主体とする経済国から浮上して、経済的に成長する中所得国になった。マレーシアの実質国内総生産（GDP）は 1991 年～2010 年に年間平均 5.8% の成長を見、教育・健康・インフラストラクチャー住宅及び公共アメニティにおける広範な進歩を支えてきた。

2006 年～2010 年の第 9 次マレーシア計画期間中に、国は 2020 年までにマレーシアを先進国入りさせるという国家的ミッション達成に向けて前進した。成長のモメンタムは世界的な経済・財政危機のために最近鈍っているが、景気刺激策とそれに伴う金融政策の二つを通じての公共消費が国家の回復を助けている。先を見ると、マレーシアはいまや 2020 年までに高所得経済国になるという進路を描くための経済発展の重大な岐路にさしかかっている。このため、政府はこの国をこれまでの成果によって創り上げた強力なプラットフォームの上に築き上げる必要がある。

しかし、世界的な経済環境は高い経済成長率を産むためにさらなる取り組みをする方向も変わってきている。いまや世界の経済成長は鈍化しており、一方、投資・貿易・人材への主導権争いは激しくなっている。このような状況において、マレーシアは第 10 次マレーシア計画の下で、目標達成のために必要な発展を産み出すことに努力を傾ける必要がある。



Source: Tenth Malaysia Plan

図 I -1.1 マレーシアの経済成長率

2010年の実際の GDP は7.2%で、2011年の第3四半期までの成長はそれぞれ、5.2%、4.3%、5.8%とゆるんでいるが、第10次五カ年計画の予想よりも高い。

GDP への寄与に関して言えば、Kuala Lumpur、Klang、Petaling Jaya、Subang Jaya、Ampang Jaya、Shah Alam、Cheras & Kajang を含むクアラルンプール都市圏は第二都市圏の約8倍になっている。この都市圏では2010年に GDP はSelangor州と W.P. Kuala Lumpur でそれぞれ、10.8%、9.2%増大した。その他の州の成長率は、Johor の9.3%、Pulau Pinang の10.0%を別にすると、2.4%～6.0%であった。

### (3) 社会的状況

国連開発機構 (UNDP) が作成した 2011 年の人間開発レポートは、人間開発指標 (Human Development Index: HDI) を含んでいる。この指標は「人間開発」のレベルによって国をランク付けするのに用いられ、「人間開発が非常に高い」、「人間開発が高い」、「人間開発は普通」、「人間開発が低い」に区分している。この HDI は平均余命 (Life Expectancy)、「文盲率 (Literacy)」、「教育」、「生活水準 (Standard of Living)」で、世界各国の比較基準に使っている。

マレーシアの HDI 値は 2011 年に 0.761 で、およそ 1995 年以降そうであるように、人間開発が高いカテゴリに属する。マレーシア全体では 2011 年は 187 の国と領域の中で、61 番目にランクされ、2011 年の平均 HDI が 0.671 であった東アジア及び大洋州、0.682 であった世界平均よりもいい方に分類される。しかし、マレーシアが人間開発で非常に高い指標に比肩し得る HDI を保持するには、重要な進歩がなお求められる。

表 I -1.1 は選抜された国における 2011 年の HDI 指標並びに HDI ランクを示す。

表 I -1.1 選抜された国における 2011 年の HDI 指標及び HDI ランク

Country/Group	HDI 指標	HDI ランク	誕生時の平均余命	予想就学年数	平均就学年数	1人 GNP (2005 PPP\$)
Malaysia	0.761	61	74.2	12.6	9.5	13,685
Thailand	0.682	103	74.1	12.3	6.6	7,694
Vietnam	0.593	128	75.2	10.4	5.5	2,805
East Asia and Pacific	0.671	-	72.4	11.7	7.2	6,466
High HDI	0.741	-	73.1	13.6	8.5	11,579

#### Notes

1. Total number of years of schooling a child of school-entrance age can expect to receive if prevailing patterns of age-specific enrolment rates stay the same throughout the child's life.

2. Average number of years of education received in a life-time by people aged 25 years and over.

Source: UNDP Development Report 2011

1980年～2011年の間に、マレーシアの HDI は 0.559 から 0.761 へと上昇し、この間の上昇率は 36%、平均年率で 1.0%であった。表 I -1.2 は 1980年～2011年の間の HDI 指標並びに HDI におけるマレーシアの進捗状況を示したものである。

表 I -1.2 マレーシアの HDI の傾向 (1980 年～2011 年)

年	誕生時の 平均余命	予想就学 年数	平均就学 年数	1 人 GNP (2005 PPP\$)	HDI 値
1980	67.4	9.1	4.4	4,722	0.559
1985	68.8	10.0	5.6	5,125	0.600
1990	70.1	9.8	6.5	6,375	0.631
1995	71.1	10.5	7.6	8,765	0.674
2000	72.1	11.8	8.2	9,461	0.705
2005	72.9	12.7	8.9	11,220	0.738
2010	74.0	12.6	9.5	13,192	0.758
2011	74.2	12.6	9.5	13,685	0.761

Source: UNDP Development Report 2011

1980 年～2011 年の間に 1 人 GNI は約 190% 増大し、誕生時の平均余命は 6.8 年、予想就学年数は 5.5 年、平均就学年数は 5.1 年延びた。

慢性的貧困層は 2004 年の 1.2% から 2009 年に 0.7% となった。総体的な貧困層発生率は 2004 年の 5.7% から 2009 年に 3.8% まで低下した。しかし、全国で貧困層にはばらつきがあり、半島部は 2.0% で、全国的には Melaka 州の 0.5% から Sabah 州の 19.7% まで幅がある。

2009 年の総体的な貧困層は、Pulau Pinang 州と W.P. Labuan を除いてすべての州で 2004 年より下がっている。2004 年～2009 年における総体的な貧困層の最大の低下は Terengganu 州で起こっている (15.4% から 4.0% へ)。

## 2 上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題

### 2.1 上下水道事業法（WSIA2006）施行以前の上下水道事業

#### (1) 水道事業

上下水道事業法（WSIA）制定以前においては、水道に関する事項及び事業は、各州の水道法によって管理され、連邦政府は水道及び事業に対する管轄権を持たなかった。水道のインフラ整備及びサービスに関する事項は、州政府の管轄及び管理下にあった。セランゴール州、ジョホール州といった州では、水道サービスの運営は民営化され、現在に至るも民間のコンセッション会社が使用者に対する浄水及び給水を所管している。

水道事業の展望が、運営上の効率性問題と財務的制約から苦しい状況にあるのを見て、連邦政府は介入を決断した。政府自ら 2005 年の連邦憲法改正によって、先ず上下水道事業を改革するイニシアティブを取った。今日では州と連邦政府の間で分担され、水道サービスは連邦政府によって、河川、流域及び地下水といった水源は、依然として州政府の独占的管轄下にある。

#### (2) 下水道事業

下水道事業法 1993 施行以前は、マレーシアの 144 の地方自治体がその行政区域での下水道事業を所管していた。しかし、資金及び技術力が限られていたためサービスも限られており、下水道システムは以下のように悲惨な状況にあった。

- 約 120 万個の腐敗槽の僅か 1% しか汚泥引き抜きを行っておらず、そうであっても、汚泥引き抜きは主に依頼に基づいていた。加えて利用できる適切な汚泥処理施設がなかった。
- 地方自治体が運転している 3,600 箇所の公共下水処理場のうち 80% は、下水処理水は要求レベルに達していないか、完全に故障していた。
- 下水道施設の設計基準もなく下水道施設の建設を技術的に管理できなかったため、程度の悪い下水道システムが民間開発業者によって建設された。
- 民間の処理場はまともに維持管理されているものは少なかったが、環境局（Department of Environment: DOE）のモニタリング体制も行き届かなかったためほとんどまったく無視されてきた。
- 地方自治体は下水道施設に長期にわたって投資をしてこなかった。
- （連邦政府からの技術援助と資金の下で）ほとんどの州都及び主要都市について、地方自治体により下水道マスタープランが策定されたが、資金不足のためこれらのマスタープランのほんのわずかしが実施されなかった。

当時のマレーシアにおける行政的・法律的構造は、財政的制約に直面していたため下水道事業を進めるのが難しかった。連邦政府は下水道事業法 1993 を導入することによって、ようやくセクターを再構築し、法の規定により連邦政府が下水道事業を民営化できるようになった。

1993 年の下水道事業法施行により下水道システム及び下水道事業の実施機関は連邦政府となり、地方自治体及び民間開発業者の抱える既存の下水道施設の連邦政府への移管が開始された。

1993 年 12 月 9 日に連邦政府とコンセッション契約の受け皿会社として同年 8 月に設立された民間会社 IWK の間で、IWK が地方自治体の行政区域内で下水道システムを計画・建設・管理する代わりに利用者から料金を徴収するというコンセッション契約が締結された。下水道に関する地方自治体の規制的・行政的機能はすべて下水道事業法 1993 の施行によって、

下水道局 (Sewerage Services Department: SSD) に移管された。コンセッション契約は、期間を 28 年間としていたが、政府の追加要求に応じてさらに延長されて 40 年間となった。

コンセッション契約は IWK が以下の業務範囲を請け負うことを予定していると規定していた。

- 既存公共下水道システムの運営及び維持管理を政府から引き継ぐこと
- 既存公共下水道システムの改善・改造を行うこと
- 新しい公共下水道システムを計画、設計、建設、運転すること
- すべての構造物、設備、そのような公共下水道システムの部品または一部を形成する付属設備を含めて、公共下水道システムを点検、補修、交換、設置すること
- 民間の接続管から何らかの公共下水道に流入する下水及び下水汚泥の受け入れ、収集、輸送、蓄積、貯蔵、処理、処分すること
- 腐敗槽、または、堅穴便所及びバケット式便所を含みかつこれに限らず、いかなるその他の形の下水道システムからの下水及び下水汚泥の排除、清潔にすること、空にすること、引き抜き、輸送、処理、処分すること
- コンセッショナリアが下水道事業を提供する顧客に対し下水道料金を請求、徴収、保留すること

長年にわたって、住民は下水道サービスを金銭評価できるようなものとは考えなかったため、コンセッション契約に基づいて以前要求もされなかった下水道料金を突然課せられたとき、住民の大きな抵抗に遭うこととなり、この料金支払に対する抵抗のため、IWK は大きな負債を背負うことになった。

その結果、2000 年 6 月に IWK は国有化され、いまや財務省 (Ministry of Finance: MOF) が完全所有の会社となり、連邦政府の意向に従うこととなった。

## 2.2 上下水道事業法 (WSIA2006) 施行以降の上下水道事業

連邦政府は 2004 年に (上下水道セクターを含む) 上下水道事業の改革を始めた。新しい運営モデルが上下水道事業改革のために導入された。全体のバリュー・チェーンを動かしている連邦政府・州政府・上下水道監督官 (SPAN)、上下水道資産管理会社 (PAAB)、及び上下水道オペレーターの五つの主要な利害関係者が存在する。新しい運営モデルを図 I -2.1 に示す。

上下水道セクターの新しい運営モデルを可能にする再構築の手段は、国家上下水道事業コミッション法 (National Water Services Commission Act) 2006 と上下水道事業法 2006 (Water Services Industry Act 2006: WSIA2006) の制定にある。

### 1) 国家上下水道事業コミッション法 2006

国家上下水道サービス・コミッション法 2006 は 2007 年 3 月に施行された。これによりマレーシアの上下水道事業コミッション、すなわち上下水道事業監督官庁となる SPAN (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara) が設立された。

### 2) 上下水道事業法 2006

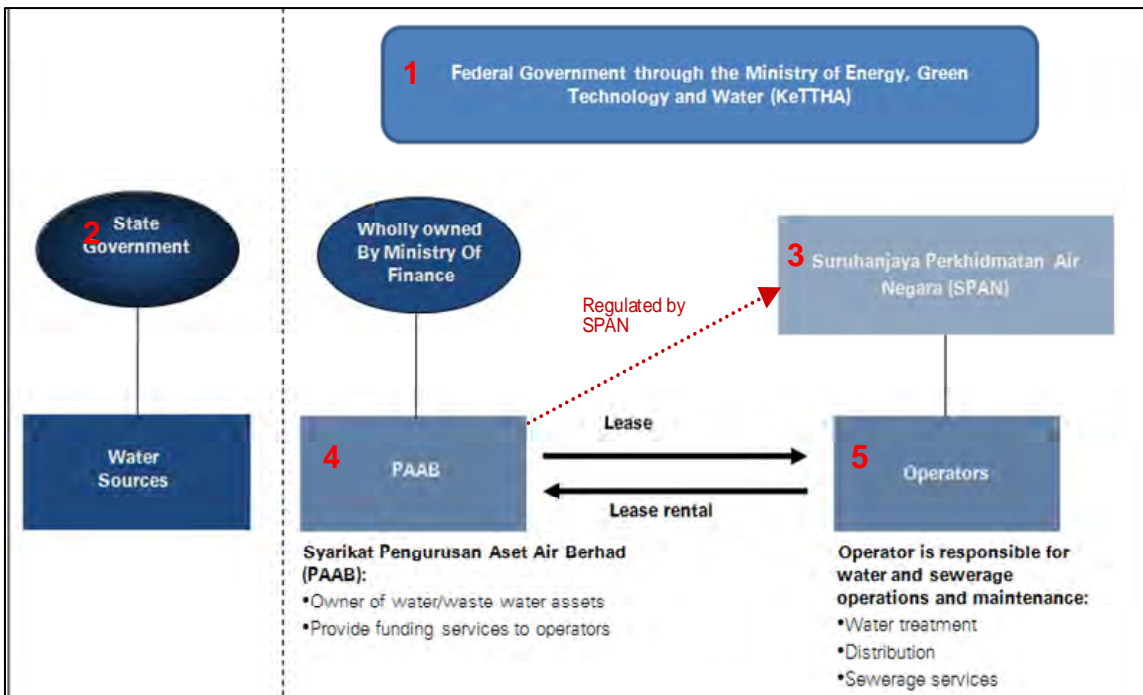
上下水道事業法 2006 (Water Services Industry Act 2006: WSIA2006) は 2008 年 1 月 1 日に施行され、マレーシア半島、クアラルンプール、プトラジャヤ及びラバアン連邦直轄領に適用されている。上下水道事業法 (WSIA) 2006 は下水道事業法 (Sewerage Services Act: SSA) 1993 と州水道条例という既存の法律に取って代わるものである。SSA1993 のマレーシア半島及び連邦直轄領 (クアラルンプール、プトラジャヤ及びラバアン) に対する適用は破棄され、一方、州水道条例はマレーシア半島の州への適用に関しては破棄



される。

上下水道事業法（WSIA）2006 は連邦政府が法律、政策の画一性を確保し、これまで州当局が所管していた水道事業を免許制度の下で規制できるように策定されたものである。

さらに重要なことは、上下水道事業法（WSIA）2006 は制度的改革と財務的改革への道を拓いた。



Source: The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008

図 I -2.1 上下水道事業の新しい運営モデル

これらの上下水道事業のための水のバリュー・チェーンは表 I -2.1 のように表される。

表 I -2.1 上下水道事業のための水のバリュー・チェーン

	水源流域	貯水	浄水プロセス	配水システム	下水道サービス	請求システム	内部的組織	広報
州政府	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域の告示</li> <li>流域の維持・保全・機能回復</li> <li>原水取水の免許</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>
SPAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>オペレーターからの原水水質に対する意見</li> <li>州政府・NRWC・DOE 等との連絡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画についてオペレーターとの連絡、貯水能力のモニタリング</li> <li>貯水池の基準明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄水場の基準明確化</li> <li>浄水についてオペレーターとの連絡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NRW をモニターするためオペレーターとの連絡</li> <li>浄水水質をモニターするためオペレーター</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道サービスの標準設定</li> <li>オペレーターの成績のモニター</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>収入安定の標準設定</li> <li>徴収率の標準設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイプ敷設工事業者、給排水工事業者に免許交付</li> <li>内部配管・浄水器の標準設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水フォーラム</li> <li>顧客の要求・範囲のモニター</li> </ul>

				ーターとの 連絡				
PAAB <sup>1)</sup>	•関わらない	•貯水池建設の資金調達 •貯水池機能向上の資金調達	•浄水場建設の資金調達 •浄水場機能向上の資金調達	•配水管敷設の資金調達 •配水管機能向上の資金調達	•下水処理場建設の資金調達 •下水処理場機能向上の資金提供	•関わらない	•関わらない	•関わらない
上下水道オペレーター <sup>2)3)</sup>	•原水水質のモニター	•損失水量のモニター •貯水池の維持	•浄水処理 •浄水場の維持 •十分な生産量の確保 •良質の資材・設備の配置 •24×7サービス •継続的改善プロセス	•配水管網の維持 •配管の補修 •十分な水圧の維持 •湛水の直し •損失水量の最小化 •水質の届け出 •良質の資材の配置 •24×7サービス	•下水処理 •下水処理場の維持管理 •良質の資材・設備の配置 •24×7サービス •継続的改善プロセス	•請求システムの設置と維持 •検針 •収入安定プログラムの制限 •徴収率の達成 •メータ交換プログラム •継続的改善プロセス	•関わらない	•24×7サービス •迅速な対応 •丁寧且つ有益なサービス •カウンター、オンライン手段、郵便局、銀行、徴収代理店を通じて支払を容易にする •対話チャネル •情報の利用可能性

注1) PAABはこれまでのところ下水道サービスに一切関わっていない。

注2) 上下水道オペレーターは現在、水道オペレーターと下水道オペレーターに明確に区分され、双方をカバーするオペレーターはまだ存在しない。

注3) 水道オペレーターには州の公共事業局または水道局の流れをくむものの外に、純粹の民間資本によるものも存在する。

Source: *The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008*

Note: NRW: Non-Revenue Water (無収水)

## 2.3 上下水道事業に関わる機関

### (1) エネルギー・グリーンテクノロジー・水省 (KeTTHA)

上下水道事業の新しい運営モデルに基づいて、多様な問題と状況の管理は、連邦政府のエネルギー・グリーンエネルギー・水省 (Ministry of Energy, Green Technology and Water: KeTTHA) に委ねられている。上下水道セクターにおける KeTTHA の職務は先進国入りをめざすというマレーシアの大志に従って、上下水道事業を推進するための重要な計画及び開発、経済及び社会的側面に係る政策決定に関わっている。

#### 1) 水道局 (JBA または WSD)

- 水道プログラムの計画・設計・実施・管理に当たって本省及びその他の機関に技術的な助言を行う。
- 国民及び国家の必要性を満たす目標に合致する全国的水道整備プログラム／プロジェクトを計画・実施・調整・監視する。
- 水資源開発を計画・監視・実施する。
- マレーシアの取水場における原水及び Sabah 州、Sarawak 州における処理水の水質を監視する。

- リスクの高い水道ダム及び傾斜地にあるタンクの安全性監視を実施する。
- 水道プロジェクトのための承認資材リスト作成に際して、(SIRIM 及び SPAN)委員会メンバーに奉仕する。
- PAAB が実施するランガット川浄水場の審査機関として行動する。
- NRW 削減プログラムを計画・実施・監視する。
- Labuan 島における生活上及び工業上の要求に応える水道インフラを計画・用意・維持する。

## 2) 下水道局 (JPP または SSD)

- 全国に規定された標準に従って適切で近代的下水道システムの円滑な実施を推進する。
- 下水道産業を推進・発展させ、それをコスト・技術・労働力に関して効率的に管理する。
- 妥当なコストで最善のサービスを確保することにより利用者の権利を保護する。
- 民営化プロジェクトの実施がうまく満足がいくようにする
- 水資源及び水環境を保護することにより近代的な下水道セクターの発展を通じて「マ」国の経済成長を支援する。

## (2) 国家上下水道事業コミッション (SPAN)

新しい運営モデルでは、上下水道事業の監督官は SPAN である。SPAN の役割は KeTTHA が定める政策の実施、監督、規制、基準の設定、全国の上下水道事業の均一性のモニタリング及び確保にある。

上下水道事業法に規定されている機能に加え、SPAN は下記の重要な機能を担っている。

- 上下水道事業法の国家目標に係る諸問題につき、大臣に提言を行い、国家目標達成に資する。
- 上下水道事業法を施行し、本法の見直しについても検討・提言を行う。
- 上下水道サービス関連事業の生産性の確保、規定されたサービス水準に合致するオペレーターの管理、契約義務・関連法規及び指針の遵守を行う。
- 関連事業の運転効率向上に向け、関係機関の調整を図る。特に、短期・中期・長期プログラムによる無収水削減に向けた活動の調整をする。
- 消費者・免許交付者双方に公正な料金体系の決め方について、公正かつ効率的な手法を大臣に提言する。更に適正な手法及び手段を通して策定された料金表を実施する。
- 上下水道サービスの整備率を含む国家開発計画の目標を設定する。
- 継続的な投資を計画することで、上下水道サービスの品質の長期的かつ継続的な向上を目指す。
- 下水道サービスに求められる課題解決に向けた開発計画を策定・実施する。関連機関と協議し、下水処理区域の線引きを行い、新規下水道施設整備及び既存下水道施設改善計画を立案する。
- その他の成文化された法規により授与された権限を行使する。
- 大臣に上下水道サービスに係る諸問題につき提言を行う。

## (3) 上下水道資産管理会社 (PAAB または WAMCO)

新しい運営モデルでは、上下水道資産管理会社 (Pengurusan Aset Air Berhad: PAAB) が財務省の下に設立された。新しい運営モデルでは、上下水道オペレーターのために上下水道事業におけるインフラ資産の資金調達を PAAB を通じて緩和される。上下水道オペレーターは O&M に専念する資産を持たない組織として運営される。PAAB の第一の役割は既存施設を獲得するための資金調達と、上下水道事業において新しいインフラ資産に投資することにある。PAAB はまた、以下の目的を有する。

- 上下水道インフラ及び上下水道システムに係るその他すべての資産を建設、修復、改善、機能向上、維持、修理すること
- 国の上下水道資産を整備するために優位性のある資金を獲得し、そのような資産を SPAN から O&M の免許を受けた上下水道オペレーターにリースで貸し出すこと
- 上下水道サービスの効率化と質を確保するという政府のビジョン達成に向けて、国の上下水道事業を再構築するために SPAN を援助すること

さらに重要なことは、PAAB は事業がフル・コスト・リカバリを達成できない間の資本的経費の資金調達手段として設立されたことである。

2009 年 10 月、PAAB は RM200 億の債券発行プログラムに着手した。これはイスラム条項及び商業債券を伴い、上下水道資産取得及びさまざまな資産に係る水道インフラ整備のための資金調達を助ける ‘Sukuk Programmes’ として知られている。

資産の少ないモデルの目標達成のために州の水道資産引継に関する PAAB の展開に關して言えば、PAAB は今日までに表 I -2.2 に示すようにマラッカ州、ネグリ・センビラン州、ジョホール州、ペルリス州及びペナン州から水道資産を取得している。

表 I -2.2 PAAB の資産取得状況

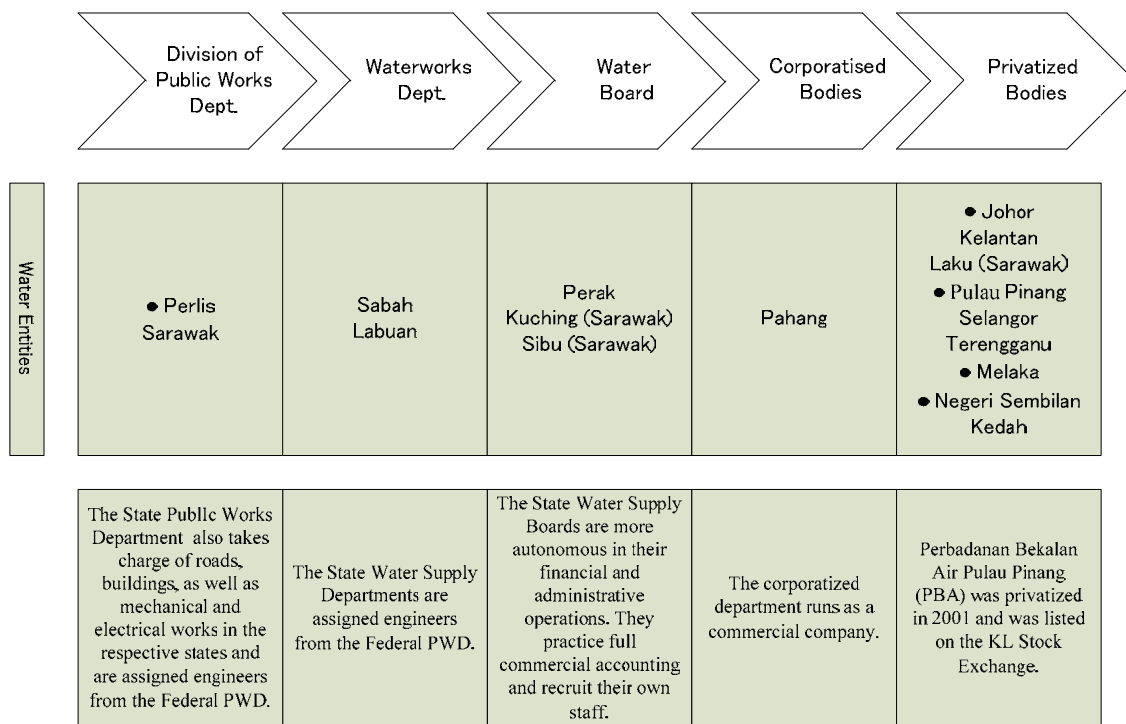
State	Operator	Acquisition Date	Value
Melaka	Syarikat Air Melaka Berhad	Dec. 2008	RM0.89 billion
Negeri Sembilan	Syarikat Air Negeri Sembilan (SAINS)	Jan. 2009	RM1.21 billion
Johor	SAJ Holdings Sdn Bhd	Mar. 2009	RM4.03 billion
Perlis	Public Work Department of Perlis	Aug. 2010	RM0.20 billion
Pulau Pinang	Perbadanan Bekalan Air Pulau Pinang	Jun. 2011	RM0.66 billion

Source: PAAB

(4) 上下水道オペレーター

1) 水道オペレーター

水道オペレーターにはもともと州政府の公共事業局または水道局からスタートしたものが多く、民営化まで至ったものも含めて図 I -2.2 に示すように様々な形態がある。



- Asset-light water utilities

Source: Prepared by the Study Team based on the data from MWIG 2004 & 2011

### 図 I -2.2 州水道局の発展形態

これらの水道オペレーターの中には一部の水道施設（浄水場及びまたは配水システム）の維持管理について純粋の民間会社とコンセッション契約を結んでいるものもある。

#### 2) 下水道オペレーター（IWK）

今日までに半島及び Labuan において、Kelantan 州、Johor Bahru and Pasir Gudang Municipal Area、Ketengah Area、Kejora Local Authority Area を除く 87 の地方自治体の下水道施設の運営を IWK に移管しており、IWK は現在、家庭・商業・官庁・工業セクターを含めて 256 万個の接続を有している。インフラに関しては、IWK は 5,605 ヶ所の下水処理場、778 ヶ所のポンプ場、14,342 km の下水管網から成る公共下水道を維持管理している。

2010 年現在、マレーシア全体で 5,781 ヶ所の公共下水処理場、2,240 ヶ所の民間下水処理場 828 ヶ所のポンプ場、15,744km 下水管がある。

IWK は現在、以下のような業務を提供している。

- 公共下水道システムの維持管理  
供用区域内にある下水管総延長 14,342km、ポンプ場 778 ヶ所、公共下水処理場 5,605 ヶ所の定期的及び計画的維持管理を行う。
- 腐敗槽汚泥引き抜きサービス  
官公庁の共同腐敗槽の計画的汚泥引き抜き、及び共同腐敗槽及び個別腐敗槽の依頼に基づく汚泥引き抜き
- 下水処理水水質及び下水汚泥処分活動のモニタリング  
下水処理水水質及び下水汚泥処分活動のサンプリング、分析、モニタリング。  
下水処理水遵守状況データの DOE 及び SPAN への提出
- 下水道に係る投資的工事及び修復管理

- 下水道プロジェクトの管理、投資的工事の遵守状況のモニタリング、及び全国及び広域下水道プロジェクトの修復
- 下水道セクターにおける研究開発  
組織内の研究開発作業・継続的改善プロジェクト、外部供給メーカー主導の研究開発、  
公的機関・大学の研究開発の組織化、学園生徒による調査のイニシアティブ
  - 下水道技術及び運転スキルの訓練  
下水道計画、エンジニアリング、環境モニタリングと分析、運転、予防的維持、  
下水道システムにおける健康と安全に係る専門的技術、及び非技術的訓練
  - 下水道技術・環境サービス／コンサルティングサービス
    - ✓ 下水道マネジメント・政策・住民意識に係る国際的コンサルタント業務
    - ✓ 下水道システム・会社の監査の実施（国際プロジェクト、インドネシア、中東等）
    - ✓ 上下水道事業の HAZOP 調査
  - 下水道計画・下水道資産データのモニタリング及び認定サービス
    - ✓ 計画サービス：全国的下水道戦略、汚泥管理戦略、下水道プロジェクト計画、下水道資産データベース、GIS システム、マッピング等
    - ✓ 認定サービス：コミッション (SPAN) に代わって下水道施設申請書の評価・認定・承認

重要なことは、IWK と連邦政府は全国で下水道事業を展開するという 1993 年のコンセッション契約にいまなお縛られていることである。上下水道事業法 (WSIA) 2006 の第 191 条は同法の別表 (Schedule) に記載された契約の有効期間を規定している。

- 第 191 条では、権限を有する者は契約書及び上下水道事業法 (WSIA) 2006 の別表に記載された補完契約書に記された事業及び活動を行ってよい。
- 1993 年 12 月 13 日に IWK と政府の間で交わされたコンセッション契約書は上下水道事業法 (WSIA) 2006 の別表の下で有効であるとして挙げられたそのような契約書の一つであり、従って今日でも効力を有する。

コンセッション契約継続期間は、授与されたいかなる延長も別表の改正を必要とするので、裁定された当初の 28 年であると解されている。このことは、コンセッション契約が 2021 年に失効すると考えるのが妥当であることを意味する。1993 年のコンセッション契約は有効であるので、下水道事業を展開する IWK の機能は今でもなお、契約書の下で課せられた権利と義務に縛られる。つまり、IWK は 2021 年のコンセッション期間の終わりまで全国的下水道事業の展開に関して独占的権利を保有している。

## 2.4 上下水道セクターの状況と課題

### (1) 水道セクター

マレーシアの水道普及率は非常に高く、2010 年の給水人口普及率は前年の 93.0% から 94.2% になっている。都市部は農村部よりも普及率は高く、2010 年は農村部の 88.4% に対し都市部は 96.8% となっている。

この 10 年間の各年において都市部人口普及率は似たようなもので、2007 年の 96.5% と 2006 年の 97.8% の範囲にあり、2001 年は 97.0% であった (2010 年よりも数値が高い)。しかし、Kelantan 州の都市部給水人口普及率は 2007 年 56.3% で、2006 年の 79.0% よりかなり低い。2007 年に Kelantan 州はメータ付き給水人口普及率に基づいて給水人口を決めるようになり、これがこの州で都市部給水人口普及率が年々低下した要因と思われる。

農村部給水人口普及率は 2005 年と 2006 年は約 91.0% であったが、2001 年の 86.0% から 2010 年の 89.7% へと増大している。これらの年の高い普及率は、Kelantan 州、Sabah 州、

Sarawak 州の 2007 年の普及率が 2006 年よりもかなり低く報じられているので、データの利用可能性・編集方法・精度によるものかも知れない。Kelantan 州に係る上記コメントはまた農村部給水人口普及率にも当てはまる。

水道事業は歴史的に、政府補助金なしには財務的に安定した持続性が妨げられるという永続的な課題に直面してきた。長年にわたって、以下の三つのタイプの問題を抱えてきた。

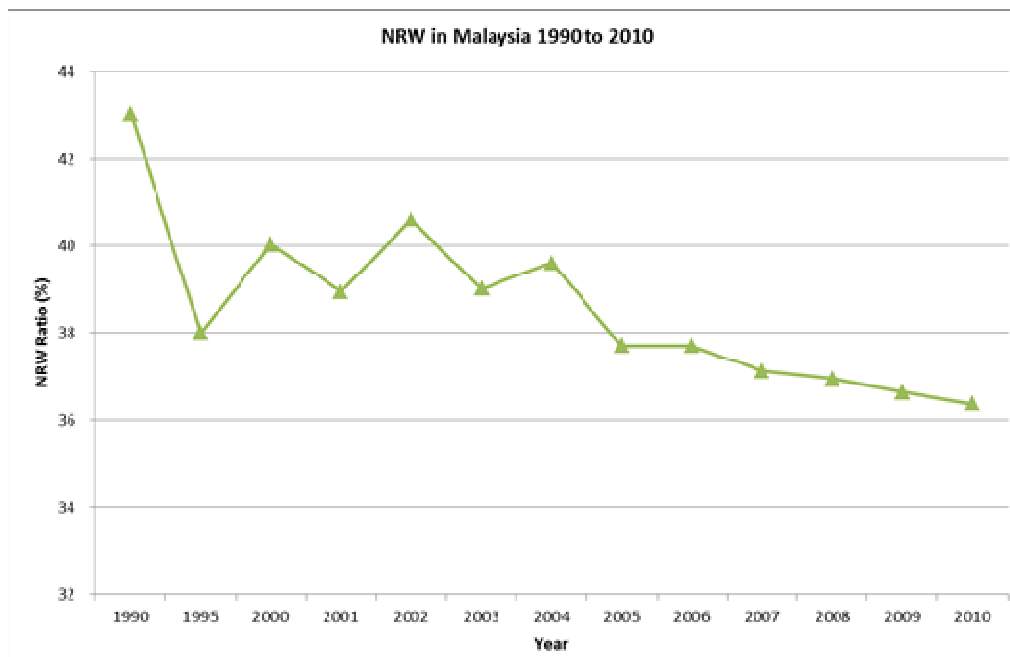
- 運営の効率性
- 制度的枠組み／ガバナンスの有効性
- 資金的制約

この実態を踏まえて、マレーシア政府も、水道事業を自立した持続的な産業とするためには、迅速で断固たる改革が必要であると認識している。ここで言う改革とは、「水道事業を整理し、利用者の利便性を考慮した効率的で競争力のある事業」へと移行させるものである。

#### 1) 運営の効率性

日本では無収水（大部分が漏水）の削減は、貴重な水資源を有効に利用する、すなわち、一滴の水も無駄にしない、という観点から漏水防止に力を入れてきたため、多くの水道事業体では無収水率（ほぼ漏水率に等しい）が現在では 10%未満の水準にまで下がっている。一方、欧米では無収水（漏水が主であるが、計量誤差等、他の要素も無視できない割合を含んでいる）の削減は、主として費用対効果を考慮して、無収水の削減に一定以上の費用をかける必要がない、という観点から取り組んできたため、多くの国で無収水率が 10～20%の水準にある。近年、途上国においては、植民地時代に敷設した管路の老朽化に伴う漏水に加えて、盗水や計量誤差（メータ誤差、検針誤差等）の存在が無視できないほど多いため、無収水率が 30～60%にも及び、水道事業の経営改善と水資源の有効利用の観点から、その削減に取り組むようになってきた。既に途上国とは言えないマレーシアにおいても、無収水率は全国平均で 37%（2009 年度）と、途上国の域を出ていない。そこでマレーシア政府は 2015 年度までに 34%まで下げるという目標を掲げて無収水削減に努力している。

水道事業の運営における重要な課題は、高レベルの無収水（NRW）にある。**図 I -2.3**によれば、マレーシアの NRW は 90 年代半ば以降ほとんど改善されておらず、2005 年以降ほとんど減少していない（2005 年の 37.7%から 2010 年の 36.63%）。**3.1**で後述するように、第 9 次マレーシア計画における NRW 目標値は 2010 年に達成されていない。



Source: MWIG 1990-2011

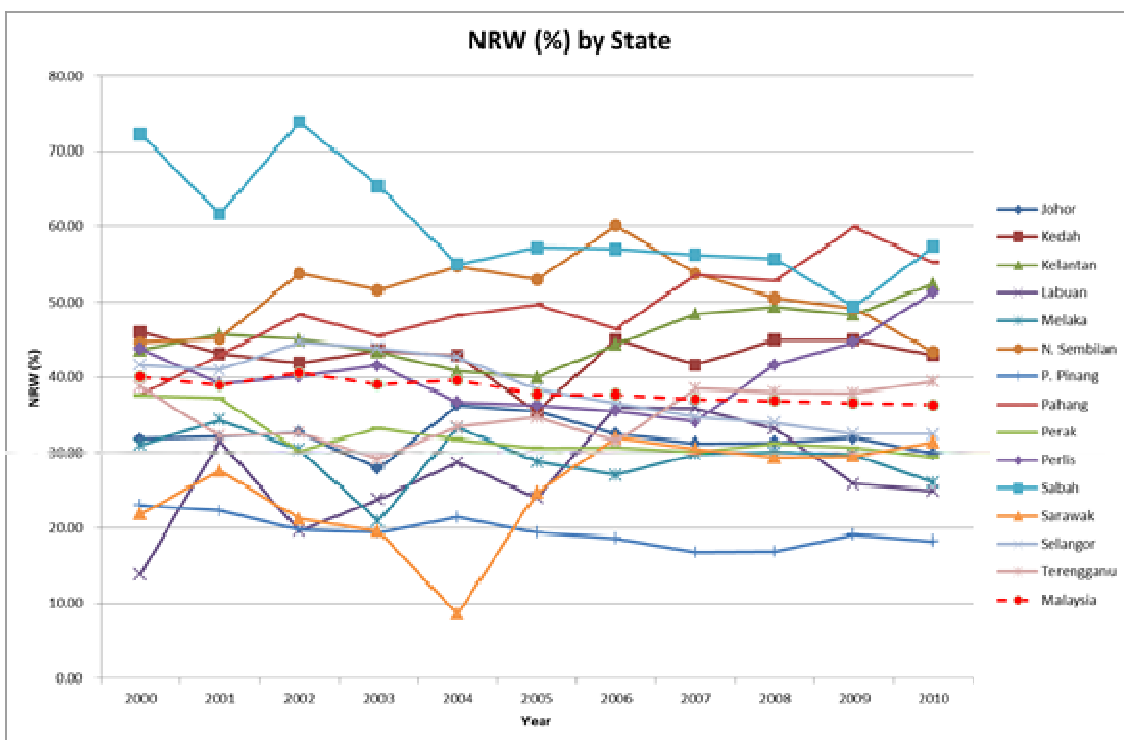
**図 I -2.3 1990 年～2010 年のマレーシアの NRW**

各州及びマレーシアにおける 2000 年～2010 年の NRW を図 I -2.4 に示す。2000 年と 2010 年を比べて NRW の最大の削減は、Selangor 州、Perak 州、Pulau Pinang 州、Sabah 州に見られ、すべてのケースで NRW は 20%以上削減されている。2000 年の Pulau Pinang 州の NRW は既に約 23%と低く、Labuan 市、Sarawak 州では僅かしか改善していない。NRW を現行レベル及び最近のレベル（2007 年及び 2008 年の 17%以下を含めてすべての年で 20%以下）に削減することそれ自体、意義のある成績と言える。

2000 年と 2010 年を再び比べると、NRW の最大の上昇率は Labuan 市（80%）、Pahang 州（47%）、Sarawak 州（44%）に見られる。しかし、Labuan 市の場合、2010 年を 2001 年と比較すると、率に関して言えば率は改善されていると言えるので、一部の年のデータは信頼できないかも知れない（2000 年 13.85%、2001 年 31.56%、2002 年 19.60%）。

一部のその他の州では NRW の傾向は一貫性がないということで、一部データの信頼性によるものかも知れない。





Source: MWIG 2003-2011

図 I -2.4 マレーシア各州の NRW (2000 年～2010 年)

## 2) 制度的枠組みの有効性

歴史的に上下水道事業法 (WSIA) 以前はマレーシア連邦憲法の下で、水道事業は各州政府の管轄下にあった。そのような状況下で、浄水と配水を州の機関または公営企業または民間企業のいずれかが行ってきた。これらには図 I -2.2 に示すような形態がある。

さまざまな形態の運営組織の中で、州の水道オペレーターのサービス成績レベルにかなりの差が見られる。これらの水道事業は細分化されガバナンスに統一性もない。

結果的に使用者は異なる給水及びサービスの質に直面し、州毎に水道料金も異なっている。州政府が水源を管理し、一つ以上の民間コンセッションアが浄水場の運転を担当し、別の会社が配水を運営するというのでは、事業構造は有効性に欠ける。

事業構造における有効性の欠如が、取水から配水までの非効率性を次第に増大させ、水道オペレーターのためのコスト構造の不備及び使用者に対するまずい料金決定を招いている。この結果、経済及び国民のための主要セクターにおいて、水道オペレーターが実施可能であること及び持続可能な運営を行うことが主要課題となっている。

## 3) 資金的制約

水道事業は、新たな水道インフラを整備することで赤字が増大することに悩まされており、多くの州では既存施設の維持管理及び新しい水道サービス整備の資金とするために連邦政府から借金する結果になっている。

料金がフル・コスト・リカバリでないことを考え合わせると、水道オペレーターは自身の水道インフラ資産を更新・整備するだけのキャッシュ・フローを生んでいない。

上記の外に水道セクターにおいて運営上の問題を引き起こす重要な課題は、以下の通り

(以下の本文中の数値は2010年のもので「マレーシア上下水道事業ガイド2011年」による。)

1) 水資源の長期的持続可能性

水量に関して主要水源になっている河川の汚濁は深刻な問題である。最近(2005年～2009年)、「環境統計概要(Compendium of Environment Statistics)」に報じられているように、一般的傾向として不十分な下水処理場、農産物加工産業、動物農場及び降雨量の減少と言った主に汚濁源の数の増加に起因する原水水質の悪化が見られる。原水水質の悪化は、(1)運営コストの増大、(2)設計基準の制限値を超える原水を処理する難しさ、を含めて、処理水水質が基準の要求を満たさないこととともに運営コストの増大を引き起こしていると考えられる。

2) 水道資産の老朽化

パイプの交換または修復を必要とする老朽化した水道管の延長はかなりある。多くの浄水場は50年以上を経過し、改善は実施されているが、恐らくさらなる改善または交換が要求されているか、または有益である。水道メータの23%以上は7年を超え、25.6%が7年を超えた2007年以降ささやかな改善が行われている。

3) 非効率な小規模で分散した浄水場

処理能力の小さい浄水場がかなりの数あり、大規模浄水場と同様にそれらの一部の運転は原水処理量当たりの運転コスト/m<sup>3</sup>、浄水場における水量損失に関して非効率的である。一部地域では浄水場の数及び関連する送配水システムに関して非効率的で、合理化により維持管理費及びサービスレベルの改善が可能である。

4) 不十分な汚泥処理施設

浄水場の相当量の汚泥が、十分な処理もなく河川に排出されている。

5) 低い料金水準

水道料金は一人当たり GNI に関して似たような経済レベルにあるその他の国の料金と比べて非常に安い。いくつかの州では、料金が前回改定以降、これらの州の経済レベルはかなり上がっていたとしても、水道料金は多年にわたって変えらずに来ている。

(2) 下水道セクター

1) 下水道人口普及率

マレーシアには下水道人口普及率という概念はない。したがって、下水道人口普及率が政策目標で示されることはないと言ってよい。

下水道人口普及率は以下の方法で試算はできるが、いくつかの問題を抱えている。

下水道人口普及率の試算に関連して以下の二つの統計データが利用可能である。**表 I -2.3** のカテゴリ別下水道接続数で人口に関わるのは Domestic と Government Quarters であり、**表 I -2.4** のタイプ別衛生施設利用戸数では共同腐敗槽 (Communal Septic Tank: CST)、個別腐敗槽 (Individual Septic Tank: IST)、注水式水洗便所 (Pour Flush: PF) である。

表 I -2.3 カテゴリ別下水道接続数

State	Domestic	Commercial	Gov. Quarters	Gov. Premises	Industry	Total
Johor	231,367	18,405	1,509	203	533	252,071
Kedah	95,021	7,414	2,726	167	36	105,364
Kelantan	4,932	742	499	-	-	6,173
Melaka	94,150	8,780	1,041	98	38	104,107
N. Sembilan	147,360	11,566	3,533	183	51	162,693
Pulau Pinang	314,025	30,068	8,044	693	837	353,667
Pahang	53,699	4,600	1,386	145	5	59,835
Perak	214,109	16,353	3,011	131	22	233,626
Perils	4,209	260	724	14	*	5,207
Selangor	1,045,819	89,299	8,996	590	1,128	1,145,832
Terengganu	10,220	579	910	131	*	11,840
FT K. Lumpur	306,522	34,642	61,939	1,533	31	404,667
FT Labuan	3,336	801	948	12	3	5,100
FT Putrajaya	3,465	286	10,054	89	**	13,894
Total	2,528,234	223,795	105,320	3,989	2,684	2,864,022

Source: MWIG 2011

表 I -2.4 タイプ別衛生施設利用戸数

State	Public STP	Private STP	CST	IST	PF	Total
Johor	2,283,257	539,769	46,290	1,296,975	667,390	4,833,681
Kedah	706,684	122,682	43,590	772,730	882,855	2,528,541
Kelantan	47,500	70,600	117,728	283,225	342,353	861,406
Melaka	690,457	193,241	32,626	275,420	80,640	1,272,384
N. Sembilan	1,209,167	124,623	38,350	371,445	141,080	1,884,665
Pulau Pinang	2,120,407	40,813	15,680	61,645	286,460	2,525,005
Pahang	368,519	447,183	13,800	667,325	681,940	2,178,767
Perak	1,435,585	104,987	120,603	1,031,850	416,265	3,109,290
Perils	30,629	19,925	2,665	95,300	111,695	260,214
Selangor	7,047,144	348,182	84,965	829,685	106,220	8,416,196
Terengganu	119,109	154,932	15,963	413,470	718,805	1,422,279
FT K. Lumpur	3,402,296	71,430	13,110	266,455	25,000	3,778,291
FT Labuan	43,066	42,408	790	22,715	13,590	122,569
FT Putrajaya	28,706	342,464	N/A	N/A	N/A	371,170
Total	19,532,526	2,623,239	546,160	6,388,240	4,474,293	33,564,458

Source: MWIG 2011

表 I -2.3 の生活系の下水道接続数は 1 connection = 5 PE で人口換算される。これは 1 世帯 = 平均 5 人家族からきている。表 I -2.4 の CST、IST、PF は基本的に 1 connection = 5 PE または 1 household = 5 PE ですすでに換算人口で表されている。CST はかつては下水道施設として IWK の管理対象となっていたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行により、IWK の管理対象からからは外れ、利用者に管理責任が移った。CST も下水道でつながっているため、下水道整備済みとして扱うとすると下水道整備人口は次式で与えられる。

下水道整備人口 = (Domestic 接続数 + Government Quarters 接続数) x 5 + CST 人口  
これに、IST 及び PF 利用人口を加えると実際の人口に等しくなるはずであるが、表

I -2.5 に示すように、多くの州で衛生施設利用総人口は実際の人口（人口は Census 2010 に基づく）を上回っている。

表 I -2.5 衛生施設タイプ別利用人口（1戸当たり家族人口5人による）

State	Domestic (PE)	Gov. Quarters (PE)	CST (PE)	IST (PE)	PF (PE)	Total (PE.)	Census 2010 (pers.)	Difference (pers.)
Johor	1,156,835	7,545	46,290	1,296,975	667,390	3,175,035	3,233,434	-58,399
Kedah	475,105	13,630	43,590	772,730	882,855	2,187,910	1,890,098	297,812
Kelantan	24,660	2,495	117,728	283,225	342,353	770,461	1,459,994	-689,533
Melaka	470,750	5,205	32,626	275,420	80,640	864,641	785,806	78,835
N. Sembilan	736,800	17,665	38,350	371,445	141,080	1,305,340	997,071	308,269
P. Pinang	1,570,125	40,220	15,680	61,645	286,460	1,974,130	1,520,143	453,987
Pahang	268,495	6,930	13,800	667,325	681,940	1,638,490	1,443,365	195,125
Perak	1,070,545	15,055	120,603	1,031,850	416,265	2,654,318	2,258,428	395,890
Perlis	21,045	3,620	2,665	95,300	111,695	234,325	227,025	7,300
Selangor	5,229,095	44,980	84,965	829,685	106,220	6,294,945	5,411,324	883,621
Terengganu	51,100	4,550	15,963	413,470	718,805	1,203,888	1,015,776	188,112
W.P. K. Lumpur	1,532,610	309,695	13,110	266,455	25,000	2,146,870	1,627,172	519,698
W.P. Labuan	16,680	4,740	790	22,715	13,590	58,515	85,272	-26,757
W.P. Putrajaya	17,325	50,270	0	0	0	67,595	67,964	-369
Total	12,641,170	526,600	546,160	6,388,240	4,474,293	24,576,463	22,024,882	2,551,581

Source: Prepared by the Study Team

この原因として考えられるのは、

- 1) もはや1世帯＝平均5人家族の時代ではないことが挙げられる。すなわち、統計局の人口と住宅に関する Census 2010 の結果（付属資料 2.1 参照）によれば1世帯の平均人口は全国平均で1980年の5.22人から2010年の4.31人へと低下し、Selangor 州では5.33人から3.93人へと全国平均よりも下がり方が sharp になっている。
- 2) マレーシアではまだ不動産バブルが続いているように見受けられる。資産家は投資の対象として値上がりを期待して住む意志のないコンドミニアムを購入しているとも言われる。コンドミニアムが完成し下水道に接続されると、IWK は全戸数を Connected PE として計上することになり、その中には非居住の戸数も含まれることになる。

すなわち、統計局のセンサスは実際に居住している部屋を対象に調査を実施していると考えられるので、1 connection or 1 Household = 5 PE と実態との乖離、及び非居住の住宅を接続口数にカウントすることによって、下水道整備人口が過大評価されている可能性がある。

ちなみに、人口と住宅に関する Census 2010 の結果に基づいて、下水道統計が不明の Sabah と Sarawak を除く半島部の州別1世帯当たり平均人口を用いて計算すると表 I -2.6 のようになる。実人口との乖離は1世帯当たり平均人口5人の+255万人から430万人減って、-175万人となった。WHO/UNICEF の”Estimate for the use of Improved Sanitation Facilities” (March 2010)によれば、2008年にUrbanでは4%が Shared に、Ruralでは4%が Shared に1%が屋外排泄に依存し、また、PF以外の非改良型衛生便所 (Unimproved sanitation facilities) の使用も報告されていることから、実人口より小さく出るのが普通でありこちらの方がより実態に近いと考えられる。もっとも、この方法でも N. Sembilan、Pulau Pinang、Pahang、Terengganu の4州では衛生施設利用人口が実

人口を上回っているという問題があるが、これは前述の可能性の 1)のみを考慮したもので、2)の可能性は実態が掴めないために考慮していないことに留意すべきである。

表 I -2.6 衛生施設タイプ別利用人口（実際の1戸当たり家族人口による）

State	PE./HH	STP		CST	IST	PF	Total	Census 2010	Difference
		Domestic	Gov. Quarters						
		(PE)	(PE)	(PE)	(PE)	(PE)	(PE.)	(pers.)	(pers.)
Johor	4.17	964,800	6,293	38,606	1,081,677	556,603	2,647,979	3,233,434	-585,455
Kedah	4.29	407,640	11,695	37,400	663,002	757,490	1,877,227	1,890,098	-12,871
Kelantan	4.86	23,970	2,425	114,432	275,295	332,767	748,889	1,459,994	-711,105
Melaka	4.05	381,308	4,216	26,427	223,090	65,318	700,359	785,806	-85,447
N. Sembilan	4.20	618,912	14,839	32,214	312,014	118,507	1,096,486	997,071	99,415
P. Pinang	3.94	1,237,259	31,693	12,356	48,576	225,730	1,555,614	1,520,143	35,471
Pahang	4.59	246,478	6,362	12,668	612,604	626,021	1,504,133	1,443,365	60,768
Perak	4.04	865,000	12,164	97,447	833,735	336,342	2,144,688	2,258,428	-113,740
Perlis	4.26	17,930	3,084	2,271	81,196	95,164	199,645	227,025	-27,380
Selangor	3.93	4,110,069	35,354	66,782	652,132	83,489	4,947,826	5,411,324	-463,498
Terengganu	4.78	48,852	4,350	15,261	395,277	687,178	1,150,918	1,015,776	135,142
W.P. K. Lumpur	3.72	1,140,262	230,413	9,754	198,243	18,600	1,597,272	1,627,172	-29,900
W.P. Labuan	4.72	15,746	4,475	746	21,443	12,829	55,239	85,272	-30,033
W.P. Putrajaya	3.45	11,954	34,686	0	0	0	46,640	67,964	-21,324
Total		10,090,180	402,049	466,364	5,398,284	3,916,038	20,272,915	22,022,872	-1,749,957

Source: Prepared by the Study Team

この方法による推定下水道人口普及率は、表 I -2.7 に示すように半島部で 49.8%、Selangor 州で 77.8%となる。最も普及率の高いのは Kuala Lumpur の 84.8%、Pulau Pinang 州の 84.3%で、逆に普及率が低いのは Terengganu 州の 6.7%、Kelantan 州の 9.6%と推定される。

表 I -2.7 下水道整備人口の推定

State	STP		CST	Total	Census 2010	Pop.Coverage by Sewerage
	Domestic	Gov. Quarters				
	(PE)	(PE)				
Johor	964,800	6,293	38,606	1,009,699	3,233,434	31.2
Kedah	407,640	11,695	37,400	456,735	1,890,098	24.2
Kelantan	23,970	2,425	114,432	140,827	1,459,994	9.6
Melaka	381,308	4,216	26,427	411,951	785,806	52.4
N. Sembilan	618,912	14,839	32,214	665,965	997,071	66.8
P. Pinang	1,237,259	31,693	12,356	1,281,308	1,520,143	84.3
Pahang	246,478	6,362	12,668	265,508	1,443,365	18.4
Perak	865,000	12,164	97,447	974,611	2,258,428	43.2
Perlis	17,930	3,084	2,271	23,285	227,025	10.3
Selangor	4,110,069	35,354	66,782	4,212,205	5,411,324	77.8
Terengganu	48,852	4,350	15,261	68,463	1,015,776	6.7
W.P. K. Lumpur	1,140,262	230,413	9,754	1,380,429	1,627,172	84.8
W.P. Labuan	15,746	4,475	746	20,967	85,272	24.6
W.P. Putrajaya	11,954	34,686	0	46,640	67,964	68.6
Total	10,090,180	402,049	466,364	10,958,593	22,022,872	49.8

Source: Prepared by the Study Team

## 2) 下水道セクターの重要な課題

IWK は利用者、環境局、官庁との間で無数の問題に直面している。直面している課題の中で運営上の問題を引き起こしているものには以下のものを含む（断りがなければ、以下の本文中の数値は 2010 年のもので「マレーシア上下水道事業ガイド 2011 年」による。）。

- 小規模下水処理場の激増－小規模下水処理場の激増は維持管理費を増大させ、その運転管理を行う IWK の効率を低下させている。西マレーシアの公共下水処理場の約 71% は平均 400 戸の下水を処理する人口当量 (Population Equivalent: PE) が 2,000 PE 以下のものである。
- 料金に対する抵抗－下水道事業はかつてそのようなサービスに金を払ったことのない使用者にとって別のサービスとして区別されている。
- 多数の民間下水処理場 (2,240 ヶ所)、共同腐敗槽 (CST、4,382 ヶ所) は規制が弱く、維持管理が劣っている。CST は 2007 年まで IWK が管理していたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行に伴って利用者の管理に戻されている。しかし、IWK は政府建物、オフィスで共同腐敗槽の計画的汚泥引き抜きを実施し、民間の所有者／テナントについて要求に応じて汚泥引き抜きサービスを行っている。環境をきれいに保ち腐敗槽の過負荷による汚染リスクに対するイニシアティブの一環として、IWK はモスク、教会、寺院、等の宗教施設で無料の汚泥引き抜きを行っており、2010 年には全国 795 ヶ所で慈善汚泥引き抜きサービスを行っている。CST は 2009 年の下水処理水排水基準では基準適用対象外になっている。
- 多数の個別腐敗槽 (IST、約 125 万個) では計画的な汚泥引き抜きが行われていない。IST の汚泥引き抜き責任は所有者／テナントにある。
- 多くの地所では雑排水は公共下水道及びオンサイトの処理施設に適切に接続されずに、排水溝に排出している。民間下水道及びオンサイトの処理施設については、ほとんどの施設が適切な雑排水接続を行わずに近くの排水溝に排出している；
- 下水管網の欠陥がマレーシアの至るところで見られる。

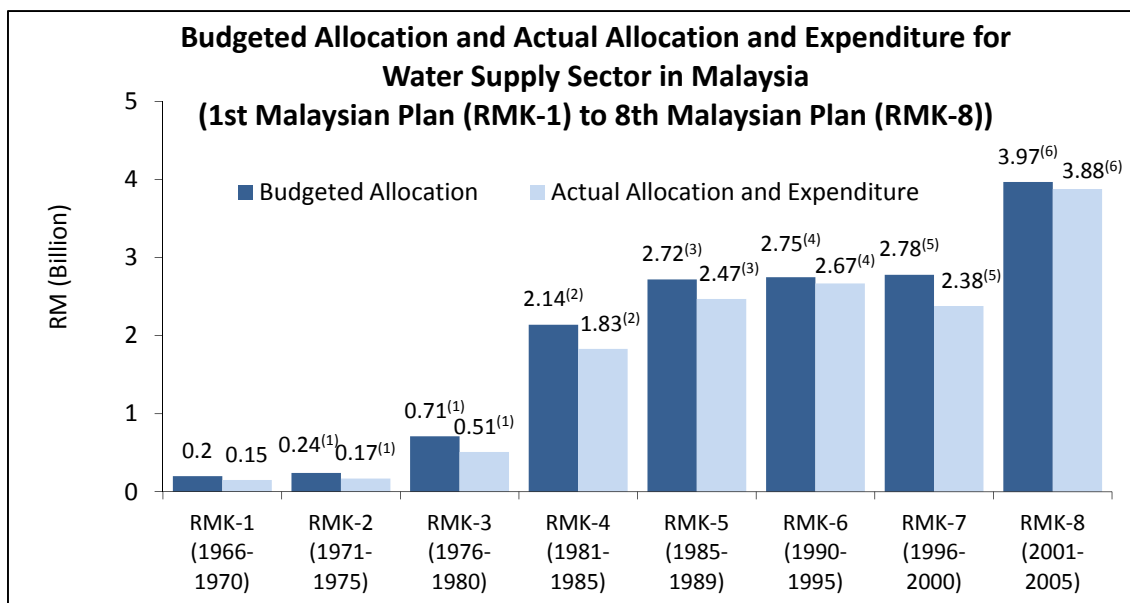
### 3 上下水道セクターに関する「マ」国政府の基本方針と政策事項

#### 3.1 マレーシア五カ年計画における上下水道整備計画の位置づけと展望

##### (1) 水道

##### 1) 第9次マレーシア計画まで

マレーシア国政府が先進国に仲間入りする一環として水道事業を改善する必要性を認識して、マレーシア計画の下で 80 年代の初めから相当金額の予算配分が水道事業に始まった。



Sources: RMK-1, RMK-4, RMK-5, RMK-6, RMK-7 and RMK-8

Note: <sup>(1)</sup>This amount was adjusted as per RMK-4.

<sup>(2)</sup>This amount was adjusted as per RMK-5.

<sup>(3)</sup>This amount was adjusted as per RMK-6.

<sup>(4)</sup>This amount was adjusted as per RMK-7.

<sup>(5)</sup>This amount was adjusted as per RMK-8.

<sup>(6)</sup>This amount was adjusted as per RMK-9.

図 I -3.1 マレーシア五カ年計画における水道セクターへの予算と実際の配分額

図 I -3.1 によれば、水道事業に対する実際の資金配分は、RMK-1 から RMK-8 まで連邦政府からの予算配分よりも少なく、RMK-7 は RMK-5、RMK-6 より少ないことを示している。このため新しい水道インフラ（ダム、浄水場、配水システムを含む）整備及び既存インフラの交換・更新が遅れ、さらに、とくに最近の NRW 削減実績が小さいことに示されるように水道事業の運営上の非効率性につながっている。

第9次マレーシア計画では取り組む必要があるのは以下の三つである。

取り組み1：利用可能な施設または高度なサービスを届けるまたは造ること

取り組み2：使用者の盛り上がる切望を満足する効率的かつ効果的の移送システムを確実にすること

取り組み3：天然資源使用の最適化並びに生活の質を改善するための環境保護

第9次マレーシア計画では219プロジェクト、総額81.01億リンギットの実施が承認された。州別水道プロジェクトの配分額は表 I -3.1 に示す通りで、水道の修繕・近代化、水

源開発、水処理、配水及び州間原水移送を含む。

表 I -3.1 第 9 次マレーシア計画（2006-2010）での水道プロジェクト予算配分額

No	State	Budget Allocations (RM million)
1	Kedah	492.949
2	Perlis	155.000
3	Pulau Pinang	200.000
4	Perak	503.600
5	Selangor	383.000
6	Negeri Sembilan	864.500
7	Melaka	144.000
8	Kelantan	351.000
9	Terengganu	210.500
10	Pahang	687.303
11	Johor	65.000
12	Labuan	224.902
13	Sabah	1,313.347
14	Sarawak	590.460
15	Water Supply Modernisation Program	13.500
16	Interstate Wafer Transfer	1,900,000
17	Water Tariff Study	2.500
	Total	8,101.562

Source: MWIG 2007

第 9 次マレーシア計画で提案された事項には、盗水に対する厳しい法律施行、メータ交換、地理情報システム（GIS）、配水管網マッピングシステム、配水管システムの修復を含むさまざまな手段を駆使する NRW 削減プログラムを含んでいた。第 9 次マレーシア計画は、「2010 年には全国の NRW 率を 30% に下げる予定である。」と述べている。この計画の予定は前述したように、また、第 9 次マレーシア計画の成果のまとめである表 I -3.2 に示されるように、明らかに達成されなかった。

表 I -3.2 第 9 次マレーシア計画における水道セクター成果

Commitment	Output									
<ul style="list-style-type: none"> <li>Increase efficiency of water services management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased production capacity, quantity and quality of water supply <table border="1"> <thead> <tr> <th>Malaysia</th> <th>2006</th> <th>2009</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Production capacity (mld)</td> <td>15,449</td> <td>16,077</td> </tr> <tr> <td>Quantity of water supply (mld)</td> <td>12,296</td> <td>14,743</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Note: Million liters per day (mld)</li> <li>Completion of Kinta Dam in Perak and two barrages in Terengganu</li> <li>Completion of 12 new water treatment plants</li> <li>Installing and laying 14,988 km of new pipes</li> <li>95% compliance to National Standard for Drinking Water Quality set by Ministry of Health</li> </ul>	Malaysia	2006	2009	Production capacity (mld)	15,449	16,077	Quantity of water supply (mld)	12,296	14,743
Malaysia	2006	2009								
Production capacity (mld)	15,449	16,077								
Quantity of water supply (mld)	12,296	14,743								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce Non-Revenue Water (NRW) Percentages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replacement of old meters and 2,577 km of pipes</li> <li>Reduction rate of NRW from 37.7% to 37.2%</li> </ul>									

Source: Tenth Malaysia Plan

Note: Output as at December 31st, 2009, unless stated otherwise



## 2) 第 10 次マレーシア計画

第 10 次マレーシア計画の下では 2011 年末現在、63 の水道プロジェクトが首相府経済企画庁 (Economic Planning Unit: EPU) により承認されている。それらはプログラム・カテゴリに従って表 I -3.3 に示すように区分される。

そのうち、全部で 60 プロジェクトがコンサルタント選定、設計、入札/調達、建設工事といった実施段階にあり、残りの 3 プロジェクトは破棄されている。当初の承認プロジェクトに基づくと、水道整備プロジェクトの上限額と予備費は表 I -3.3 に示すように、それぞれ 15.94 億円と 7.02 億円である。

表 I -3.3 第 10 次マレーシア計画 (2011-2015) での水道プロジェクト配分額

No.	Program	No. of Projects	Ceiling (RM million)	Provision (RM million)
1.	Construction / upgrading / repair of water treatment plant and distribution system, existing and new	34	905.970	383.398
2.	Water rate control program does not work (NRW)	17	333.319	106.466
3.	Development and preservation of water resources	10	339.950	204.940
4.	Increased efficiency and water services industry awareness	2	15.500	7.225
	<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>1594.739</b>	<b>702.029</b>

Source: <http://www.jba.gov.my>

Note : The total of ceiling and provision includes three projects canceled.

2012 年予算は、給水の 20 万戸拡張に RM 21 億、選ばれた連邦土地開発庁 (Federal Land Development Authority: FELDA) 区域の水道インフラ改良に RM 4 億、配水管システムに浄水を送れない団地との接続に RM 0.5 億を含む。

## (2) 下水道

## 1) マレーシア五カ年計画における下水道セクターへの投資

下水道事業への第 7 次から第 9 次までのマレーシア五カ年計画における予算配分額と支出額を表 I -3.4 に示す。この期間における水道事業への予算配分の 39% となっている。しかし、水道事業への配分額への比率として見れば、予算配分額は計画の度に増えている。

表 I -3.4 マレーシア五カ年計画における下水道セクターへの予算配分額と支出額 (1996-2010)

No.	Program	Budget Allocation (RM million)	Expenditure (RM million)
1.	Seventh Malaysia Plan (1996 – 2000)	668.5 <sup>(1)</sup>	665.3 <sup>(1)</sup>
2.	Eighth Malaysia Plan (2001 – 2005)	1,583.6 <sup>(1)</sup>	1,347.9 <sup>(2)</sup>
3.	Ninth Malaysia Plan (2006 – 2010)	3,473.7 <sup>(3)</sup>	3,206.9 <sup>(3)</sup>

Source: (1) Eighth Malaysia Plan

(2) Ninth Malaysia Plan

(3) JPP Annual Report 2010

## 2) 第 9 次マレーシア計画

2010 年 12 月 31 日までの第 9 次マレーシア計画各年における予算配分額と支出額を表

I-3.5 に示す。「JPP 年報 2010 年」によれば予算配分額に比べて支出額は目標の 95% を超えている。

表 I-3.5 第 9 次マレーシア計画における年度別支出実績

Year	Allocation (RM)	Expenditure (RM)	Expenditure/Allocation (%)
2006	990,877,010	1,002,062,238.45	101.13
2007	796,030,000	702,965,647.26	88.31
2008	816,755,000	789,288,915.07	96.64
2009	550,357,710	408,679,848.51	74.26
2010	319,682,805	310,899,831.00	97.25
Total for 9th MP	3,473,702,525	3,206,911,596	92.32

Source: JPP Annual Report 2010

210 年の第 9 次マレーシア計画におけるプロジェクト実施実績は表 I-3.6 のようにまとめられる。

表 I-3.6 第 9 次マレーシア計画における 2010 年の整備実績

No.	9th MP	Output
1*	Regional sewage treatment plant	2.531 million PE (12 plants)
2*	Sludge treatment plant	1.0 million PE (3 plants)
3**	Length of sewer pipe installed	34 km
4*	Refurbished critical plant	436 plants
5*	Length of sewer pipe refurbished	16 km
6*	Number of connected premises	49 premises

Source: \* JPP Annual Report 2010 (as of December 31, 2010)

\*\* Tenth Malaysia Plan (as of December 31, 2009)

「JPP 年報 2010 年」によれば、第 9 次マレーシア計画に挙げられた 63 プロジェクトのうち、44 プロジェクトは完成、11 プロジェクトは予定通り、7 プロジェクトは予定より早い、1 プロジェクトのみ予定より遅れていると報告されている。

### 3.2 中期整備目標（浄水・下水処理達成目標、地域目標等）

第 10 次マレーシア計画で上下水道普及率目標及び水道事業インフラを改善するための NRW プログラムでの投資案を以下に示す。下水道事業に関しては、2009 年の腐敗槽利用人口及び 2015 年の目標値は記述されていないことに留意されたい。さらに、第 9 次マレーシア計画では目標値を述べていたが、2015 年の NRW 目標は与えられていない(3.1 (1)参照)。

- 水道人口普及率を 2009 年の 93% から 2015 年に 97% まで引き上げる。
- (腐敗槽を含む) 下水道接続換算人口を同期間中に 28.8 百万人から 37.7 百万人まで引き上げる。<sup>1</sup>
- パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水 (NRW) 対策は、水質改善及び給水損失水量削減のために配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 ヶ年に配分する。

第 10 次マレーシア計画におけるその他の目標は、上下水道事業再編への努力を継続する

<sup>1</sup> マレーシアの 2010 年の総人口は約 2,760 万人であるが、下水道に取り込まれる生活排水以外の排水も人口換算して下水道の能力を表しているため、換算人口が実際の人口を上回ることが起こる。

一環として、以下のように述べている。

- 州の水道オペレーターの移管を完了—残っている州の移管は本計画期間中に完了する。移管が終わると水道オペレーターは以下の事項を遵守しなければならない。
- フル・コスト・リカバリに向けての動き（詳細及び議論については 3.6 参照）
- 運営における効率の追求と資本の拡充—水道オペレーターは詳細な 30 年間のビジネスプランと 3 年の運営計画書を作成することが求められる。これらの計画書がフル・コスト・リカバリに向けてのロードマップの基本となり、PAAB は長期資本的経費資金調達計画を立てることができる。SPAN は、料金値上げを運営及び資本経費における効率性の向上に結びつけて、計画書に基づく水道オペレーターの業績を規制・監視する。
- 上下水道事業の統合—下水道事業の再編は、統合下水処理場の運営をそれぞれの州の水道運営会社に分けることにより実施される。完了すると、上下水道事業は上下水道料金の一括請求実施に向けて踏み出す。これは、使用水量と下水発生量の間には分かちがたいつながりがあると考えて、下水道料金を使用水量と結びつけて、サービス提供コストを十分に賄えない一律料金体系から離脱するものである。

上下水道事業再編のロードマップを示す表 I -3.7 に、第 8 次及び第 9 次マレーシア計画期間における状況とともに上記の展望をまとめる。

**表 I -3.7 運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み**

第 8 次マレーシア計画 (2001-05)	第 9 次マレーシア計画 (2006-10)	第 10 次マレーシア計画 (2011-15)
安定化	統合化	運営及び経営の効率化に向けての動き
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 州政府水道当局の民営化・公社化</li> <li>• 上下水道事業再編計画の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPAN の業務開始</li> <li>• 上下水道事業法（WSIA2006）の施行</li> <li>• PAAB による協議価格に基づく州既存水道資産の引継ぎと上下水道インフラ整備実施の責務</li> <li>• 州水道オペレーターは資産を持たずにサービスの提供に専念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013 年まで段階的に完全にフル・コスト・リカバリを達成する料金改定メカニズム</li> <li>• 上下水道事業の統合</li> <li>• 上下水道一括料金導入に向けての初期努力</li> </ul>

Source: Tenth Malaysia Plan (2011-15)

### 3.3 上下水道整備に関する基本方針

#### (1) 水道

上下水道事業法（WSIA）の施行と所々でその結果具現化している制度上の変化は、マレーシアの水道セクターを改善しながら国を前進させてきた。

重要な制度上の変化は、連邦政府、州政府、水道オペレーターの役割と責任の再構築にある。再構築の最も重要な側面は、州の水道資産の PAAB への移管と水道資産のリース貸しである。

重要な改善戦略は以下の通り。

- 包括的水資源計画を策定し、マネジメントの経済性及び技術的インプットを実現するために水道を下水道と統合する。
- 水資源及び関連流域の所有権は州政府の所有権のまま残すのを除き、水道の権限を連邦政府に移管する。

- オペレーターが支払可能な標準的原水料金に基づく使用料を通じて、州政府に原水使用に対する補償を行う。
- 州がその水道資産及びインフラを PAAB に移管するときにはそれらに対する補償を行う。
- 両セクターの中核となる能力にてこ入れして水道インフラを強化するために官民の間の連携契約を始める。民間オペレーターは PAAB が調達した資金へアクセスできるが、収益率は妥当かつオペレーターの有効性次第としなければならない。PPP モデルは、細分化されサプライ・チェーンの一構成要素のみを扱うある州の既存の民営化モデルを引き継ぐ。
- 水のフル・コスト・リカバリを可能にする料金設定メカニズムは段階的に行う。

## (2) 下水道

上下水道事業法 (WSIA) と SPAN の制定と資産保有会社の PAAB の設立に伴い、下水道セクターのアップグレードに関する一連の改革が進行している。その主なものを以下に示す。

- 包括的水資源計画を策定し、マネジメントの経済性及び技術的インプットを実現するために下水道を水道と統合する。
- 下水道インフラ整備を促進するため、公共セクター、民間セクター双方の協力関係を構築する。
- 都市開発計画とインフラ整備をもっとうまく統合するために戦略的開発プロセスを構築し、district レベルの下水道計画を 5 年毎にアップデートする。
- 開発業者が下水処理施設を建設しシステムを交換する現行のプロセスは段階的に廃止し、その責務を下水道オペレーターが引継ぎ、開発業者は下水道資本拠出金に寄付するようにする。
- 小規模下水処理施設と個別 ST の統廃合を含め、広域下水処理場の最大限活用する。
- 雑排水の雨水排水路への流出を根絶する。
- IST からの汚泥引抜きを 2 年に 1 回実施する。
- 現地の下水特性を考慮し下水汚泥及び下水処理水再生水の再利用を含めて、現地に適した下水処理に係る設計基準を調査研究する。
- 標準化を進めマレーシアのメーカーがより大きな役割を担うのを奨励するために設備の承認プロセスのリストを狭める。
- 計画・設計・建設・運転サイクルにおいて関連するすべてのサービスに対する品質保証及び品質管理手続きを改善する。
- 改善された下水道セクターの便益について住民に知らせる広報キャンペーンを強化する。
- 下水道料金を値上げして「汚染者支払い原則」に基づく水量基礎の料金体系に変え、第 10 次マレーシア計画にしたがって上下水道料金の一括請求の方向に進み、最終的にはフル・コスト・リカバリを達成するために定期的に値上げする

現在、国の下水道局 (Sewerage Service Department) と IWK は以下のような、下水道の改善に向けた方針を持っている。

- 排水基準を順守するため、老朽化した公共処理場の改修や増強を行う。こうした老朽化した処理場は 6,074 ヶ所あるが、その内、4,323 ヶ所のの処理場については 2009 年末までに終了した。
- 半島マレーシアにおける全ての下水道区において、広域下水処理場と汚泥処理場用地を確保する。
- 現在 IWK は、全国にトレンチ方式を用いた 25 ヶ所の汚泥処分場と汚泥埋立処分

場及びその他の承認された処分場を保有している。また、18ヶ所の機械式脱水施設と6ヶ所の汚泥処理専用施設を持っている。トレンチ方式、乾燥床、機械脱水施設は汚泥を脱水処分するのに対費用効果がよいことが分かっており、これらの方法は引き続いて使用され、小規模タウン及び半都市部のほとんどのサービス区域に展開することが予想される。

- 地方における都市部や特別地域（水源流域やリゾート地区など）にある、小規模処理場や衛生施設を合理化する。
- 問題を抱える下水管渠についてはテレビカメラ調査を実施し、修理を行う。
- 下水道区別に戦略的計画を立案し、既存の計画に対してはアップデートする。

### 3.4 他国からの借款援助及びPPP手法によって推進する上下水道整備方針、それぞれについての政府方針

現在下水道セクターにおいて外国資本による借款及びPPP手法適用の動きはないが、以下に記すように中国系の会社がクアラルンプールの下水処理場建設をEPC基礎で受注している。

2011年11月3日、北控水務集團有限公司(Beijing Enterprises Water Group Limited)とKeTTHAはクアラルンプールのPantai 第二下水処理場建設に係る契約書に署名した。このプロジェクトはマレーシアで最初の地下式下水処理場のEPC(engineering, procurement and construction)基礎によるDesign and Build契約である。Pantai 下水処理場の第一期工事(第一下水処理場)はJBICによる円借款の下で建設されており、これはその第二期工事にあたるもので高速道路を挟んで第一下水処理場の向側に位置する。処理能力は320,175 m<sup>3</sup>/day、処理方式は無酸素-嫌気-好気(Anoxic-Aerobic)のA2O法、総事業費はRM 983,246,360で、工期は建設に4年間、維持管理に2年を見込んで、2017年7月27日までに竣工することとされている。このEPC契約は公開入札手続きを経ずに直接交渉で契約にこぎ着けている。

このようなEPC契約は、以下に述べるPulau Pinang州George TownのJelutong下水処理場に次いで二例目となる。

Jelutong下水処理場は地元資本のWWE Holdings Bhd.がKeTTHAとの直接交渉で受託した。最終処理能力は1,200,000 PE (270,000 m<sup>3</sup>/day)で今回はその2/3の900,000 PE (180,000 m<sup>3</sup>/day)を対象として、処理方式は回分式活性汚泥法(Sequential Batch Reactor Process: SBR)で、工事は2004年12月1日～2007年11月30日の3年間で完成させている。

### 3.5 上下水道オペレーターの OPEX に関する基本方針

第10次マレーシア計画では「フル・コスト・リカバリに向けて」と題して以下のように述べている。

「2009年の水道料金は運営経費の78%しか賄っていない。この問題に対処するため、政府は浄水場及び配水システムの高度化・更新のための持続的投資を奨励するためにフル・コスト・リカバリができる料金設定メカニズムを段階的に実施している。この段階的料金値上げでは、社会的弱者を確実に保護するように使用水量レベルに基づく料金帯から分離している。」

現在、水道オペレーター及び下水オペレーターの財務状況は表 I -3.8 のようなレベルにあり、Johor、Kedah、Kelantan、Melaka、Pulau Pinang、Perak、Perlis、Sarawak では料金収入が OPEX、資本的経費、減価償却及び支払利息を含む総経費を上回っており、Selangor では OPEX を上回っているものの総経費までは賄えておらず、Labuan、Negeri Sembilan、Pahang、

Sabah, Terengganu では OPEX すら賄えていない。

Johor, Kedah, Pulau Pinang は 2010 年 11 月 1 日に、Melaka は 2011 年 4 月 1 日に水道料金値上げを実施しているが、2010 年に関して言えば、これらの州はいずれも料金収入が OPEX 及び総経費を上回っているのが注目される。

下水道セクターでは、2010 年は OPEX の RM4.678 億に対して料金収入は RM7.864 億であり、フル・コスト・リカバリーにほど遠い。Indah Water Operations の運営が IWK に移管された最初の年の 1999 年に比べて、OPEX は 306.2% 増大したが、料金収入は 187.6% しか増えていない

表 I -3.8 上下水道事業における収入に対する支出の比率 (2010 年)

(収入を 100 として)

	Total Expenditure	Total OPEX	Total Revenue	Total Expenditure	Total OPEX
<b>Water Supply</b>					
Johor			100	79.3	76.3
Kedah			100	89.2	87.3
Kelantan			100	97.3	79.2
Labuan	153.4	153.4	100		
Melaka			100	93.4	86.4
N. Sembilan	106.2	105.4	100		
Pulau Pinang			100	84.6	66.9
Pahang	163.7	116.4	100		
Perak			100	69.3	49.5
Perlis			100	89.0	89.0
Sabah	177.3	177.3	100		
Sarawak			100	94.3	73.2
Selangor	106.6		100		51.6
Terengganu	110.6	100.2	100		
<b>Sewerage</b>					
IWK		168.1	100		

Note:

- (1) "Operating Revenue" includes tariff and non-tariff revenue.
- (2) "Operating Expenditure" comprises (where applicable) (a) water treatment and distribution cost, (b) purchase of treated water, (c) purchase of raw water, and (d) lease rental to PAAB (excluding N. Sembilan), and excludes finance cost, depreciation and amortization.
- (3) "Total Expenditure" comprises (where applicable) (a) operating expenditure (b) depreciation, (c) amortization, (d) fixed monthly payment (e) lease rental, (f) finance costs and (g) capital expenditure
- (4) IWK revenue excluded a subsidy (RM 150 million in 2010) and expenditure includes depreciation and interest payable.

Source: MWIG 2011

IWK Sustainability Report 2010

### 3.6 KeTTHA (MEGW) が策定している具体的計画、施策等

#### (1) 水道

2011 年に始まる第 10 次マレーシアプランでは、パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水 (NRW) 対策への配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 年に配分する、としている。

## (2) 下水道

KeTTHA は以下のような長期的全国下水道計画を持っている。

- 都市部における下水道に接続する換算人口 (PE) 普及率を 2008 年の 60% から 2040 年に 87% まで高める。
- 地域下水道に接続する人口普及率を 2008 年の 19% から 2040 年に 79% まで高める。
- 都市部に位置するすべての既存小規模下水処理場を 2020 年までに合理化し地域下水道に接続する。
- 20,000PE 以上の処理場の下水処理水排水基準達成率を 80% から 2020 年までに 100% まで高める。
- すべての共同腐敗槽及びインホフタンクを 2024 年までに合理化する。
- 基準を満たせない腐敗槽を基準を満たす腐敗槽に変える。
- エネルギー効率の良い機械電気設備及び発生するバイオガスを用いた下水処理水及び下水汚泥の再利用に的を絞って、下水道事業におけるグリーンテクノロジーの適用を推進する。

この計画の実施により、2020 年及び 2040 年における下水処理場及び個別腐敗槽 (IST) による総換算人口は表 I -3.9 のようになる。この目標値は第 10 次マレーシア計画の目標値とほぼまったく合わない。

表 I -3.9 2007-2040 における地域下水処理場の目標 PE 普及率

	2007	2020	2040
Individual septic tank (PE)	5 million	7 million	5 million
Sewage treatment plant (PE)	15 million	1 million	3 million
Regional sewage treatment plant (PE)	5 million (72 STP)	10 million	28.97 million (223 STP)

Source: MWIG

## 4 「マ」国の PPP 関連法制度の状況

2006年3月、マレーシア第9次計画において、プライベート・ファイナンス・イニチアチブ（PFI）プログラムが発表され、インフラ施設や公的サービスを改善すべく民間部門をより取り込んでいくことが公表された。これは公的部門のインフラ計画をどのように調達し実行していくかについての重要な原理原則を設定したものであり、やがて、より一層の民間部門の活用を図るべく、パブリック・プライベート・パートナーシップという形態に受け継がれていくこととなる。

2009年4月には民営化・PFI担当部門が首相府内に設置された。これは、現在ではパブリック・プライベート・パートナーシップ・ユニット（3PU もしくは UKAS）として知られているものである。この担当部門により、2009年11月にはパブリック・プライベート・パートナーシップ・ガイドラインが制定され、マレーシアにおける PPP 関連法制度で準拠すべき法源となっている。

このガイドラインによれば、PPP とは民間部門に資金手当てや一連の投資等を任せ、建物やインフラ、設備等の公的資産の建設、維持管理、修繕等のサービスを請け負わせ、事業として成立させることとなっている。これらの PPP 案件では、長期間に亘って公的インフラに基づくサービスを民間部門が提供することを示す契約書が存在し、民間部門はそれら資産の全体または一部の資金を拠出し、合意したパフォーマンスに基づくサービスを提供、公的部門はそれらサービスに対して対価を払う仕組みとなっている。一部の PPP 案件においては、ユーザーから直接支払いを受けるケースもある。

PPP 案件において資産の所有は重要な役割をもつものではないが、多くのケースにおいて、資産が公的部門へ移転(返還)されることが見受けられる。一方で、資産がサービス期間中に劣化すること等により、移転を伴わないケースも見られる。

ガイドラインでは、以下の観点により便益を勘案の上、政府にとっての需要がある場合にのみ検討されるものとされている。

- 社会経済的なインパクト
- 金額的な価値、政府にとってのコスト削減効果
- 案件の早期実現性及びサービスの向上
- 説明責任、効率、効果のレベル増加

PPP とは、ファイナンスや建設、操業などをパッケージすることに加え、効率的なリスク配分、長期的視点による手法、民間部門のイノベーションと管理手法を通じて、金額的な価値(Box1 参照)を最大化する公的な調達方法の一つと見なされている。

### Box 1: 金額的価値

PPP プログラムの肝となるのは金額的価値(Value for money)であり、“ユーザーの要求を満足させるためのクオリティとライフコストとの絶妙なコンビネーション”として定義される。一般的に、金額的価値とは以下を通じて達成されるものである。

- 公的部門と民間部門の間で、理想的にリスクを配分すること
- (ライフコストを具体化させる) 長期契約
- 応札者をイノベートさせるアウトプットの仕様設定
- 案件の公正価値を提供する競争
- パフォーマンスベースの支払いメカニズム
- 民間部門の管理手法



一般的に PPP アプローチを通じて、強調されるのは、提供されるサービス(アウトプット)と事業期間を通じて資産のメンテナンスをする上での民間部門のイノベーションとスキルである。また、PPP が他の方法と一線を画す点については以下 (表 I -4.1) に記す。

表 I -4.1 従来手法、PPP、民営化の相違点

従来手法	PPP	民営化
公的予算による資金調達	公的部門による明示的な保証がない前提での民間リソースによる資金調達	公的部門による明示的・暗示的な保証がない前提での民間リソースによる資金調達
公財政への直接的な影響	事業期間を通じて影響が平準化される	公財政への影響なし
公的部門によるリスク負担	効率的なリスク配分・マネジメント	民間部門によるリスク負担
事業期間を通じた公的部門の関与	事前に合意した指標に基づき、民間部門が関与	政府が規制・監督
民間部門との関係は短期	長期的な関係	長期的な関係
社会経済的なリターンが高い案件については適用可。戦略的に正当化されうるもの。	商務的に成り立つものに適用可。	高いレベルで商務的に成り立つものに適用可。

上記のとおり、マレーシアにおいてガイドラインにて定義されている PPP は他国と比べそう大差はないものと思われる。ガイドラインによれば、PPP 案件を開発するためには、あらゆる PPP 案件提案書は、関係監督官庁へ直接提出することと規定されている。従い、PPP 案件を具体化したい民間会社にとっては、提案する PPP 案件が、それらの関係監督官庁が定める法規制に準拠していること、あるいは、少なくとも、そうした法規制に沿ったものであることがより重要となってくる。

上下水事業というのは、州政府の限られた財政に加え、プラント、ダム、配管等を建設するために巨額の資本を必要とする資本集約型の事業であることから、1980～90 年代において、州政府の財政負担の軽減と効率性向上のために、コンセッション形式に基づく民営化が一つの方法であると信じられてきた。

1993年の下水サービス法(“SSA”)の施行により、政府は、コンセッションスキームの下で、下水サービスを民営化する道筋ができた。このスキームでは、巨額の資本拠出を必要とする政府の案件について資金を集めるべく、長期の契約が事業者に与えられ、事業者から長期の合意した期間中、水道と下水のサービスを政府が購入することで担保されていた。更に、事業者の専門性と効率性は政府が案件開発するにあたって、財政的見地からも、非常に有益なものと思われていた。

一方、時が経るにつれ、コスト、金利の増加、インフレにより州政府は多額の財政赤字に陥る事態となった。この問題はサービス料金値上げの忌避によってさらに悪化する事態となった。結果として、多くの州政府で負債が返済不能となり、連邦政府による貸付など返済方法の再構築をしなければならない事態となった。事業者も料金値上げをできず、財務体質が悪化し、水質の悪化や、漏水、低水圧、不定期の断水等、操業上でも問題を発生する事態となる。

2005年の法改正により、第9次計画は修正され、上水の供給とサービスの事業は連邦政府案件へ編入されることとなる。但し、この際に、原水の維持管理だけは含まれず、州政府の管轄で今も残ることとなっている。

2005年の法改正は、前述のWSIA法へと受け継がれる。WSIA法は2008年1月に施行され、既存の水質等の法規制に影響を与えることなく、長期に亘る目標設定のもと、規制監督官庁の一元化を通じて、国の水供給を再構築することを図ったものである。

WSIA法により、州政府は水源の管理権を保持し、これまで州政府の管理化にあった、浄水と配水、下水は連邦政府が担うこととなった。このことにより、州政府に加え、連邦政府が“Water Service”に関する立法権を保有することになった。WSIA法の制定により、SSA法など既存の規制関係は撤廃され、州政府の水関連法規も修正もしくは変更されることが推奨された。但し、原水の維持管理については、州政府が引き続き立法権を保持している。仮に、州法と連邦政府法(WSIA)で不整合があった場合、WSIAが優先するものとし、不整合の度合いに応じて、州法は無効と見なされることとなっている。

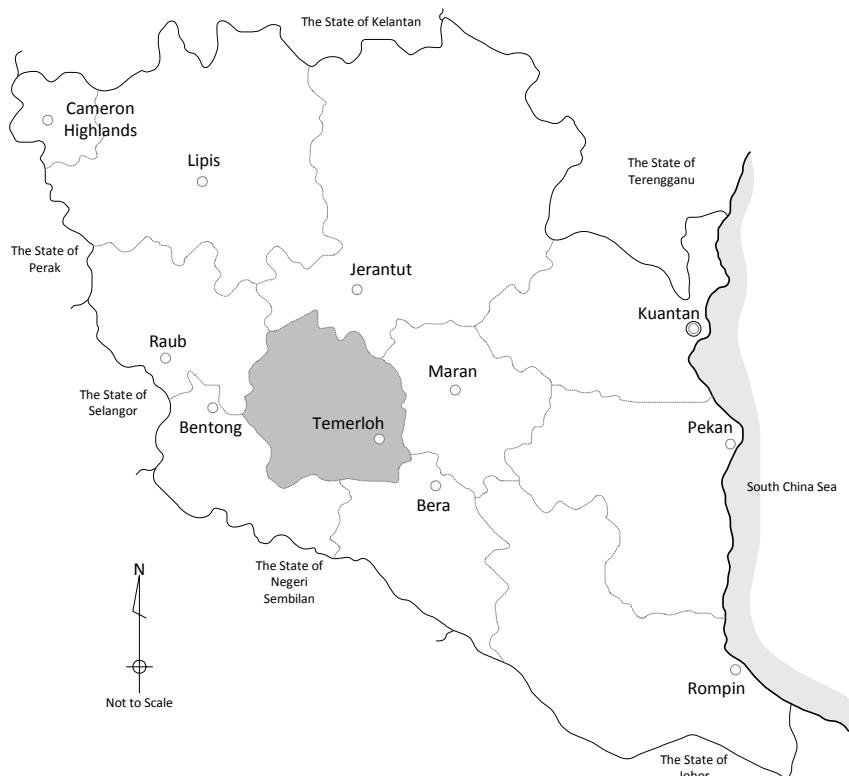
また、重要なのは、WSIAによって上述の理由により、コンセッションスキームからライセンススキームに効果的にシフトされたことである。既存のコンセッション権保有者が新しい規制下のスキームへ移行するよう、規制の転換が実行されることとなった。

以上のとおり、マレーシアにおける上下水道事業の展開にあたっては、PPPガイドラインに遵守することに加えて、改革が進められてきたWSIAに則った事業スキームを構築することが何よりも重要となっている。

## 第Ⅱ部 水 道

## 1 パハン州水道事業

パハン州は、「マ」国の 13 州および 3 連邦管轄領の 1 州で、**図 II-1.1** で示すように①ベントン、②ベラ、③カメロン高地、④ジェラントウットウ、⑤クアantan州都、⑥リピス、⑦マラン、⑧ペカン、⑨ラウブ、⑩ロンピンそして⑪タメローの 11 行政郡から構成する。パハン州の総面積は 36,140 km<sup>2</sup>、マレーシア半島の北東部に位置し南シナ海に面する。



Source: Prepared by the Study Team

**図 II-1.1 パハン州 11 郡の位置**

### 1.1 沿革

パハン州行政による最初の水道事業運営は、パハン州水道事業部が 1970 年代初期から管轄してきた。州政府の組織改革に伴い、パハン州水道部（以降「旧 JBA パハン」と称す）が 1983 年 1 月 1 日に設立され、水道施設の運営管理と全州域での給水サービスを担った。

旧 JBA パハンは、本調査実施中の 2012 年 2 月 1 日に民営化され、旧 JBA パハン組織がほぼそのままの形態で新パハン水供給会社（以降「PAIP」と称す）へ移行された。パハン州および調査対象のタメロー郡の水道事業は、旧 JBA パハンからの情報を用いて記述する。

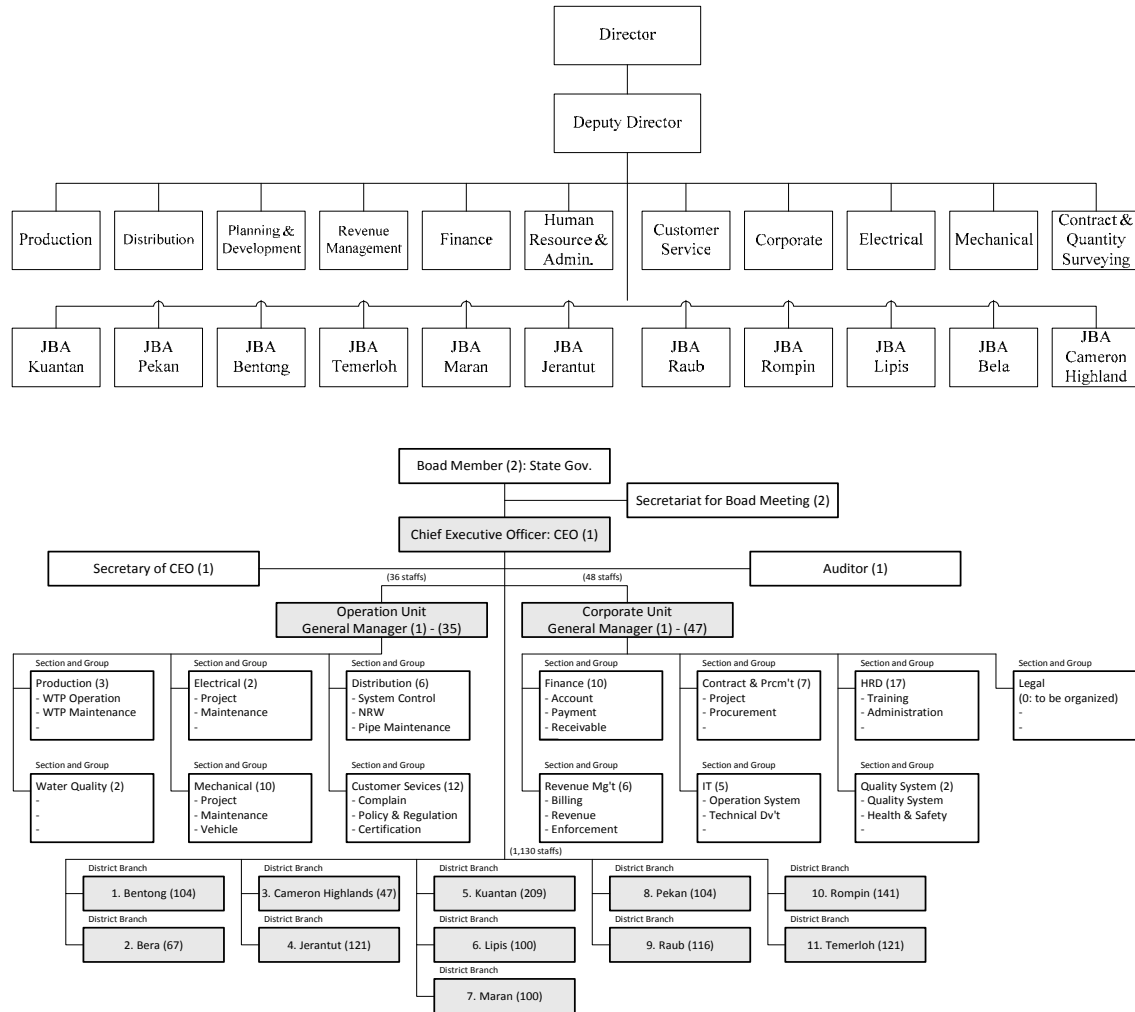
- ・新会社の株式は、100%州政府が保有する。
- ・施設及び土地は全て州政府が所有し、会社は、施設の運転・維持管理及び料金業務等を行う純粋に「オペレーター」である。土地及び施設の賃借料は、無料。

### 1.2 組織

PAIP 本部は、パハン州の州都であるインデラ・クアンタン市（クアンタン郡）にある。PAIP 郡事務所は、パハン州内の各 11 行政郡に置かれ PAIP 本部の傘下となる。

### (1) 州水道部組織

旧 JBA パハン（上位）と新 PAIP（下位）の各組織を図 II-1.2 に示す。



Source: Ex-JBA Pahang and PAIP

図 II-1.2 旧 JBA パハンと新 PAIP の全体組織構成

旧 JBA パハンと新 PAIP の組織構造は、見掛け上同様であるが、①外部理事と監査員を加え、②全 13 本部署を 2 事業部（施設運営と企業経営）傘下に分け、③郡事務所を代表取締役員直下へ移行したことが特徴である。代表取締役員が運営する PAIP 全体組織は、パハン州政府首相を含む外部理事 2 名と事業部長 2 名による補佐を得ている。

設立時点の PAIP 職員数は、旧 JBA パハン職員数 1,560 名の 78% に相当する 1,221 名で構成され、職員配置は本部 91 名（7%）および郡事務所 1,130 名（93%）となっている。主な削減職員は、連邦政府／州政府への出向解除が多いとの説明だが詳細は不明である。

## (2) 本部機能と職責／職員数

PAIP 本部組織の機能は、事業方針・計画の策定と予算編成、事業全体の運営管理、施設維持管理に必要な資機材調達や契約、顧客管理、給水サービスの監視、そしてパハン州政府と連邦政府への報告である。PAIP 本部の主な機能と職責および職員数を表 II-1.1 に示す。

表 II-1.1 PAIP 本部組織の機能・職責・職員数

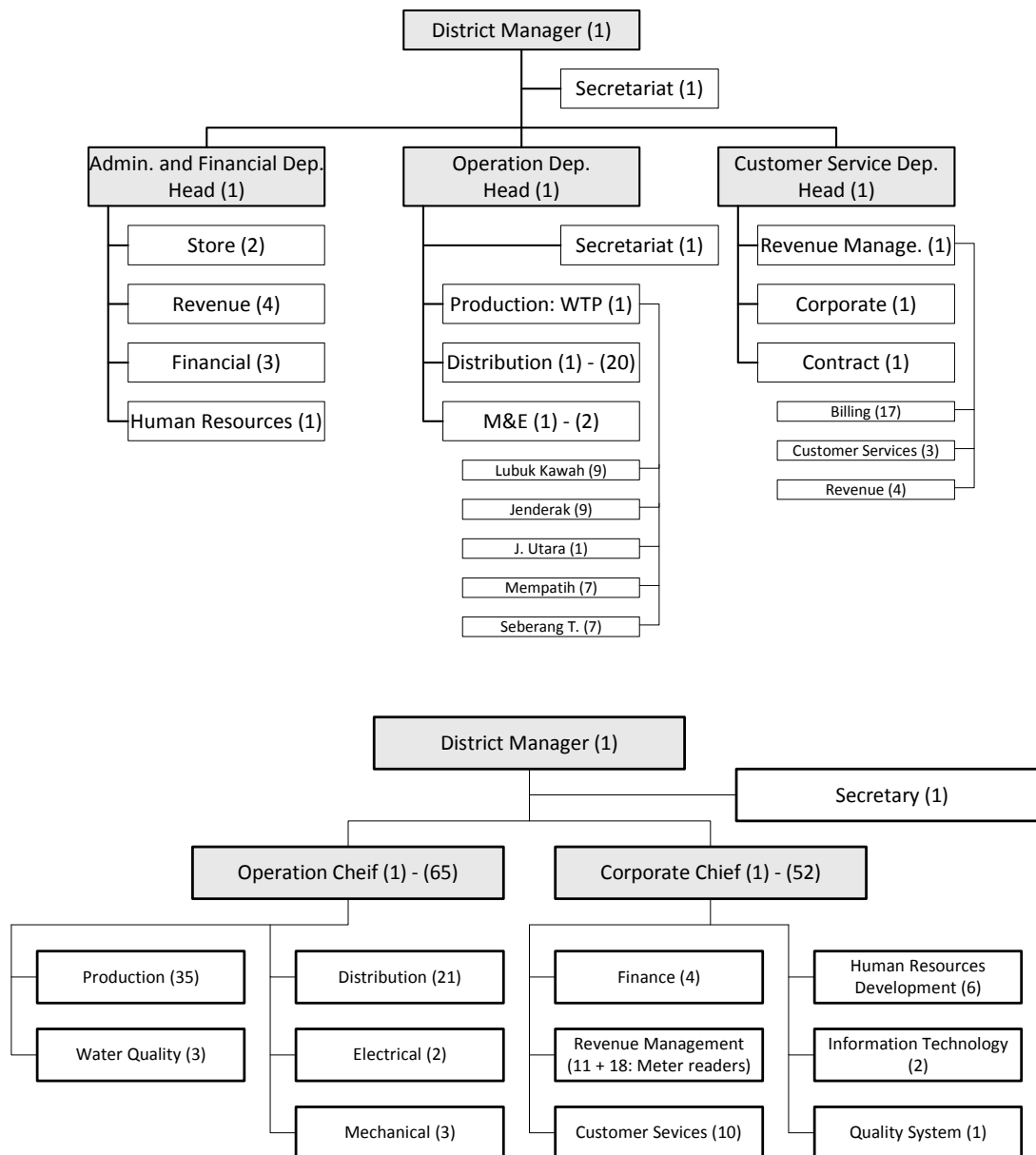
部署と職員数		主要な機能と職責
代表取締役と外部理事／監査		7 全事業経営（理事会の秘書課および取締役の秘書室を含む）
施設運営事業部	事業部長	1 水道事業／施設に係る改善／改修／追加計画等の策定・実施・監視。新規水源の開発調査と調査記録の追加・保管、水利権に係る他州政府機関との調整。国家浄水法の品質保証プログラムに準拠した、有効な施設管理システムの開発。
	浄水部：浄水場運営と維持管理	3 浄水工程の機能検査および浄水監視、浄水能力の改善策開発および浄水水質の管理。浄水場の能力向上事業に関する実施と監視。本部契約による試薬・水道メータ・配水管等の倉庫保管業務。
	水質部	2
	電気設備部：事業監理・施設維持管理	2 浄水場への電力供給。浄水場およびポンプ場・配水池の運営に活用する SCADA／テレメータ・システムからの情報分析。外部委託する設計書の検査と監視。
	機械設備部：事業監理・施設維持管理および車輛管理	10 「国家資産管理令」に準じた機械設備に係る資産管理計画の策定と実施。機械設備の設計に関わる技術情報の提供と既存施設の改良。機械設備に関する運営管理職員に対する技術向上訓練への協力。
	配水部：管網管理・無収水対策・施設維持管理	6 貯水施設から水道メータまでの配水施設に関する計画・実施・監視。水道契約者への安定給水（最低給水圧 10 mH <sub>2</sub> O と最短給水 8 時間／日）に関する保証業務（タンク車での臨時給水含む）。無収水対策所管。
	顧客サービス部：苦情対応・契約規制／認可	12 契約顧客からの苦情受付・記録（E-Complaints）、苦情への対処方法に関する郡事務所への通達（当日中）、苦情件数の統計処理。
企業経営事業部	事業部長	1 関連法令を遵守した、公共サービス向上に応じた水道事業の計画・実施・監視の指針作成および関連活動。「品質保証事業令」と「国家飲用水条令」に準じた品質管理システムの開発。収集情報に関する記録作業／分析能力の強化、戦略計画を策定するための情報提供。料金改定を含む住宅・商工業用等の顧客契約申請に関する見直し、経営改善の策定。
	財務部：会計・支出・収入	10 単年度予算編成。事業計画の策定と事業仕分けに必要な政府定形による財務諸表の作成。一般企業の会計方式に沿った財務諸表の作成。
	料金徴収部：請求・徴収・執行	6 料金請求書の管理、水道料金および保証金の徴収・記録・会計処理、延滞料金の請求・徴収および管理。
	契約・調達部：事業契約・調達	7 事業実施部署への技術的および管理的な支援。PAIP の事業目標に従った、費用削減策および事業実施への支援。委託事業に関して、入札業務から事業完了までの全体について、行政指針に沿い公平かつ透明性を確保して総合的に監理する。
	情報技術部：運営システム・技術開発	5 IT を活用した施設改善の計画策定／実施／改善、活用部署への技術的な支援（GIS、E-Water、E-Complain、テレメータ）。
	人材育成部：職能訓練・管理	17 人事計画の策定。人事異動と職員雇用。職員の訓練計画とその実施。広報誌の編集および作成。
	品質管理部	2 職責等は作成中で、人材も配置調整中。
	法務部	0

Source: PAIP

## (3) 郡部機能と職責／職員数

旧 JBA パハンのタメロー郡事務所（以降は「旧 JBA タメロー」と称す）と新 PAIP のタメロー郡事務所（以降は「PAIP タメロー」と称す）の各組織を図 II-1.3 に示す。

群事務所長の管理下で、PAIP 本部と同様の「施設運営」と「事業経営」の2事業部制へ移行した。同組織の中で、旧 JBA タメローの料金徴収課は、検針員数 18 名（管理者 1 名を含む）と 2010 年 12 月から未変更である。



Source: Ex-JBA Temerloh and PAIPTemerloh

図 II -1.3 旧 JBA タメローと PAIP タメローの郡事務所組織構成

各 PAIP 郡事務所は、水道施設に関する日々の運転管理、顧客からの苦情に対する対処、検針および料金請求書の配布等を担当している。民営化時点（2012 年 2 月 1 日現在）の PAIP タメロー各部署職責と職員数を表 II -1.2 に示す。

設立時点の PAIP タメロー職員数は 121 名で、PAIP 全職員数の 9.9% を占める。PAIP タメ

ロー郡事務所長によれば、管補修作業の充実を目的として、外注会社からの技師転職者を対象に追加 10 名を 2012 年中に新規雇用する計画との旨。

表 II-1.2 PAIP タメロー郡組織の機能・職責・職員数

部署と職員数		主要な機能と職責
事務所長	2	全体業務の管理・監督（秘書室含む）
施設運営部	部長	1
	浄水課	36
	水質課	3
	機械・電気設備課	5
	配水施設課	21
事業経営部	部長	1
	顧客サービス課	10
	財務課	4
	料金徴収課	29
	情報技術課	2
	人事課	6
	品質課	1

Source: PAIP Temerloh

### 1.3 財務状況

#### (1) 財務状況

JBA パハンの会計方式は、水道事業が州政府の 1 組織として運営されていたことから、修正現金主義を採用していた。一方、SPAN への報告及び民間会社化への準備を目的とした発生主義（即ち企業会計方式）による決算書も、修正現金主義方式の決算書と合わせて、作成していた。企業会計方式による決算書の諸表では、建設中の施設の事業費が建設仮勘定として計上されており、固定資産の登載においては、一般管理費等も配賦されている。しかし、これまでは決算書に対する監査等は一切ない。

以下、2010 年度決算の概要を簡潔に述べる。

#### 1) 損益計算書

表 II-1.3 損益計算書

項目	金額 (RM '000))	備考
営業収益	135,665	営業収益は、水道料金収入及び、約 200 万 RM のその他収入を含む。
売上原価	110,096	売上原価は、電力料（約 60%）、薬品費（約 14%）、NRW 対策費、メータ費等からなり、全額州政府が直接支出している。
営業利益	25,569	
一般管理費	51,330	一般管理費は、その大半が給与手当であるが、料金収納手数料（郵便局等に支払う）も含む。
減価償却費	65,224	
その他収益	2,095	



当期損失	88,890	
前期繰越損失	779,702	
その他利益	4	
当期繰越損失	868,558	参考資料であるが、累積損失が、年間料金収入の 6 倍を超えるという厳しい経営状況が確認できる。

Source: Ex-JBA Pahang

## 2) 貸借対照表

**表 II-1.4 貸借対照表**

項目	金額 (RM '000))	備考
固定資産	798,581	
建設仮勘定	645,884	
流動資産	110,668	
流動負債	69,257	流動負債の大半は、預託金であり、これは年間を通じて、受入れ及び返却を行っている。
純資産	1,485,876	純資産は、実質的に政府等からの累積借入金であり、極少額の大規模農園向け水道施設の負担金を含むこのことは、最近 PAAB に資産を譲渡した事例で、譲渡資産の評価額と政府からの累積借入金額とがほとんど同額であったことから推測できる。

Source: Ex-JBA Pahang

## 3) 現金収支報告書

資本的収支において、収入を政府からの借り入れに頼るという前提であり、これを、貸借対照表に計上していないことから、パハン州では、作成されていない。

## 4) 減価償却費

マレーシア国水事業概要 (MWIG) において、「OPEX」に、減価償却費を含まない。このことは、連邦政府が進めている基本スキーム (資産を PAAB が保有する) を前提にすると、合理的である。今回、PIPE のスタートにあたり、資産を全て州政府が保有し、かつリース料が無料ということは、新会社にとって、好都合であるが、PAAB へ移管された場合、リース料が発生することになるので、将来の検討課題である。

## 5) その他

現時点で、新会社が赤字の場合、付加価値税 (消費税) 法人税等の負担は生じない。

そして、2012 年 2 月 1 日に、正式に民間会社化したので、以下の調査結果の分析・検討は、企業会計方式を前提とする。

## (2) 上水道料金体系

### 1) 上水道料金

旧 JBA パハンと PAIP の州内同一料金体系は、表 II-1.5 で示す 11 用途別の基本料金と従量料金から成る。本料金体系は、旧 JBA パハン設立以降、今日に至る 29 年間未改訂で

ある。

#### コマーシャル・ロス

コード D (宗教用施設) 及び E (イスラム教会用) は更に政府所管等 (コード D1、E1) とそれ以外 (コード D0、E0) に区分され、コード D I 及び E I については、メータ計量水量 (実使用水量) から、一定水量を減量して、料金を計算 (請求) している。その基準及び、年間の減量水量及び減額料金等の詳細は、今回の調査で確認できなかったが、これは「NRW (コマーシャル・ロス)」の一部であることが確認できた。

また、長期未納や、高額未納で実質的に「NRW (コマーシャル・ロス)」になる事例については、「未納料金がある建物」をリスト化して管理し、建物を次に使用する者に対して、給水の条件として未納料金を支払わせる制度になっているので、考慮しなくてよい。

表 II-1.5 パハン州の水道料金体系

用途分類	基本料 (RM)	従量料金 (RM/ m <sup>3</sup> )		
		0 - 18 m <sup>3</sup>	18 - 45 m <sup>3</sup>	>45 m <sup>3</sup>
A. 住宅用 (一般世帯)	3.00	0.37	0.79	0.99
		1.45		
C. 商業用	20.00	1.45		
D 宗教施設用	3.00	0.44		
E. モスク (イスラム教会) 用	3.00	0.44		
F. 水泳プール用	15.00	1.32		
G1 旅客ボート/商客船用	30.00	4.00		
G2. 漁船用	30.00	3.00		
H 導水用 (未浄水: 水利権費)	30.00	0.52		
I 港湾施設用	0.00	1.45		
J 工業用	30.00	0.92	0.84	
		0.55		
K 軍用施設、社会奉仕施設、ホテル、集合住宅、事務所ビル等用	0.00	0.55		

Source: Ex-JBA Pahang (As of December 2011)

PAIP の料金内訳は、住宅用および工業用の用途に限り逡増制、その他用途は、均一料金制を採用している。逡増料金の住宅用と工業用に関し、2011 年 5 月時点の平均的な 2 つの使用水量における全国と PAIP の水道料金を表 II-1.6 で比較する。

表 II-1.6 住宅用と工業用の水道料金比較

用途	使用水量	全国平均	パハン州平均	比率 (州/全国)
住宅用	20 m <sup>3</sup> /month	0.54 RM/m <sup>3</sup>	0.41 RM/m <sup>3</sup>	76 %
	35 m <sup>3</sup> /month	0.66 RM/m <sup>3</sup>	0.57 RM/m <sup>3</sup>	86 %
工業用	80 m <sup>3</sup> /month	1.33 RM/m <sup>3</sup>	1.45 RM/m <sup>3</sup>	109 %
	500 m <sup>3</sup> /month	1.36 RM/m <sup>3</sup>	1.45 RM/m <sup>3</sup>	107 %

Source: Prepared by the Study Team based on the Ddata from ex-JBA Pahang and MWIG 2011

住宅用の水道料金比率(州/全国)は、使用水量が増加すると高くなる傾向(少量76%→多量86%)が見られた。一方、工業用の水道料金比率(州/全国)は、住宅用とは反対に少水量で高く(多量107%→少量109%)になっていた。旧JBAパハンの工業用水道料金は、全国平均の水道料金より高い。

## 2) 預託金 (TANGGUNGUN)

- 所管は、各郡事務所。収入した資金は本社に集まる。
- 住宅・工場・コンドミニアム等、建物の種類により、大区分1から7まで、27種類に区分され、単価が決められている。最低は住宅用で、60RM、最高は建設工事用で、2000RMである。大規模な開発の場合、総合計額は大きな金額になるが、事業主は個々の建物の完成に合わせて、建物に応じた金額を納入すれば、給水を受けられる。

## 3) 給水申し込み(給水装置新設) 手続等

水道サービスの新規引き込み或いは既契約解除の希望者(登録家屋の居住者)は、PAIP郡事務所への申請が必要となる。当該申請を受け付けたPAIP郡事務所は、当事者間(供給者と顧客)で接続/閉鎖業務の手配と日程を調整する。PAIP郡事務所は、上述した申請の中で新規契約を希望した場合、以下の通常手続を行う。実際には、このような顧客との費用/作業分担が、老朽化した水道メータの交換を困難にしている。

- PAIP郡事務所は申請者へ預託金を請求し、申請者はPAIP郡事務所へ預託金を支払う、
- PAIP郡事務所は、登録された接続材料販売店と工事業者を申請者へ紹介する、
- 申請者は、給水装置材料の購入と工事業者との設置工事契約を進める、
- JBA郡事務所は、接続材料と工事業者への支払を確認して顧客契約を認証する。
- PAIP検査員は、水道メータ稼働状況の目視確認と初期検針記録を行う、
- PAIP郡事務所は、購入会社と工事業者への支払を確認する。
- 指定工事店制度

新規給水申し込み者は、SPANの許可を受けた「指定工事店」に工事及び材料の調達を依頼する。工事店は、半島マレーシア内で4つのブロック単位に指定されているが、パハン州は「東海岸」ブロックに含まれる。水道事務所は、指定工事店からの工事申請に対して、SPANの許可を受けているか、工事内容が適正か、等を審査して工事を許可する。

## (2) 用途別の顧客数

旧JBAパハンは、水需要と料金収入に関する事業計画を策定する目的で、水道水の用途を住宅用とその他に分類して業務処理している。過去3年間(2008年~2010年)の旧JBAパハン顧客数と年間伸び率(年末時点での統計数量比較)を表II-1.7に示す。非住宅用の顧客数は、着実な増加傾向を示している。

表 II-1.7 住宅用と非住宅用のパハン州顧客数

年度	住宅用			住宅用以外			合計	
	契約者数	占有率	増加年率	契約者数	占有率	増加年率	契約者数	増加年率
2008	292,384	89.8 %	-	33,153	10.2 %	-	325,537	-
2009	298,885	88.4 %	2.2 %	39,261	11.6 %	18.4 %	338,146	3.9 %
2010	308,570	88.0 %	3.3 %	42,187	12.0 %	07.5 %	350,757	3.7 %

Source: MWIG 2010

一方、住宅用と非住宅用の顧客数について、パハン州行政郡別に比較した結果を**表 II-1.8**に示す。各郡内の全顧客数について州全体に占める比率「{A+B}/全州」は、クアンタン郡 32.3 %およびタメロー郡 12.8 %となっており、その他の郡は 10 %以下であった。また、州行政郡内の住宅用に係る顧客数比率「A/{A+B}」は、カメロン高地郡の最小値 82.1 %とマラン郡の最高値 91.8 %であった。

表 II-1.8 住宅用と非住宅用のパハン州郡顧客数 (2010 年)

旧 JBA 郡	顧客数 (2010 年 12 月)		統計情報	
	住宅用 : A	非住宅用 : B	{A+B}/全州	A/{A+B}
ベントン	24,106	2,623	7.6%	90.2%
ベラ	18,825	2,500	6.1%	88.3%
カメロン高地	7,215	1,573	2.5%	82.1%
ジェラントウットウ	20,651	2,716	6.7%	88.4%
クアンタン	97,907	15,437	32.3%	86.4%
リピス	14,246	1,844	4.6%	88.5%
マラン	23,154	2,069	7.2%	91.8%
ペカン	20,583	2,132	6.5%	90.6%
ラウブ	22,570	2,691	7.2%	89.3%
ロンピン	20,429	2,738	6.6%	88.2%
タメロー	38,884	5,864	12.8%	86.9%
パハン州	308,570	42,187	100.0%	88.0%

Source: PAIP

### (3) 水道料金の請求と徴収

水道料金による収入管理は、E-Water システム（会計管理業務に関する申請・登録・未納・閉鎖・再接続等から構成）を活用し PAIP 本部が所轄している。

同システムは、本部と郡事務所をネットワーク接続し、顧客管理を目的として旧 JBA パハンが 2006 年後期に導入した。導入目的は以下のとおり。

- 旧 JBA パハンの本部と郡事務所の間で、顧客契約および設置・解除、負債調停および再接続・閉鎖等の管理情報を共有する、
- 正確な顧客情報を短時間で提供することで、適切な顧客対応を可能にする、
- 顧客に対して素早くかつ有効なサービスを提供する。

検針と請求業務は、郡事務所により実施している。本業務では、E-Water システムをより有効活用するため、2009 年より SMRS (Spot Meter Reading System : 図 II-1.4 参照) を導入して実施している。

PAIP タメローは、請求書の発行・配布後 7 日間以内に水道料金を支払うよう顧客と契約している。支払方法は、PAIP タメロー窓口の他、金融機関への入金として銀行 (ATM での振込み可 : ラクヤット銀行)、テレコム・マレーシアおよび郵便局があり、金種は現金・小切手・振込みが可能である。現在、オンラインによる請求及び支払のシステム導入について、PAIP 本部の IT 課が検討している。

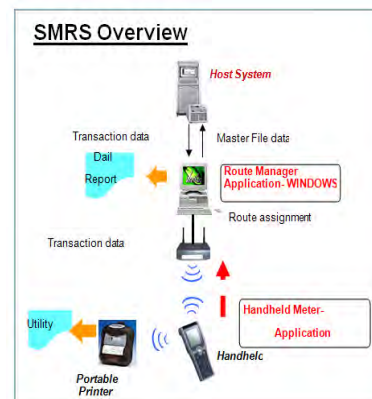


図 II-1.4 SMRS の機能

旧 JBA 郡事務所毎の請求額と徴収額を表 II-1.9 にまとめた。州行政郡別の料金徴収率は、最高 99 % および最低 75 % で、殆どの郡別徴収率が 80 % 台であった。

表 II-1.9 水道料金のパハン州郡請求額と徴収額 (2010 年)

州行政郡	請求額 (RM/年) : A	徴収額 (RM/年) : B	徴収率 : B/A
ベントン	9,925,142	8,470,701	85 %
ベラ	5,425,796	4,845,772	89 %
カメロン高地	2,938,589	2,570,247	87 %
ジェラントウットウ	7,693,172	6,729,756	87 %
クアンタン	59,575,884	49,531,973	83 %
リピス	4,597,547	4,555,276	99 %
マラン	8,406,398	6,358,211	76 %
ペカン	7,797,356	6,340,484	81 %
ラウブ	7,399,714	6,535,516	88 %
ロンピン	10,151,627	7,636,395	75 %
タメロー	11,754,247	10,431,831	89 %
パハン州	135,665,473	114,006,161	84 %

Source: PAIP

また、未納に対する停水措置は、タメロー事務所の実績で、毎月数件 (最大で 10 件程度) である。

#### (4) 事業収支

JBA パハンの 2007 年度～2010 年度における全収入と運営費 (以降は「OPEX」と称す) を表 II-1.10 に示す。同表には、全国平均値と比較することを目的として、同期間の「運営費/全収入」率を含めた。

表 II-1.10 JBA パハンの全収入・運営費と「運営費／全収入」率

年度	全収入：A	運営費：B	収支：A-B	運営費／全収入：B/A	
	(RM '000)	(RM '000)	(RM '000)	JBA パハン	全国平均
2007	114,558	146,262	-31,704	128 %	66 %
2008	131,053	157,224	-26,171	120 %	66 %
2009	124,452	166,077	-41,625	133 %	74 %
2010	137,761	160,287	-22,526	116 %	75 %

Source: MWIG 2010

旧 JBA パハンの運営費は、2007 年度～2009 年度に前年度より増加し、2010 年度に減少した。2010 年度における運営費の減少は、同年度の収入 11 % 増加を伴って、「運営費／全収入」率を 116 % まで押し下げ、過去 4 年間での最善値（最低率）となった。それにも拘わらず、JBA パハンの「運営費／全収入」率は、全国平均値と比較すると高止まりに推移している。全体の財務改善方向としては、過去 4 年間の短期間統計ではあるものの、2009 年度を除き「運営費／全収入」率が改善されている。

人件費を除く月間 OPEX は、浄水場毎に振り分けて管理しているとの旧 JBA パハン説明であったが、民営化への移行時期を勘案してか、これら①エネルギー費、②薬品費および③維持管理費資料の提供はなかった。この状況から、郡毎の OPEX 数値は、全州 OPEX 数値を基に、郡事務所毎の浄水量・配水管長・職員数によって単純分配した。

なお、2010 年度の詳細は、表 II-1.3 に示すとおりである。

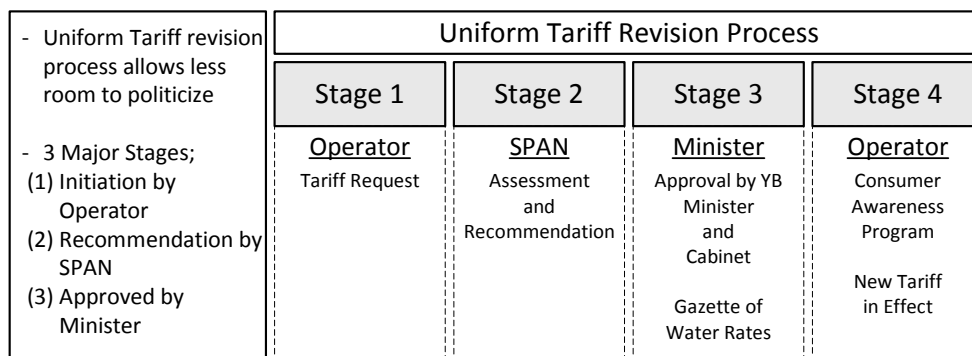
#### (5) 水道料金改定の申請／承認プロセス

旧 JBA パハンの設立から 1995 年度末までの 13 年間は、パハン州政府が水道料金改定の権限を有していた。それ以降、州政府からの申請に従い連邦政府が承認するシステムへ変更された。

州の水道料金を変更する過程は、3 年毎に実施する見直し手続き（図 II-1.5 を参照）を適用している。この中で、第 1 段階から第 3 段階までは、凡そ 7～9 ヶ月間を要している。

第 1 段階：水道事業者は、水道料金改定を SPAN へ要求できる。ただし SPAN は、適切な料金改定の見直し過程や時期に係り、水道事業者への勧告を可能とする。

SPAN 申請に対する州政府受付けは、3 ヶ年事業計画の策定または州調査委員会の要求事項を満たすことを条件とする。当該事業計画には、基本的な業務指標の目標値と無収水削減率および改定水道料金（案）を含むものとする。



Source: SPAN

### 図 II-1.5 料金システム見直し過程

なお、新規に提案する料金制度の州政府受付けに際し、国家水資源調査 (NWRS) を基とした業務指標の目標設定値を確認するが、その指標の評価は第2段階にて行うこととする。

第2段階： 料金改定（案）に関する SPAN 評価は、以下の内容を含む包括的な要素を勘案する。

- SPAN が定めた水道事業者による効率化達成レベル
- 事業者によるサービス品質を含む効果的運営とサービス改善の提案内容に係る考慮
- 水道事業者による継続した無収水率削減と料金徴収率向上の改善活動に係る進捗状況
- 水道事業者による初期投資の多寡（施設改善や自然環境へ配慮した排水処理設備等）
- 水道施設管理会社（PAAB）による施設リース料
- 施設運営費（電気料金および薬品調達費）
- 消費者物価指数

上記の評価項目に加え SPAN は、水道事業者による信頼度や的確性等（以下参照）を確認し、提出された水道料金改定（案）への評価結果を上位機関へ勧告する。関係者協議のプロセスには、水道運営者・PAIP・マレーシア水道協会・産業界・NGO・マレーシア水討論会を含むこととする。なお、後者の組織は、WSIA-2006 条項 69 および条項 70 に従い 2008 年 7 月に登記された公開討論会である。

- 上下水道サービスの受益者に関連し、州委員会からの質問に対する回答や新規提案の提供
- 上下水道サービスの受益者権利に関する代表者としての活動
- 上下水道サービスの基準や水道料金に対する顧客権利の促進
- 上下水道サービスの受益者権利を害する事項等の特定と改善を通じたキ

## キャンペーン活動等の実施

- 受益者権利を保護するための水公開討論会に対する多方面での活動
- 州委員会の決定に従った責務の実行

第3段階： 主要活動は、水道料金改定に対する関連法規に照らした連邦政府による承認手続きである。

第4段階： 水道事業者は、新規改定する水道料金の理由・内容・時期等について、公開活動を促進する役割の着実な実行が求められる。

上述したプロセス発令の2008年以降、料金改定を実施した水道事業者はジョホール州及びマラッカ州である。

#### 1.4 給水サービス状況

新規顧客を獲得するため旧 JBA パハンは、「顧客憲章」に従った以下に示す行動を実施している。

- 新規水道引き込み申請から給水装置設置までの業務を、預託金等の支払業務を含めて7日間以内に完了する。
- 窓口請求・支払いは当日中、振込み書等は2週間以内に処理する。
- 負債支払の確認後、閉鎖／撤去された給水装置の再開／再接続を3日間以内に完了する。
- 契約解除通達の受信および確認後、前契約者へ預託金を3ヶ月間以内に還付する。
- 計画断水の公告（顧客へのお知らせ）は、主要な伝達媒体（新聞・チラシ・張り出し等）により少なくとも3日間以上の期間を確保する。
- 配水管の破裂または漏水の連絡受信後、管径100A以下の場合は1日以内、管径100Aを超える場合は最小期間内に対処する。
- 新規引き込み申請の受付け後、雑居ビル等の内部管網に係る配管設計書を3週間以内に申請者へ返答する。
- 適正かつ満足な給水サービスを全顧客へ提供する。

PAIP による給水サービスは、以下に示す連邦政府保健省が定めた飲用水水質基準と、旧 JBA パハンが定めた給水サービス条件により管理している。

- 水質： 飲用水水質基準（WHO 水質基準より許容幅が広い）
- 水量： 最低給水水圧 1 bar（約 10 mH<sub>2</sub>O）と最短給水 8 時間／日

水道事業に係る 2010 年版の業務指標（以降は「PIs」：Performance Indicators と称す）を表 II-1.11 に示す。当該 PIs と数値の列記に続いて、各 PIs 数値に対する調査団のコメントまたは PIs 値の比較傾向等について記述する。



表 II -1.11 水道事業の業務指標 (2010 年)

主要な PIs と単位		2010 年平均値		
		全国	パハン州	タメロー郡
契約 1,000 件当たりの職員数	人/1,000 件	2.80	4.4	3.0
給水面積当たりの管長	km/km <sup>2</sup>	1.65	0.30	0.40
配水管長当たりの給水人口	人/km	214	141	144
配水管長当たりの住宅用接続密度	件/km	43	29	40
老朽水道メータの含有率	%	23.2	53.4	NA
検針員当たりの検針件数	件/人	3,252	2,295	2,647
浄水量当たりの運営費*1	RM/m <sup>3</sup>	0.63	0.45	NA
無収水率	%	36.37	55.29	64.88

Source: Prepared by the Study Team based on the data from ex-JBA Pahang and MWIG 2010

注\*1: タメロー郡の OPEX は、パハン州全 OPEX から調査団が試算した。

#### < 契約 1,000 件当たりの職員数 (人/1,000 件) >

旧 JBA パハンの PI 数値 4.4 は、MWIG 引用。旧 JBA タメローの PI 数値 3.0 は、旧 JBA タメロー職員数のみを適用すると、旧 JBA パハン本部の職員数 (全パハン州事業管理者) が含まれず過少数値となる。従って、旧 JBA パハン本部の職員数を旧 JBA 郡事務所毎の契約件数で割り振り：本部職員数× (旧 JBA タメロー契約件数÷全旧 JBA 契約件数)、旧 JBA タメロー職員数へ加算して試算した。

#### < 給水面積当たりの管長 (km/km<sup>2</sup>) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 0.30 km/km<sup>2</sup> は、前 2009 年度には 0.25 km/km<sup>2</sup> であった。この増加値は、2009 年度の配水管延長 8,853 km から 2010 年度の配水管延長 10,638 km へ増加したことに起因する。

#### < 配水管長当たりの給水人口 (人/km) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 141 人/km は、前 2009 年度には 167 人/km であった。この減少値は、人口密度が低い集落への給水区域拡張と考えられ、「配水管密度」や「村落部/都市部の給水人口比率」と同様の傾向を示していることから、これら PIs 値との整合性が取れている。

#### < 配水管長当たりの住宅用接続密度 (件/km) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 29 件/km は、前 2009 年度には 34 件/km であった。この減少値は、上述したように「配水管長当たりの給水人口」との整合性が取れている。

#### < 老朽水道メータの含有率 (%) >

旧 JBA パハンは、設置後 7 年を越える老朽化した水道メータを 2008 年度以降から継続して交換した。その結果として、2007 年度の PIs 値 67.9 % から大きく改善した。旧 JBA パハンにおける 2010 年度の PIs 値 53.4 % は、全国平均値 23.2 % と比較して未だ高止まり状態である。

### ＜検針員当たりの検針件数（件/人）＞

旧 JBA パハン／タメローの 2010 年度における両 PIs 値 2,259 件/人および 2,647 件/人は、全国平均の PIs 値 3,252 件/人とは大きくかけ離れている。旧 JBA パハンでは、2009 年からの SMRS 導入および活用により、2007 年度の PIs 値 111 件/人を 20 倍以上に強化した。

### ＜浄水量当たりの運営費（RM/m<sup>3</sup>）＞

旧 JBA パハンの PIs 値 0.45 RM/m<sup>3</sup> は、全国平均の PIs 値 0.63 RM/m<sup>3</sup> と比較して低い。経年的には、2007 年度 PIs 値 0.45 RM/m<sup>3</sup> から 2009 年度 PIs 値 0.49 RM/m<sup>3</sup> へ一旦高騰し、2010 年度に降下している。旧 JBA タメローの見掛け PIs 値 0.41 RM/m<sup>3</sup> は、パハン州の PIs 値より低い。

### ＜無収水率（％）＞

旧 JBA パハンの PIs 値 55.29 % は、全国平均 PIs 値 36.37 % と比較して相当に高い。加えて、旧 JBA タメローの PIs 値 64.88 % は、州平均値と比較して更に高い。

水道サービス改善と効率的運営を目途に旧 JBA パハンは、IT システムを活用した①GIS (Geographic Information System：地理情報システム)、②E-Water (顧客管理システム)、③E-Complain (苦情情報処理システム)そして④テレメータ監視システムを導入した。この中で GIS は、2008 年度に「Arc-GIS ver. 9.5」を本部へ設置した。主要な入力値は施設情報に限られ、施設運営や顧客情報は含まれない。

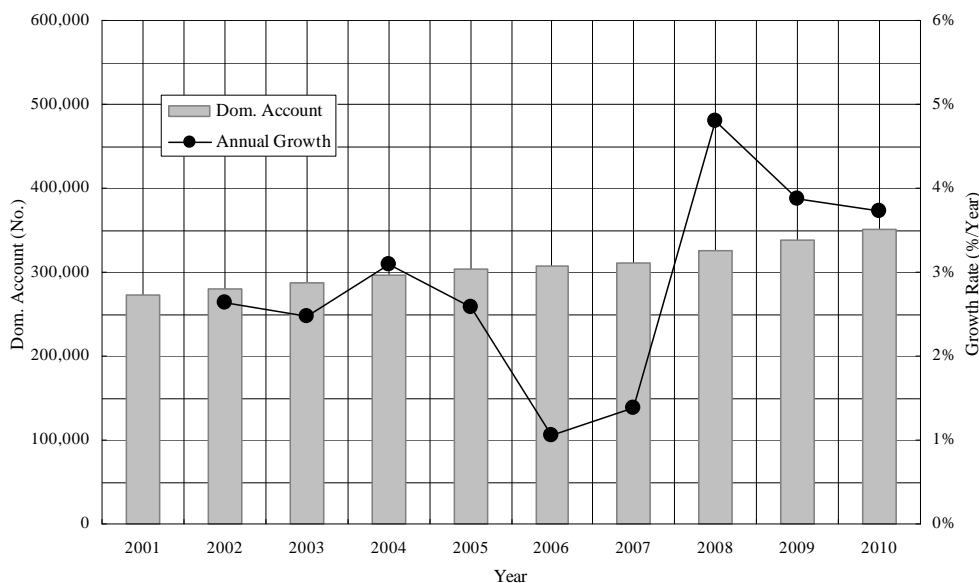
将来的な希望として旧 JBA パハンは、技術情報と顧客情報の統合による GIS 活用の強化策を実施したい意向がある。現時点では、GIS 端末が PAIP 郡事務所に未設置である。現在の閲覧可能な GIS 主要データを以下にまとめる。

- 一般情報： 二次元位置情報、施設建設年（2002 年以降）、施設設計能力
- 取水施設： 河川名
- 浄水場： 浄水方法
- 配水池： 土木構造、用途
- 配水管： 材質、口径、用途（主管／枝管）
- その他： 増圧ポンプ場、着水井、道路／河川

## (1) 給水人口

旧 JBA パハンにおける 2001 年度～2010 年度の住宅用契約数および年間伸び率（資料 MWIG）を図 II-1.6 で示す。

給水人口は、2010 年国勢調査による行政人口・家屋数に加え、旧 JBA パハンに登録された住宅用の契約件数から試算した。世帯人数は、全国とパハン州で同じ平均値 4.28 人／世帯、タメロー郡では 3.57 人／世帯である。



Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.6 旧JBAパハンの住宅用契約件数と年間伸び率

行政区分（州－郡－地区）の他に、「村落部：Rural」と「都市部：Urban」の地区に分類し、公共事業計画等の策定に活用している。タメロー郡の都市部は、以下に示す4ヶ所が指定され、それらの都市部地域は7地区に跨って分布している。都市部の位置は、第2章の図II-2.1を参照する。

- タメロー市： 4地区（バング、メンタカブ、ペラック、ソングサング）
- セメントン市： 1地区（セメントン）
- ケルダウ市： 1地区（ケルダウ）
- ジェンデラック市： 1地区（ジェンデラック）

表II-1.12で示すように、旧JBAパハンの給水普及率は、2009年度に大きく改善された。

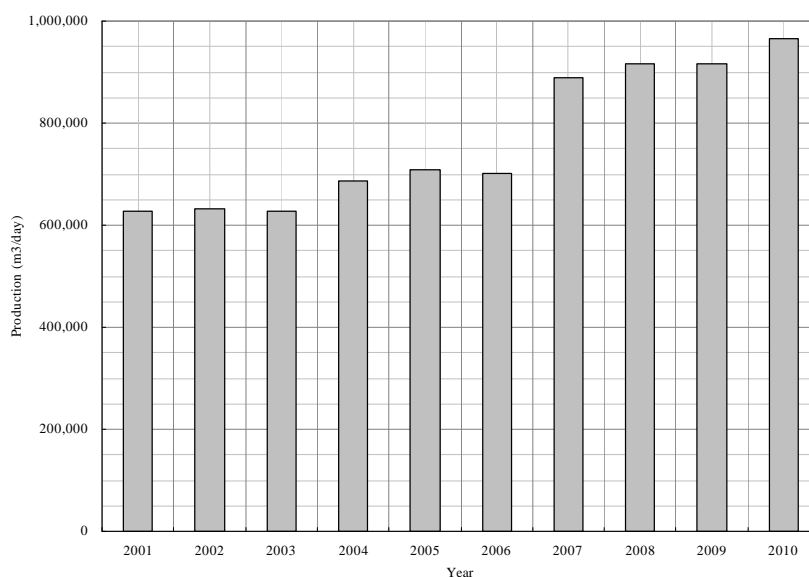
表 II-1.12 パハン州都市部／村落部の給水普及率

年 度	給水普及率 (%)		
	都市部	村落部	パハン州
2007	98.0	89.0	93.0
2008	98.0	89.0	93.0
2009	100.0	96.0	97.8
2010	100.0	96.0	98.0

Source: MWIG 2010

## (2) 浄水量

旧JBAパハンにおける年間平均の日浄水量を図II-1.7に示す。2006年度と2007年度の日浄水量は、増加率27%を示している。旧JBAタメロー浄水場別年間平均浄水量の推移を表II-2.3に示す。



Source: MWIG

図 II-1.7 旧 JBA パハンの年間平均浄水量

旧 JBA パハンは、浄水場別の浄水量を含む月例資料を郡事務所から収集している。各郡事務所の管轄地域における浄水場数と浄水量を表 II-1.13 に示す。旧 JBA パハンは、2010 年度の平均値として浄水日量 0.98 MCM を供給した。同年の最大浄水量は、セマンブ浄水場（クアンタン郡）の 293,413 m<sup>3</sup>/日、その次がルブック・カワ浄水場（タメロー郡）の 100,314 m<sup>3</sup>/日であった。

表 II-1.13 旧 JBA 郡の浄水量

旧 JBA パハン		浄水量 (2010 年)	
旧 JBA 郡	稼動浄水場	総浄水量 (m <sup>3</sup> /年)	平均浄水量 (m <sup>3</sup> /日)
ベントン	10	21,124,493	57,875
ベラ	3	15,170,600	41,563
カメロン高地	2	5,463,016	14,967
ジェラントウットウ	10	21,853,439	59,872
クアンタン	9	142,661,726	390,854
リピス	9	16,637,325	45,582
マラン	9	29,530,598	80,906
ペカン	6	18,537,876	50,789
ラウブ	8	19,948,972	54,655
ロンピン	4	22,388,956	61,340
タメロー	4	43,177,999	118,296
パハン全州	74	356,495,000	976,699

Source: PAIP

### (3) 使用水量

使用水量に係るパハン州の統計値には、水道メータの誤計量や誤差が含まれると考えられる。無収水対策の一課題項目である過少計量や平均計量／推定計量等について、使用年数の多い水道メータを数多く設置されたまま継続使用しているのが理由である。

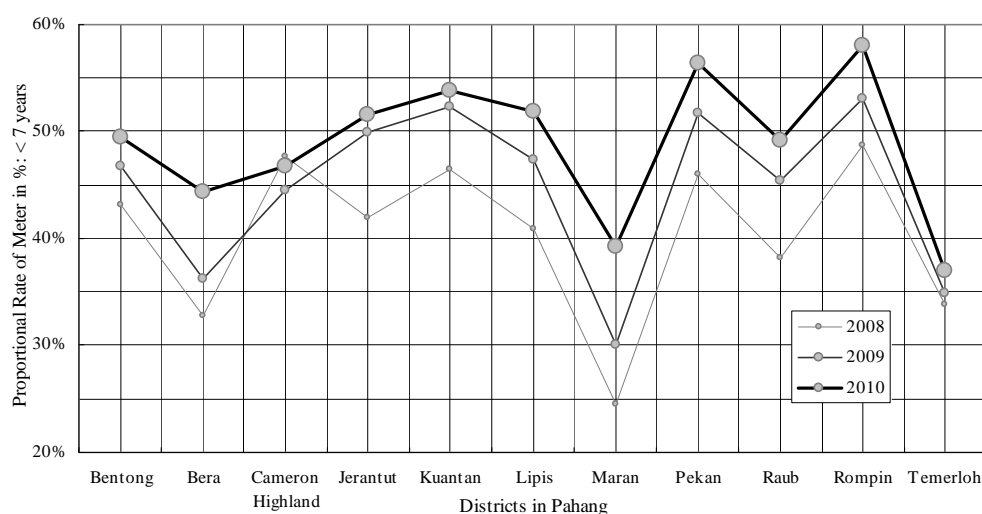
水道メータの設置後年数は、旧 JBA パハンが計量精度の経年老朽化を勘案し、7 年を境界として「7 年未満」と「7 年以上」に分けて管理している。これらの水道メータ数に加え、「7 年未満」の水道メータ設置率を表 II-1.14 に示す。

表 II-1.14 設置後年数別の旧 JBA 郡水道メータ数

旧 JBA 郡	2008			2009			2010		
	7 年未満	7 年以上	7 年未満率	7 年未満	7 年以上	7 年未満率	7 年未満	7 年以上	7 年未満率
ベントン	8,539	11,231	43%	10,408	11,842	47%	12,173	12,468	49%
ベラ	4,989	10,235	33%	6,109	10,749	36%	8,931	11,180	44%
カメロン高地	3,544	3,900	48%	3,485	4,334	45%	3,956	4,507	47%
ジェラントウツトウ	6,685	9,259	42%	9,687	9,696	50%	11,180	10,508	52%
クアantan	37,236	42,885	46%	50,189	45,664	52%	57,595	49,268	54%
リピス	4,393	6,361	41%	6,055	6,712	47%	7,684	7,112	52%
マラン	4,383	13,464	25%	5,978	13,912	30%	9,250	14,277	39%
ペカン	6,742	7,914	46%	9,155	8,548	52%	11,717	9,060	56%
ラウブ	6,895	11,139	38%	9,594	11,537	45%	11,524	11,902	49%
ロンピン	7,611	7,992	49%	9,499	8,390	53%	12,152	8,807	58%
タメロー	12,614	24,667	34%	13,943	26,072	35%	15,855	27,010	37%
パハン全州	103,631	149,047	41%	134,102	157,456	46%	162,017	166,099	49%
	252,678			291,558			328,116		

Source: PAIP

パハン州の「7 年未満の水道メータ設置率」は、過去 5 年間（2006 年～2010 年）にわたり旧 JBA パハンが水道メータを支給し、旧 JBA 郡により故障と判定した水道メータを交換したことで毎年改善（41 %→49 %）された。旧 JBA 郡毎の「7 年未満の水道メータ設置率」を図 II-1.8 に示す。

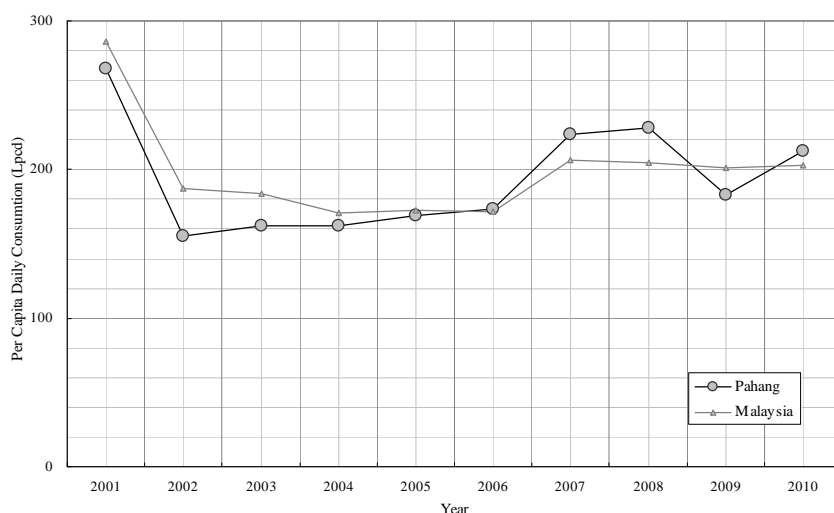


Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.8 旧 JBA 郡の 7 年未満の水道メータ設置率

水道メータ更新の進捗は、旧 JBA 郡により異なっている。7 年未満の水道メータ設置率が低い旧 JBA 郡では、ベラ郡：33 %→44 %の 11 ポイント上昇、マラン郡：25 %→39 %の 14 ポイント上昇と大きく改善された。一方で旧 JBA タメローでは、34 %→37 %の 3 ポイント上昇に留まった。

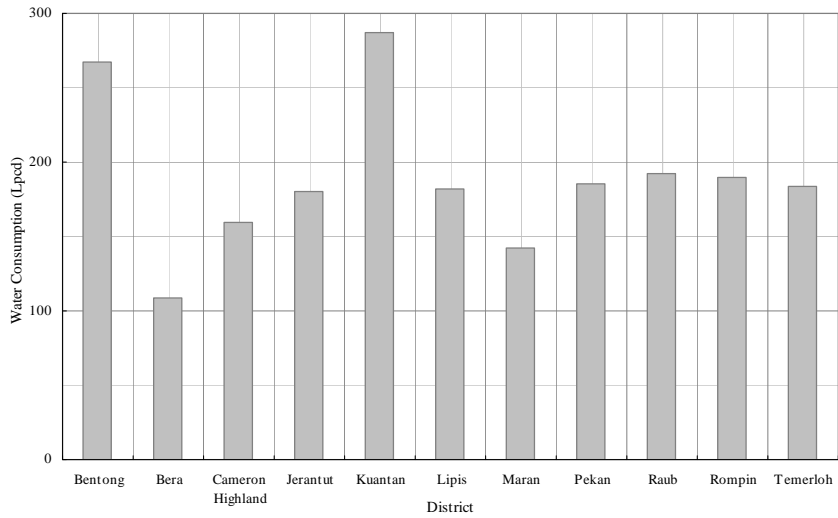
上述した水道メータ設置状況の下で、旧 JBA パハンの一日一人当りの使用水量（Lpcd：リッター／人日）は、MWIG によれば 212 Lpcd と報告されている。パハン州と全国の平均使用水量を図 II-1.9 に示す。なお、理由は不明であるが、2001 年度のみ旧 JBA パハン、全国ともに平均使用水量が多くなっている。



Source: MWIG

図 II-1.9 一人一日平均の使用水量

一方で調査団は、住宅用顧客数と住宅用請求水量および世帯平均人数を用いて、旧 JBA 郡毎の平均使用水量を試算（図 II-1.10 参照）し、旧 JBA タメロー郡で 181 Lpcd となった。なお、本試算値においても、水道メータの誤計量や誤差が含まれると考えられる。

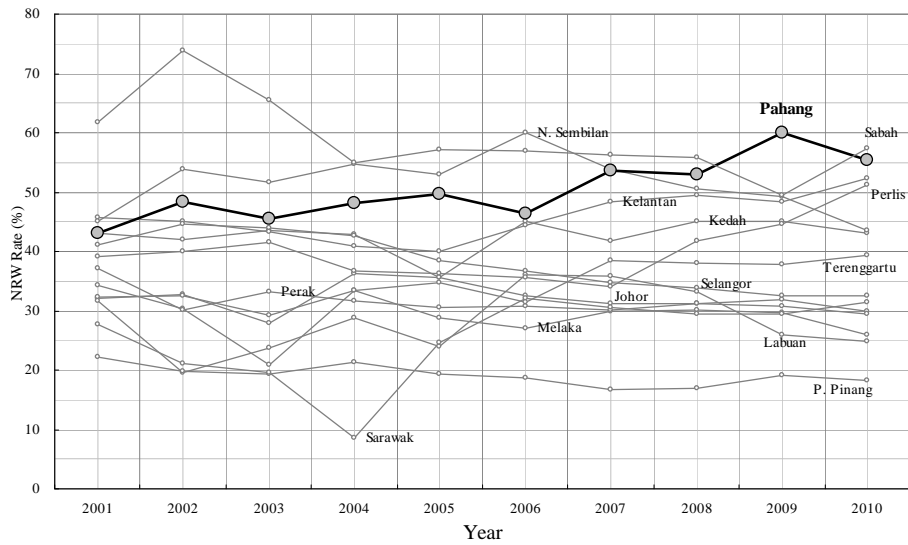


Source: PAIP Pahang

図 II -1.10 旧 JBA 郡の住宅用平均使用水量

(4) 無収水

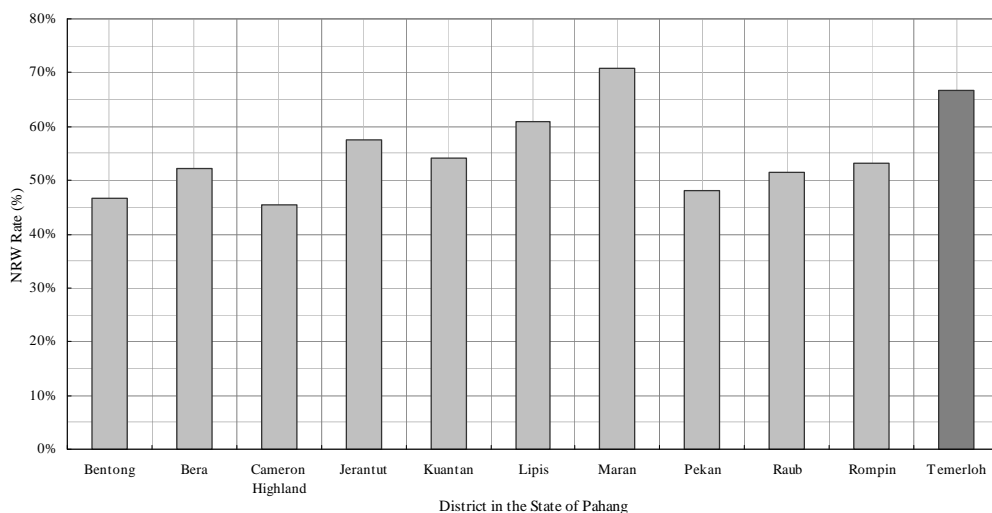
過去 10 年間の中期的な経年変化として、「マ」国全州と対比した旧 JBA パハンの無収水率を図 II -1.11 で示した。旧 JBA パハンは、無収水率を削減すべき必要性が明確である。



Source: MWIG

図 II -1.11 過去 10 年間の州別無収水率

一方、旧 JBA 郡毎の無収水率を図 II -1.12 で比較した。旧 JBA タメローの 2010 年無収水率 66.73 %は、同年全パハン州の高い無収水率 55.39 %と比較して更に高くなっている。



Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.12 旧 JBA 郡の無収水率 (2010 年)

新規 PAIP は、旧 JBA パハンが進めていた連邦政府からの拠出予算による無収水削減を目的とした事業を引き継いで進めている。当該事業は、2012 年 2 月時点で入札業務（入札図書の配布中）の段階で、事業契約は本年度中頃との見通しである。本事業への参加資格を有する応札者候補は、主要業者と現地業者の共同企業体であろうとの PAIP 説明である。本事業の概要は以下のとおり。

- 対象サイト： クアantan郡およびリピス郡
- 履行期間： 契約後 3 ヶ年
- 業務範囲： 給水装置取替えと配水管更新
- 達成目標値： PAIP 同意を伴うベースライン調査と無収水削減率 15 %
- 支払条件： 単価と業務数量による定期的な支払

## 1.5 コールセンター

- コールセンターの構成は、本社は電話 4 回線を使つての 4 名×2 班体制、勤務時間は 07:00~23:00 で土日祭日は休みにしている。郡事務所の電話 1 回線を使つての 1 名×1 班体制は、2010 年 12 月に廃止した。廃止に伴う、本社センターにおけるサービス向上（24 時間体制、人員、回線増等）は、特に実施していない。
- オンライン・システムにより受け付けた情報は、各郡事務所と共有し、現場対応は郡事務所が行う。
- 苦情の処理状況は、WEB により顧客も確認できる。
- 受付件数は JBA パハンで平均 100 件/日であるが、年に 4~5 回ある大規模破裂断水等のときには苦情は 1,000 件/日に達することがある。



表 II-1.15 旧 JBA パハン／タメロー苦情受付件数 (2011 年)

		Total	Billing	Burst, leak, etc.
JBA Pahang	Received	30,656	10,036	20,620
	Solved	30,388	10,036	20,352
JBA Temerloh	Received	3,354		
	Solved	3,266		

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

- 水道の「使用開始・中止」については、全て郡事務所窓口で扱っている。
- 漏水修理担当の電話 1 回線も対応
- 受付件数は JBA タメローで平均 20 件/日であるが、年に数回ある大規模破裂断水等のときには苦情は 50 件/日に達することがある。
- 夜間休日等、勤務時間外における市民・顧客等からの苦情及び破裂・漏水等の連絡を受ける体制として、郡事務所入り口に次のような案内を掲示している。

「責任者：(mie：顧客サービス課長の名前（略称）

：昼間 AM7:00 ～ PM7:00 電話：014-2673200

：夜間：PM7:00～AM7:00 電話：019- 900-8015 」

以上の如く、漏水等の連絡を常時受け付ける体制を確保することは、迅速な対応が可能になり、NRW 削減に有効である。

## 1.6 管理面での改善提案

### (1) 経営形態と資産管理

旧 JBA パハンの経営組織は、2012 年 2 月 1 日から「PAIP 会社（民営化）」へ移行した。

総務部門と管理運営部門では、合理的に業務に必要な人員を確保し、会計部門（特に検針・請求・徴収の担当部署）では、制度的なより一層の効率化が不可欠である。候補となる制度改善項目として以下の内容を提案する。

- 民営化に合わせて、大幅な職員の減員（全体で 357 名、約 23%）が実施されているが、部門ごとの詳細が不明であり、かつ減員後の業務状況も経過の確認が必要である。
- 業務進捗に即した手当制度： 職員の意欲強化
- 検針地域・職員の交代制度： 検針誤差対策の一環  
これについては、大規模コンドミニアム等において、一部実施しており、現場も問題として認識し、改善策を始めている。
- 外部委託の活用拡大制度： 経費節約（発注費の削減）

水道資産は、「マ」国の基本方針に沿って早急に移管を実施すべきであるが、先に述べたとおり、新会社の経営を考えて、料金改定及び補助金等を含めた総合的な判断が必要となる。

## (2) 財務改善

### 1) 基本的考え方

最終的には、全ての資産を保有し、独立採算制の民間会社として、資金的支出を含む資金調達を行い、持続的に事業を運営し、上下水道事業を一体的に運営することを目指す。そのために、連邦政府の方針に従い、ステークホルダーの意識啓発に努め、顧客の理解を得ながら、段階的な料金改定を実施し、フルコストリカバリーの考えに基づく料金水準を実現する。

### 2) 料金改定の各段階（料金で回収するコストの内訳に順次追加していく要素）

#### ● 損益勘定の支出額：従来のA「売上原価」+B「営業費用」

A：電力料、薬品費、プラント及び管路等の維持管理費、車両・運搬具、ディーゼル燃料、等

B：人件費、委託・外注費、料金収納手数料、等

- Aの「維持管理費」を適正に維持管理した場合に増加する費用
- メータを全て7年未満の、正確に計量できるものに交換する費用
- 減価償却費、支払利息
- 老朽化した配水管を敷設替える費用
- 健全な経営を持続できる企業として、将来の施設整備等に備え確保すべき適正な利潤

### 3) 料金水準検討の前提とするいくつかのケース

ケース1：資産を保有しない場合（配水原価+施設のリース料の30%を算入）

ケース2：資産を保有しない場合（配水原価+施設のリース料全額を算入）

ケース3：資産を保有する場合（配水原価+減価償却額を算入）

ケース4：資産を保有する場合（配水原価+減価償却額+支払利息+資本維持費を算入）

上記4ケースと合わせて、NRWを改善することにより、配水原価の削減を算入した場合も、いくつかのケースが考えられる。

NRW30%（2017年目標）の場合

NRW20%（2022年目標）の場合

### 4) その他の検討事項

#### (a) メータ関係費の扱い

メータは、マ国の他の州（マラッカ、ペナン等）では、最初から水道会社の負担で設置し、有効期限内に適切に交換している。この費用の会計処理方法は、

新規設置分：購入・設置費の支出&資産の増加：減価償却費をコストに計上

既存の交換：取り換え法により、購入・設置費をコストに計上

となる。（ただし、この他にも会計処理方法はある。）

パハン州の場合、最初（新設）のメータについて、購入・設置費を水道設置者（顧客）の負担にしているため、会計処理について、2段階を設定する。

- 第1段階：既設の水道使用者所有分を水道会社の負担で交換する：資本的支出  
 第2段階：会社所有後の満期交換：全額コスト算入

(b) 配水管敷設工事費の扱い

- 新規敷設分：資本費
- 既設の敷設替え：同口径：コスト算入  
 増口径：一部資本費にすることも可能

5) 現行の水道料金制度は、用途別に11分類（住宅用・商業用・工業用等）されている。財務強化を目的とした水道料金の確実な改定計画のため、以下の段階的な制度改善を提案する。

- 第I段階：水道料金の用途分類数を削減する
- 第II段階：水道料金の分類制度を現行の用途別から接続管径別への移行を検討する

6) 参考までに上記③の、ケース3及びケース4について試算した結果を示す。

(a) 前提条件

- 2010年度の「発生主義決算書」及び「MWIG」を基本的データとする。
- 検討の前提条件は、2012年2月1日、民営会社発足時点とする。

(b) パハン州のデータ

- 生産量（2010）： $966,000 \text{ m}^3/\text{日} = 352,587,000 \text{ m}^3/\text{年}$
- 有収水量（2010）： $432,000 \text{ m}^3/\text{日} = 157,625,000 \text{ m}^3/\text{年}$
- 接続数：（住宅用）308,570 + （その他）42,187 = （計）350,757
- 配水原価： $0.45 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 平均販売単価： $0.86 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 住宅用平均使用水量： $31 \text{ m}^3/\text{月}$ 、 $16.93 \text{ RM}/31 \text{ m}^3 = 0.546 \text{ RM}/\text{m}^3$
- その他平均使用水量： $81 \text{ m}^3/\text{月}$ 、 $144.15 \text{ RM}/\text{m}^3/81 \text{ m}^3 = 1.780 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 収入（水道料金）： $135,666,000 \text{ RM}/\text{年}$
- OPEX（現在の配水原価）：  
 （製造費）110,096,000 RM + （人件費）32,620,000 RM +  
 （その他管理費）7,828,000 RM = （計）150,544,000 RM
- CAPEX（減価償却費）： $65,224,000 \text{ RM}$
- 借入金（固定資産の年度末価格 + 建設仮勘定の期末価格）：  
 $1,614,462,000 \text{ RM} + 645,884,000 \text{ RM} = 2,260,346,000 \text{ RM}$
- 支払利息（利率：2%の場合）：  
 $45,207,000 \text{ RM}/\text{年}$
- 資本維持費（企業として、健全な経営を持続し将来の施設整備等に備えて確保すべき適正な利潤）：

正味簿価の3%の場合： $798,581,000 \text{ RM} \times 0.03 = 23,957,000 \text{ RM}/\text{年}$

（料金改定期間を3年毎、物価上昇率1%/年）

## [料金改定試算]

## ケース 3

$$\begin{aligned} \text{年間コスト} &= \text{現在の配水原価} + \text{減価償却費} \\ &= 150,544,000 \text{ RM} + 65,224,000 \text{ RM} \\ &= 215,768,000 \text{ RM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{単価} &= \text{年間コスト} / \text{有収水量} = 215,768,000 \text{ RM} / 157,625,000 \text{ m}^3 = 1.37 \text{ RM/m}^3 \\ &(\text{現在の単価 } 0.86 \text{ の約 } 1.59 \text{ 倍}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例：住宅用：} & 0 \sim 18 \text{ m}^3 && 0.37 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 0.59 \text{ RM/m}^3 \\ & 18.1 \sim 45 \text{ m}^3 && 0.79 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 1.26 \text{ RM/m}^3 \\ & 45.1 \text{ m}^3 \sim && 0.99 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 1.57 \text{ RM/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{平均使用水量 (31 m}^3/\text{戸} \cdot \text{月) の料金：} & 16.93 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 27.0 \text{ RM/m}^3 \\ \text{商業用：} & : 1.45 \rightarrow 2.31 \text{ RM/m}^3 \end{aligned}$$

## ケース 4

$$\begin{aligned} \text{年間フルコスト} &= (\text{現在の配水原価} + \text{減価償却費}) + \text{支払利息} + \text{資本維持費} \\ &= 215,768,000 \text{ RM} + 45,207,000 \text{ RM} + 23,957,000 \text{ RM} \\ &= 284,932,000 \text{ RM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{単価} &= \text{年間フルコスト} / \text{有収水量} = 284,932,000 \text{ RM} / 157,625,000 \text{ m}^3 = 1.81 \text{ RM/m}^3 \\ &(\text{現在の単価 } 0.86 \text{ RM/m}^3 \text{ の約 } 2.10 \text{ 倍}) \end{aligned}$$

## (3) 営業業務（顧客管理）

漏水量の多寡と水道メータ計量精度は、水道料金収入を損失する主要原因である。配水管から水道メータまでの給水管から漏水した場合、JBA パハンの損失となる。従って、給水装置の接続制度の改善と設置した給水装置の図面及び書類管理は、営業業務の改善事項として不可欠である。給水装置の設置制度・規制については、第一に、新設時からメータを水道会社の負担とし、管理範囲に含めるべきである。

- 管理部門： 民営会社として州政府から独立し、会計制度が発生主義に変更されたことに対応して、州政府から引き継ぐ業務の適切な処理体制の確立。
- 検針・請求部門： 検針・請求業務の人員を連邦平均以下に削減する。また、検針業務に関わる基礎的情報（各戸のメーター位置、検針順路、等）を会社の共有情報としてデータベース化する。
- 料金徴収部門： 預託金制度の廃止（この現金は、収益ではなく将来返還する預かり金であることから、請求・収納・返還の事務作業が無駄なコストとなっている。）及び、建物の継承者から前所有者の未納料金を徴収する制度について、現在の「滞納料金に関する協議による猶予」の実態の改善と合わせて総合的に見直す。

#### (4) 人材開発

水道事業は、電気・ガス・電話と共に「公益事業」であり、装置産業とサービス産業としての性格を合わせ持ち、社会の基礎インフラとして不可欠である。その社会的責務を果たすため、大規模な装置を運転し、1年365日、24時間サービスを提供し続けるものである。以下の管理面において、専門的な知識・技術・経験を有する人材の育成確保が要求される。

- 管理職員： 経理、人事、顧客サービス等
- 技術職員： 建築・土木、電気・計装、機械・物理、水質・化学等

ステークホルダーの要求は、日々変化かつ多様化し続けている。彼らの要求へ適切に対応しつつ、水道事業を健全に運営できる人材を、計画的かつ体系的に育成しなければならない。

#### (5) 意識啓発

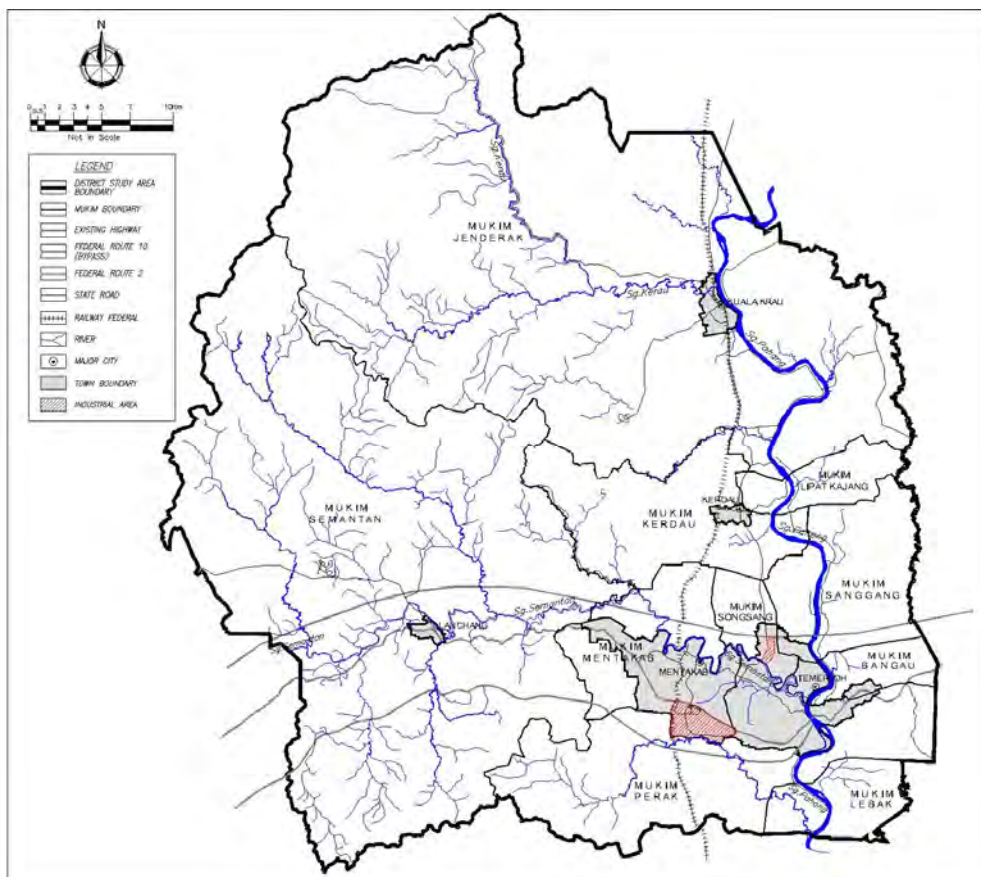
自律的な経営の実現に不可欠な「適正な料金」の実現には、様々な関係者に対する意識啓発が重要である。関係者は、居住者や利用者等の①受益者だけに止まらず、②不利益者、③首長・議会等、④財務的な投資者、⑤地元住民・企業等に分けることができる。

具体的な取り組み例を以下に示す。

- 浄水場、配水タンク、水質試験所、等の施設見学会（見学者を上記区分毎に別々にする。水道を身近に感じてもらい、理解を広める。）
- 水道教室の開催（水道が、電気と同様に費用をかけて作り、配られていること、そしてその費用は、水道料金で賄われていること、を分かりやすく伝える。）
- 定期的なイベントの開催（水道週間、水道創設記念日、水道に関するポスター、作文、写真、等のコンクール）
- インターネット、定期刊行物（水道ニュース 等）その他による情報発信。

## 2 タメロー郡水道事業

タメロー郡の行政区域は、**図 II-2.1** に示す 10 地区から構成され、郡南東部に位置するタメロー市が郡中心地である。タメロー郡の総面積は 2,471 km<sup>2</sup> で、タメロー市を包含するタメロー都市部は、4 地区（バンガウ地区・メンタカブ地区・ペレック地区・ソングサン地区）に跨がる。その他の 3 都市部および多くの村落部は、タメロー郡内に点在している。



Source: Prepared by the Study Team

**図 II-2.1 タメロー郡 10 地区と都市部の位置関係**

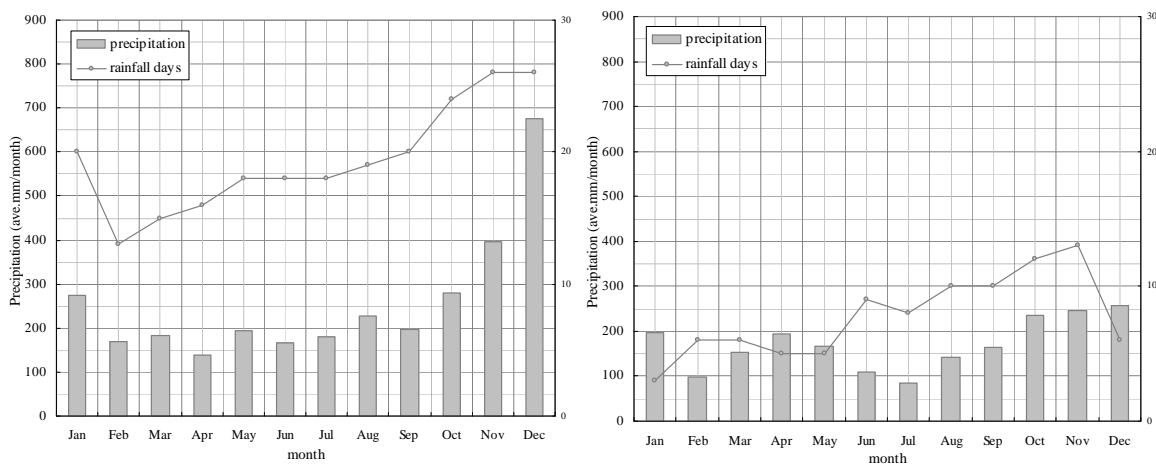
### 2.1 自然条件

タメロー郡は、パハン州の内陸に位置し、首都クアラ・ルンプールとの分水嶺に近い。タメロー郡の中心地は、首都クアラ・ルンプールとパハン州の州都クアンタン市のほぼ中間に位置する。

#### (1) 気象

パハン州の気候は、熱帯性モンスーンに分類される。平均年間降水量（2006 年～2010 年）は、州都クアンタン市で 3,077 mm/年、タメロー市で 2,051 mm/年である。同上 5 年間の月間平均気温は、クアンタン市およびタメロー市共に 23 °C～33 °C と記録されている。気温の季節変動は明確に現れないが、月間平均気温から 5 月～8 月に暑く、11 月～2 月に涼しい。

州都クアンタン市とタメロー市の月間降水量と月間降雨日数（ $\geq 1$  mm/日）を図 II-2.2 に示す。沿岸のクアンタン市と内陸のタメロー市では、異なる気候形態が見られ、特に11月～12月の雨期に顕著である。当該期間における両市での降水量差は、そのまま年間降水量の差に現れている。

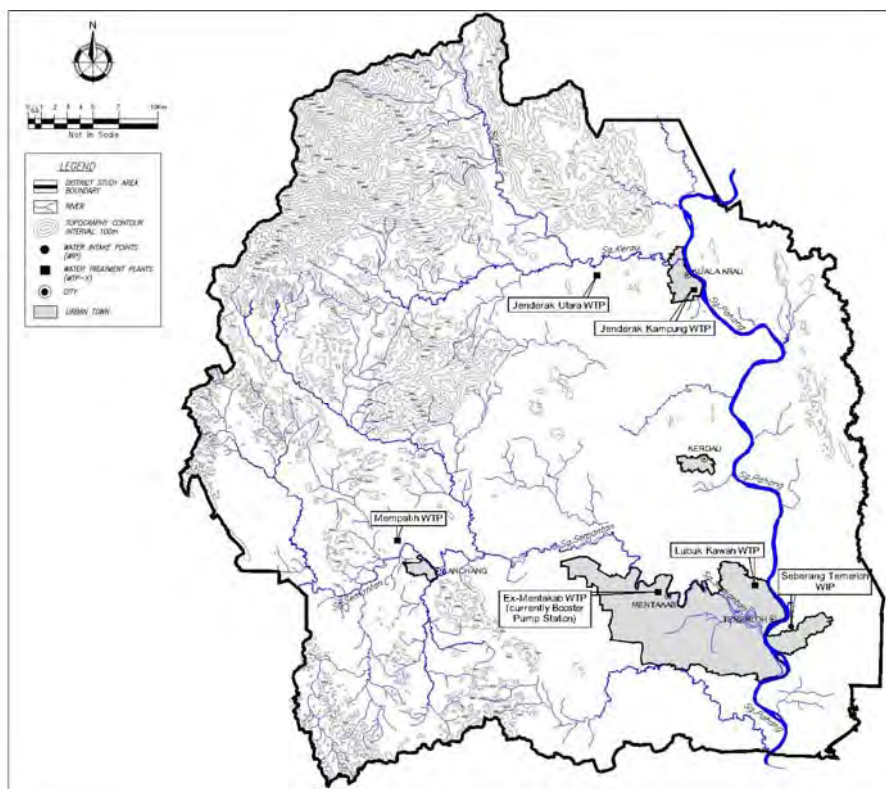


Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図 II-2.2 月間平均の降水量と降雨日数：クアンタン市（左）とタメロー市（右）

## (2) 地形と地質

タメロー郡の地形に都市部の位置を加えて図 II-2.3 に示す。

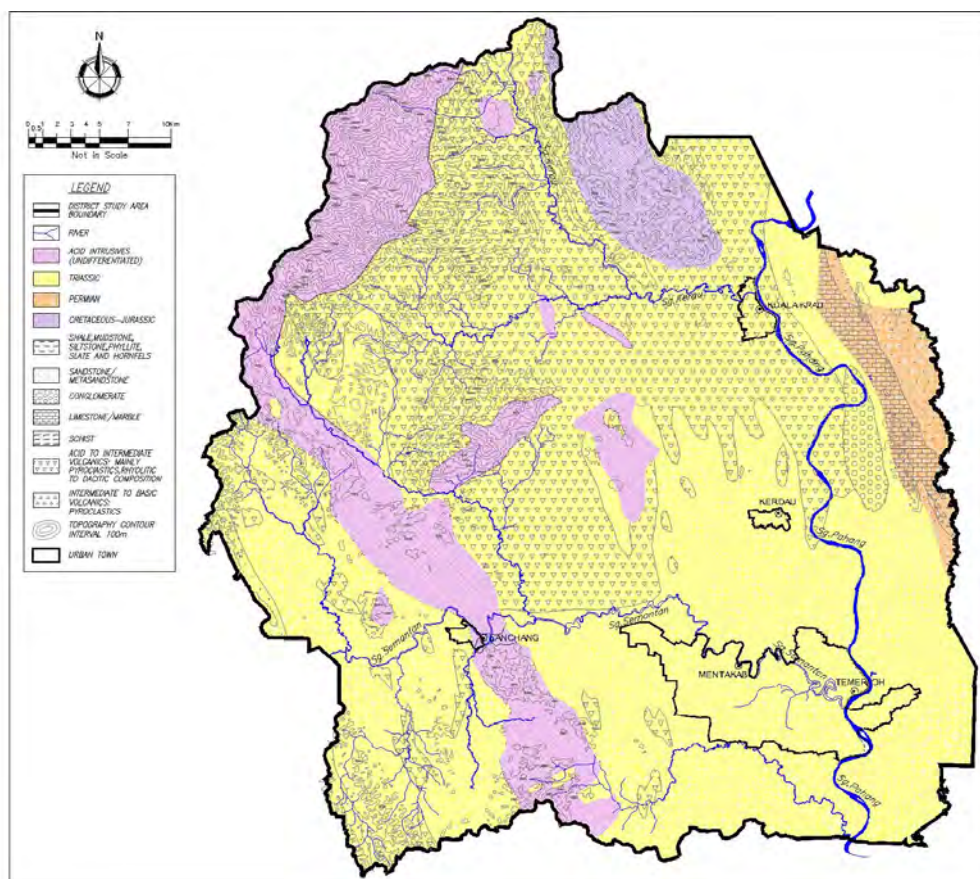


Source: Prepared by the Study Team

図 II-2.3 タメロー郡の地形と都市部の位置

タメロー郡の地形は、緩やかな起伏がある丘陵地で、北西部の標高が高く南東部で低い。パハン河およびその支流に沿って、比較的狭い谷底平野が分布しており、平野部（PAIP タメロー給水区域に相当）の標高は約 60～110 m である。

タメロー郡の地質は、地形の特徴へ大きく影響している。単純化すれば、石灰岩質の分布は第三紀より古い地層を覆い、カルスト台地を形成している。比較的若い年代の石灰岩質の分布は、その岩質硬度から急勾配地域と、砕屑性および空隙の多い緩斜勾配地域に分類できる。これら若年石灰岩質の分布は、南東部に位置している。一方で北西部の準山岳地域は、多種の火山岩が路頭しており、砕屑岩や礫岩が見られる。タメロー郡の地質図を 図 II -2.4 に示す。



Source: Prepared by the Study Team

図 II -2.4 タメロー郡の地質図

表土の腐食性に関する文献は、これまで未判明である。一般的な傾向として、石灰岩質の分布地域（給水区域）でアルカリ性、火山岩類の分布地域で弱酸性と考えられる。

この一般的な土質性状の見地から、配水施設等に使用する管材は DCIP（ダクタイル鋳鉄）や HDPE（高密度ポリエチレン）が適切と思われる。一方、MS（低炭素鋼）管材の使用は、腐食性を示すと考えられるセメントン都市部で避けることが必要と思われる。



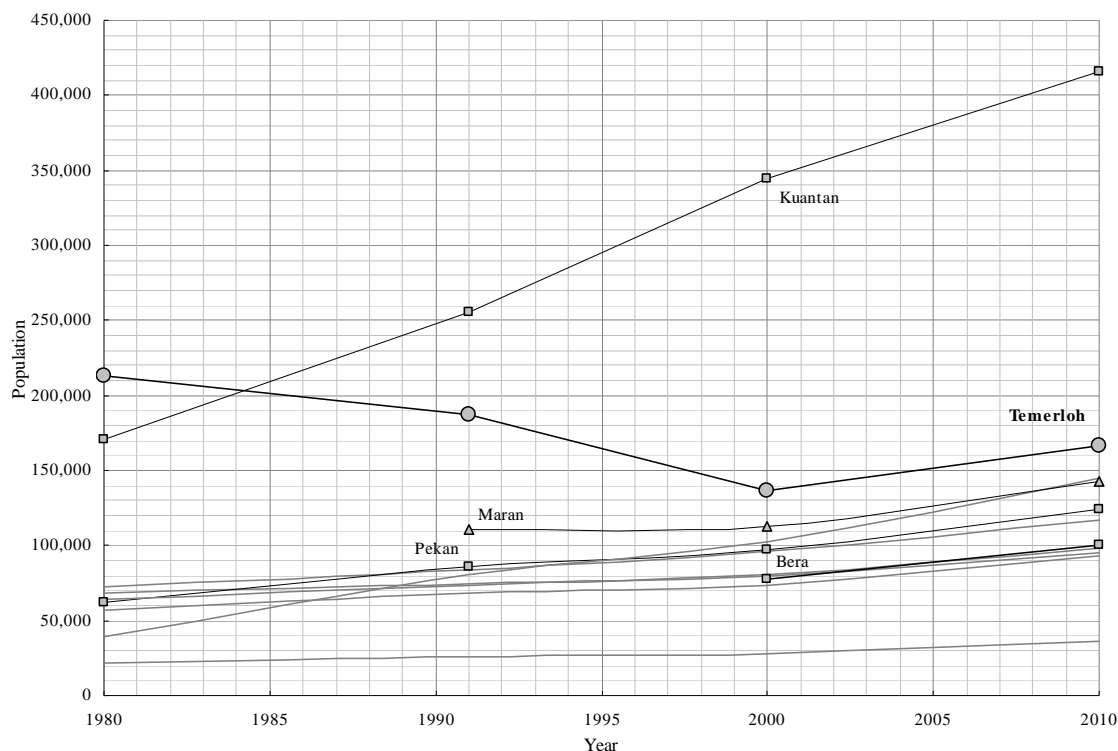
### (3) 河川

内陸のタメロー郡を流下する河川は、全てパハン河およびその支流である。当該パハン河の形態は、その支流を含め樹枝状河系で、タメロー郡を南下する。支流の中で、セメントン川の流量が最も多く、国道 2 号線に沿って西から流下しタメロー市近郊でパハン河へ合流する。河川網図は、**図 II-2.3** に示した地形図を参照する。

## 2.2 社会経済条件

### (1) 人口

「マ」国の国勢調査は、国家統計庁が過去に 4 回実施（1980 年・1991 年・2000 年・2010 年）している。パハン州 11 郡の人口推移を**図 II-2.5** に示す。



Source: Census

**図 II-2.5 パハン州 11 郡の人口（国勢調査結果）**

現タメロー郡は、以下に示す過去 2 回の行政郡再編を経ている。

- 郡再編（1980 年）：元タメロー郡と旧ペカン郡の一部を統合し新規マラン郡を設立
- 郡分割（1991 年）：前タメロー郡を分割し現タメロー郡と新規ベラ郡を設立

再編前後の関連する郡総人口を比較すると、いずれも人口増加を示している。従ってタメロー郡の統計人口減少は、行政郡再編によるものと考えられる。

表Ⅱ-2.1 は、統計人口（2010年）と人口増加率（2009年 - 2010年）について、「マ」国・パハン州・タメロー郡をまとめた。どの行政単位でも人口増加が見られる。人口の増加年率に係る短期的な傾向ではあるが、全「マ」国とパハン州で鈍化、タメロー郡は増加と見える。タメロー郡とタメロー市の人口は、共に州都のクアンタン郡およびクアンタン市に次いで州内2番目である。

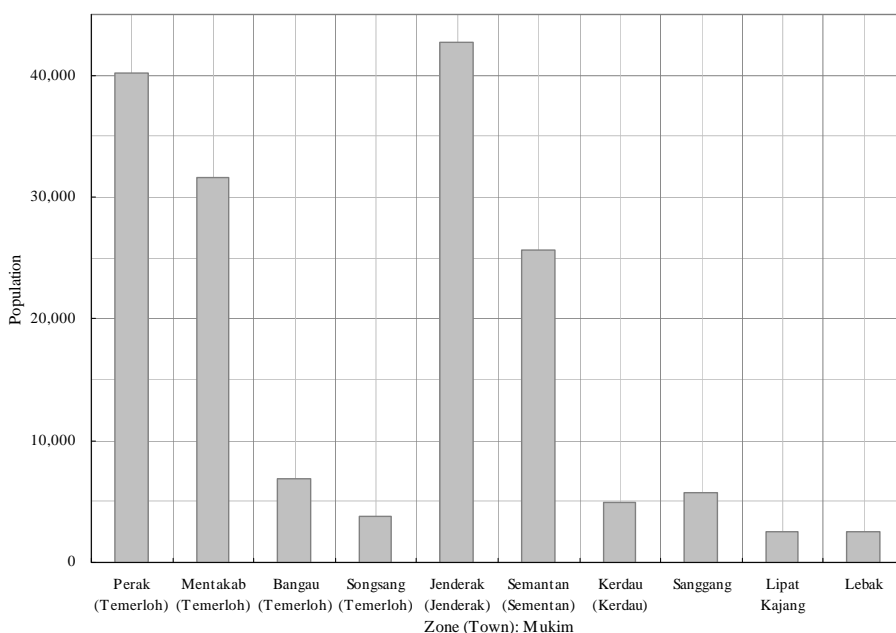
表Ⅱ-2.1 人口（統計・推計）と年増加率

行政区分		推計による増加年率* <sup>1</sup>			国勢調査 2010 年 単位：千人／世帯
		A: 2007 - 08	A: 2008 - 09	B: 2009 - 10	
人口	「マ」国	2.04%	2.08%	1.27%	28,250.4
	パハン州	1.99%	2.00%	1.19%	1,534.8
	タメロー郡	0.85%	0.84%	0.97%	166.5
世帯		-	2.71%	2.64%	46.6

注\*<sup>1</sup>：“A”は国勢調査 1991 年と 2000 年による推計人口からの試算、“B”は 2000 年と 2010 年を使用。

Source: Census

地区人口の公式公表はない。各 10 ヶ所の地区役場から収集した資料から、タメロー郡内の地区人口を図Ⅱ-2.6 に示した。なお、括弧内は郡内 4 ヶ所の都市部名に呼応している。



Source: Census

図Ⅱ-2.6 タメロー郡内の 10 地区人口（2010年）

国勢調査統計には、郡単位の世帯数（以降は「HH」とも称す）も含まれる。タメロー郡の 2010 年世帯数は 46,600、2008 年度より 2% / 年以上の伸び率を示す。

統計処理情報として、タメロー郡の 2010 年平均世帯人口は 3.57 人 / 世帯で減少傾向と考えられる。因みに、世帯人口の少なさは、ベントン郡に次いでパハン州内 2 番目、全国 133 郡でも 4 番目である。

## (2) 商工業

タメロー都市部は、首都クアラ・ Lumpur ～州都クアンタン、隣国シンガポール～バンコックの各中継地点に位置している。この運輸関係からタメロー都市部は、物流産業に関連した企業が増加している。

近年、小規模の工業地帯／団地が開発されている。それら開発地域は、タメロー都市部とその近郊、国道 10 号線およびバイパス沿いに分布しているが、商工業の産業形態情報は限られている。

## (3) 運輸

タメロー郡は、国道 2 号線と国道 10 号線の交差点に位置している。国道 2 号線と平行に、高速道路が 2006 年に開通した。一方、国道 10 号線と平行に、「マ」国の国有鉄道が通過しており、1923 年から運用されている。

多くの車輛が国道 2 号線および高速道を通り、首都クアラ・ Lumpur と州都のクアンタン港湾施設を往復している。国道 2 号線と平行に、タメロー郡都市部を迂回するバイパス道が建設され、2008 年に開通した。タメロー都市部の交通渋滞は、朝夕でもひどくない状態である。

## (4) 通信

JBA タメローの給水区域では、一部山間部を除き携帯電話による通信が可能である。したがって、携帯電話無線を利用した簡易テレメータによる流量、水圧などの監視が可能である。

## 2.3 上水道施設

### (1) 事業拡張と現在の課題点

タメロー郡内の近代水道は、1978 年に農場開墾地域に給水することを目的として郡北部に完成したジェンデラック・ウタラ浄水場が始まりである。その後、順次 5 ヶ所の浄水場が追加建設されて現在に至っている。

現在、全 6 ヶ所の内稼働中は 4 ヶ所で、残りの 1 ヶ所が 2011 年 8 月に建設され 1 年間の試験運転中である。なお、残りの未稼働 1 ヶ所はメンタカブ浄水場で、1982 年に運転開始したルブック・カワ浄水場から十分な配水量が確保され、セメントン都市部への配水を目的とした増圧ポンプ場として改造された。近年になって旧 JBA パハンは、将来の水需要を鑑みメンタカブ浄水場の運用再開事業を模索中との説明であった。

現在運転中である 5 ヶ所（1 ヶ所の試験運転含む）の浄水場に関する技術情報を表 II-2.2 にまとめた。

表Ⅱ-2.2 旧 JBA タメローの浄水場情報 (2010 年平均)

建設年	取水河川	浄水量 (m <sup>3</sup> /日)			配水施設数				給水区域		
		名 前	設 計	実 績	GR	ET	BT	BP	T	V	I
1978	クライ	ジェンデラック・ウタラ	22,700	4,481	1	0	2	0	3	5	2
1982	パハン	ルブック・カワ	80,800	100,314	7	3	0	2	36	51	21
1991	パハン	ジェンデラック・カンボン	8,200	8,024	1	0	3	0	4	21	5
1991	セメンタン	メンパティ	9,100	5,477	2	0	0	0	2	10	3
2011	パハン	セベラッグ・タメロー	22,700	-	2	0	1	1	16	19	3
合計：2010 年度平均値			143,500	118,296	13	3	6	3	61	106	34

Source: Ex-JBA Temerloh

凡例：“GR”地上配水池、“ET”高架水槽、“BP”増圧ポンプ場、“BT”調整池。“T”小規模都市区域、“V”村落区域、“I”大規模給水者（工業団地や住宅開発等）。貯水施設数は、浄水場系統で分類しているが、2010 年時点のセベラッグ・タメロー浄水場の系列は、ルブック・カワ浄水場系列で統計処理している。

旧 JBA タメローの水道事業が抱える現在の課題は、以下のように認識されている。

- 極端に高い無収水率の低減 64.88 % (2010 年度)
- 高台や末端地域における水圧不足の改善 数値化による評価は未実施
- 浄水処理（飲用水水質）の改善 同上
- 水道工事後の復旧と漏水修理の迅速化 同上
- 新規水道使用開始手続きの迅速化 同上

旧 JBA タメローの水道施設訪問、担当職員との協議を通じた情報から、調査団が抽出した問題点を列記する。

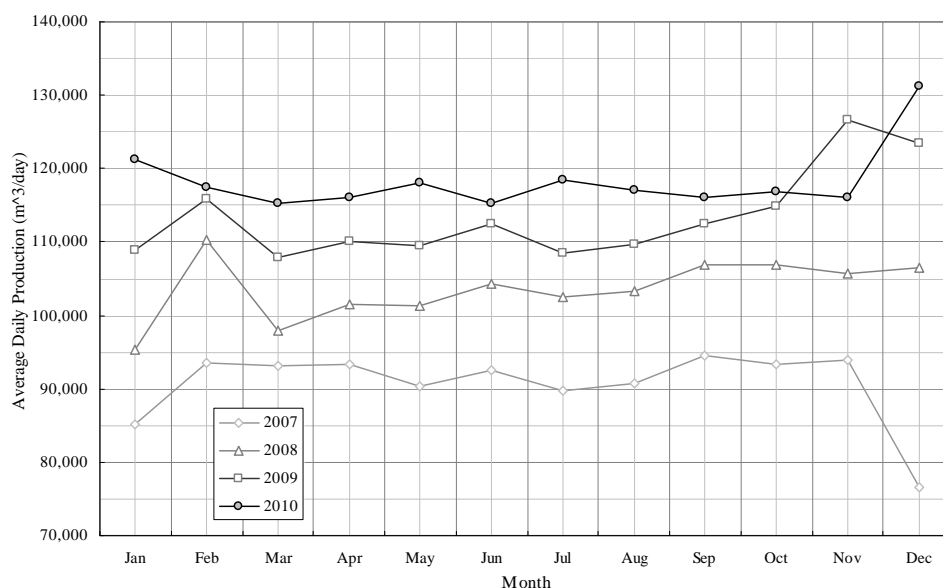
- 数ヶ所の浄水場では、浄水水質（濁度と大腸菌群他）が水質基準を満足していない
  - ✓ マレーシアでは、水質よりも水量が優先されている；
  - ✓ 運転管理要員に浄水処理の知識がない；
- ジェンデラック・ウタラ浄水場の浄水損失水量が、取水量と浄水量の差として約 10 % 程度と記録されている。ただし、パッケージ浄水施設の配管に流量計が見当たらない
- ジェンデラック・ウタラ浄水場を運転している委託先の職員能力が低い
- 新規委託先が、6 ヶ月間の契約で浄水場内配管の維持管理を実施中であるが、竣工図が作成されていない
- 施設建設に係る品質管理が未徹底で、道路下の配管敷設構造が標準設計仕様に従って施工されていない
- 供給 5 会社から納入された HDPE 管の品質は、発注仕様を満足していない
- JBA タメロー組織は、品質管理課がない

## (2) 取水施設／浄水施設

旧 JBA タメローの月間平均による総浄水日量を図Ⅱ-2.7 に示す。年間の総浄水量は、年々増加していることが判る。

一方、旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水日量を表Ⅱ-2.3 に示す。浄水場からの浄水は、隣接する配水系統への再配分ができない。その理由は、各浄水場が配水管網を経由して間接

的に繋がっていることに起因する。従って、浄水場の負荷率は、配水管系統が弁閉鎖により独立した場合、系統別の水需要により 100 % を超えるものがあると考えられる。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.7 月間平均の旧 JBA タメロー浄水量

表 II -2.3 旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水量 (2010 年平均)

Year	Average Daily Production (m <sup>3</sup> /day)					Annual Growth
	Jenderak Utara	Lubuk Kawah	Jenderak Kampung	Mempatih	Total	
2007	2,604	77,207	7,374	3,301	90,486	-
2008	4,011	85,894	8,001	5,881	103,788	14.7 %
2009	5,321	94,667	7,745	5,622	113,355	9.2 %
2010	4,481	100,314	8,024	5,477	118,296	4.4 %

Source: PAIP Temerloh

水道水源は、全て郡内を流下するパハン河（支流：クレイ川、セマンタン川）からの表流水取水で賄われる。河川流量データは未整備であるが、旧 JBA パハンによると、2025 年度までの予測需給以上に河川流量能力があるとの判断である。原水水質に関しては、工鉱業活動に由来する汚染物質や農業活動に由来する農薬汚染の報告はない。従って、現在の無収水率（約 64 %）を含めて単位使用水量（約 260 Lpcd）を削減すれば、水源と浄水場施設容量の不足は当分生じないものと考えられる。

浄水処理は、全て凝集沈殿による急速ろ過方式である。原水は着水井、空気曝気、水平迂流ブロック形成、沈澱（横流、傾斜管、これらの組み合わせ等）、急速ろ過の順で処理されている。表 II -2.4 には、2010 年 12 月時点の運転状況をまとめ、図 II -2.8 に浄水施設を掲載した。

凝集剤は、ポリ塩化アルミニウム（略名「PAC」）と硫酸アルミニウム（PAS）を使用し、

消毒はろ過水への塩素ガス直接注入による後塩素処理であるが、一定濃度となるよう送水量の増減に合わせて注入量を変えているため、水質変化（塩素要求量等）による残留塩素の増減には対応していない。その他、ケイフッ化ナトリウムによるフッ素の添加や、消石灰による pH 値調整も行われているが、注入機器の故障により消石灰注入を実施していない浄水場もある。

ろ過池の逆洗は 72 時間周期の設計であるが、ろ抗計を使用せず（ほとんどは壊れている、あっても使わない）実際はどの浄水場も、ろ過池水位の目視により 24 時間周期で洗浄している。沈でん汚泥は全て人力による排泥であった。最新の浄水場には排泥装置が整備されていたが、操作法が解らず使われていなかった。

表 II-2.4 浄水場の運転状況（2011 年 12 月）

（単位：m<sup>3</sup>/日）

建設年	浄水場 名 前	第1 コンベンション		第2 コンベンション		コンパクト	
		設 計	実 績	設 計	実 績	設 計	実 績
1978	ジェンデラック・ウタラ	9,100	9,100	-	-	13,600	0
1982	ルブック・カワ	35,400	44,400	45,400	55,600	-	-
1991	ジェンデラック・カンボン	4,100	4,100	4,100	4,100	-	-
1991	メンパティ	3,200	3,200	-	-	5,900	5,900
2011	セベラッグ・タメロー	11,350	4,550	11,350	4,550	-	-

Source: Ex-JBA Temerloh

注：ジェンデラック・ウタラ浄水場のコンパクト浄水施設は、1991 年に建設されたが水質問題で未供用。

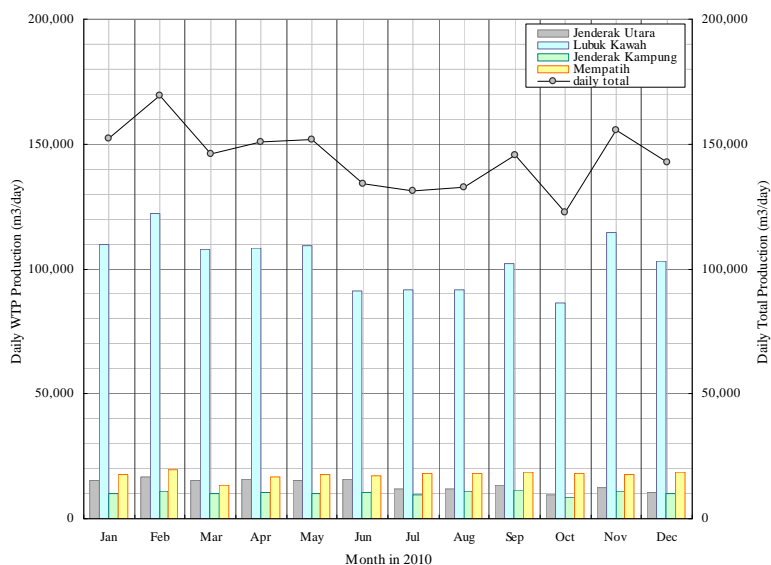


図 II-2.8 浄水施設：コンベンション（左）、コンパクト（右）

洗浄排水と沈でん汚泥処理については、最新施設（セベラッグ・タメロー浄水場）ではラグーンで天日乾燥処理をしているが、その他の浄水場ではそのまま河川へ放流している。

各浄水場への導水管および浄水施設からの送水配管には、電磁式流量計が設置されている。これら流量計は、2 回/日の頻度で目視読み取りされて記録している。浄水処理損失量（＝取水量 - 浄水量）は、これまで未分析である。

全 5 ヶ所および個別浄水場の 2010 年月間平均浄水日量を図 II-2.9 に示す。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.9 浄水場別月間平均浄水量（2010 年）

2010年の全浄水場における平均日浄水量は118,296 m<sup>3</sup>/日で、最高月間は2月の169,281 m<sup>3</sup>/日、最低月間は10月の122,664 m<sup>3</sup>/日であった。同時期の総浄水量は、ジェンデラック・ウタラ浄水場のコンパクト浄水施設が停止中であった状況下で、浄水場の設計能力である143,500 m<sup>3</sup>/日を僅かに超えている。

浄水能力の余裕率（%）〔=（1－浄水実績量／設計能力）×100〕は、2010年実績から負値となる。旧JBAパハン全体では、2010年浄水余裕率は18.8%であることから、旧JBAタメローの同PIs値が全州の同PIs値を下げる要素となっている。

旧JBAタメロー事務所の施設運転部は、ジェンデラック・ウタラ浄水場とジェンデラック・カンボン浄水場を除き、技師と一般職員を配置している。ジェンデラック・ウタラ浄水場では、日々の施設運転に加えて軽微な維持管理をも外部委託している。浄水場へ配置されている一般職員数は、浄水能力とは比例していない。

### (3) 配水池および配水施設

配水管網は、現5ヶ所の浄水場による配水系統に分類されている。各配水施設は、隣接した配水管網と接合されて、仕切弁（通常は開放）で区切られている。詳細な配水管網の記録・図面は、未整備だが、担当職員は図式的な配水管網を熟知している。

各浄水場は、各配水系統の上流側に位置している関係で、基本的には自然流下により配水しており、エネルギー有効利用の観点からは極めて合理的である。末端地区や一部の高台地域への給水は、自然流下では賄いきれない低配水圧の給水地域が存在する。管路に増圧ポンプを設置しているが、給水圧力の定点監視結果から低圧力給水地域が未だ存在している。

旧 JBA パハンと旧 JBA タメローの管種毎管長を表 II-2.5 にまとめた。旧 JBA タメローの配水管データは、GIS と本部報告からの引用である。これらの資料には、経緯が不明確であるが、軽微な誤差や齟齬が含まれている。

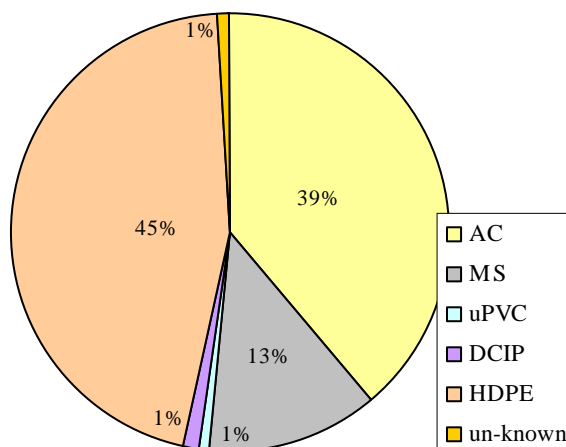
表 II-2.5 配水管の材質と管長 (2010 年)

配水管の材質 (以降は左側の略英語も表記する)	旧 JBA タメロー				旧 JBA パハン	
	GIS		報告記録		MWIG	
	管長	比率	管長	比率	管長	比率
	km	%	km	%	km	%
AC : 石綿セメント管	384.60	39.0	402.60	43.1	4,184	39.3
MS : 軟鋼管 (低炭素鋼管)	124.06	12.6	105.85	11.3	1,984	18.7
uPVC : 硬質塩化ビニル管	6.23	0.6	6.23	0.7	678	6.4
DCIP : ダクタイル鋳鉄管	11.55	1.2	11.50	1.2	217	2.0
CI : 普通鋳鉄管	-	-	-	-	88	0.8
HDPE : 高密度ポリエチレン管	452.46	45.8	388.26	41.6	2,775	26.1
ABS : 合成樹脂管	-	-	1.50	0.2	-	-
その他管種	-	-	-	-	712	6.7
材質不明管	8.58	0.9	-	-	-	-
合計	987.48	100.0	933.94	100.0	10,638	100.0

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

注：GIS データベースは、2011 年 12 月時点のものであるが、最終入力時期は不明。

JBA パハン本部の GIS データベースを基に、配水管種毎の管長比率を図 II-2.10 に示す。管種の内、AC 管、HDPE 管および MS 管で全体管長の 97.7% を占めている。

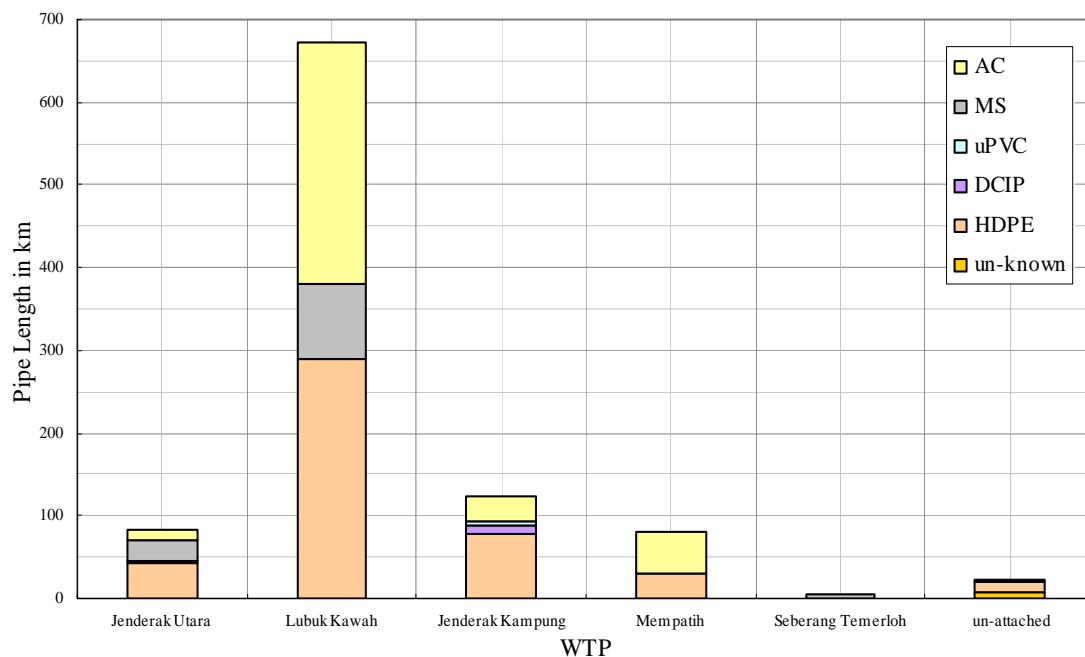


Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.10 旧 JBA タメロー管種別管長の比率 (2010 年)

配水管は浄水場系統で分類されており、系統毎の管種別管長を図 II-2.11 に示す。



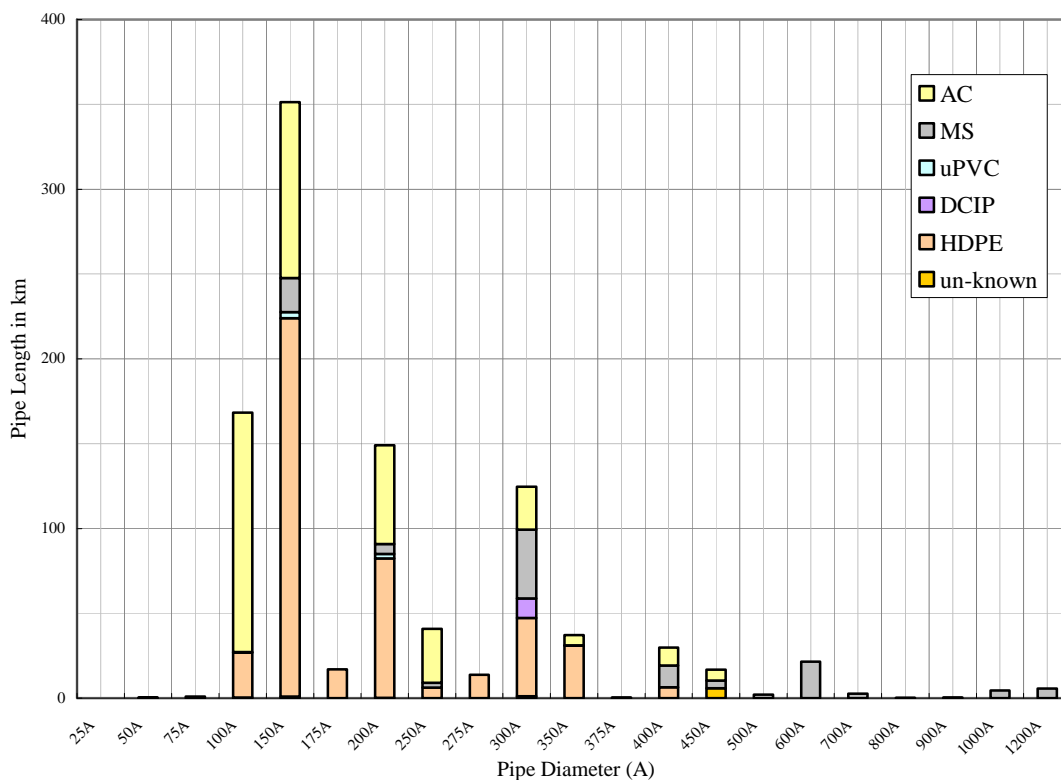


Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.11 浄水場系統別管種別管長 (2010 年)

AC 管長比率は、メンパティ浄水場系統で 63 %、ルブック・カワ浄水場系統で 43 %となっていて、JBA タメロー全管路での AC 管長比率 39.0 %を大きく上回る。「マ」国では、AC 管の使用を 1990 年代中頃から禁止している。

一方、旧 JBA タメロー配水管について、管径毎に分類した管種と管長を図 II -2.12 に示す。AC 管を多く含む管径は、中口径の 100A~250A で、全 AC 管長の約 84 %を占めている。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.12 管径別管種別管長 (2010 年)

GIS データベースを基に、管種と管径および浄水場系統で分類した管長を表 II-2.6 (次頁) に示す。

GIS システムは、GIS 課 (PAIP 本部の企業経営事業部) で管理され、専属職員 1 名が配属されている。旧 JBA タメローの配水管データは、入力完了しているとの説明であるが、以下の情報が未だ欠落している。

- 位置情報の内、道路と配水管敷設位置の関係図 (オフセット : off-set)
- 配水管接合部 (接点ノード : Node) の標高
- 管種不明管 (約 8.6 km)
- 敷設年 (2002 年以前は不明)
- 配水管系統 (拡大 DMA に限定)
- 給水装置の接続情報 (契約用途、契約期日、件数、給水装置設置日/閉鎖日等)
- 維持管理情報 (漏水修理、破裂事故等)

配水管の情報は、以下のとおりまとめられる。

- AC 管種比率は、旧 JBA パハン (39.3 %) と旧 JBA タメロー (39.0 %) でほぼ同率
- HDPE 管種比率は、旧 JBA パハン (26.1 %) より旧 JBA タメロー (45.8 %) が高い

表Ⅱ-2.6 JBA タメローのGIS配水管データベース集計 (管長単位: m)

配水管分類		1978 22,700 m <sup>3</sup> /day	1982 80,800 m <sup>3</sup> /day	1991 8,200 m <sup>3</sup> /day	1991 9,100 m <sup>3</sup> /day	2011 22,700 m <sup>3</sup> /day	系統 未分類	全管網
管種	管径	ジェンデラック ウラタ	ルブック カワ	ジェンデラック カンボン	メンパティ	セベラッグ タメロー		
1. AC	75A	-	-	-	982	-	-	982
	100A	209	105,934	15,810	18,984	-	-	140,937
	150A	-	85,064	1,764	16,887	-	-	103,716
	200A	12,245	40,854	5,084	-	-	-	58,183
	250A	166	17,605	16	14,115	-	-	31,902
	300A	-	18,726	6,708	-	-	-	25,434
	350A	-	6,142	-	-	-	-	6,142
	400A	123	10,610	-	-	-	-	10,733
	450A	-	6,574	-	-	-	-	6,574
	小計	<b>12,743</b>	<b>291,510</b>	<b>29,381</b>	<b>50,968</b>	-	-	<b>384,602</b>
2. MS	50A	-	163	-	-	-	-	163
	100A	-	432	-	-	-	22	454
	150A	2,749	16,151	467	-	278	306	19,950
	200A	5,146	525	-	-	92	78	5,841
	250A	2,529	-	-	-	188	37	2,753
	300A	15,657	23,944	158	-	-	754	40,513
	350A	-	-	-	-	104	-	104
	375A	-	-	-	-	-	337	337
	400A	-	12,042	-	-	747	-	12,790
	450A	-	4,375	-	-	-	-	4,375
	500A	-	2,020	-	-	-	-	2,020
	600A	-	20,625	-	-	333	561	21,518
	700A	-	-	-	-	2,586	-	2,586
	800A	-	137	-	-	-	-	137
900A	-	308	-	-	-	-	308	
1000A	-	4,498	-	-	-	-	4,498	
1200A	-	5,705	-	-	-	-	5,705	
	小計	<b>26,081</b>	<b>90,926</b>	<b>625</b>	<b>0</b>	<b>4,328</b>	<b>2,096</b>	<b>124,056</b>
3. uPVC	150A	-	-	3,620	-	-	-	3,620
	200A	2,611	-	-	-	-	-	2,611
	小計	<b>2,611</b>	<b>0</b>	<b>3,620</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,231</b>
4. DCIP	300A	-	-	11,548	-	-	-	11,548
	小計	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,548</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,548</b>
5. HDPE	25A	-	-	-	-	-	29	29
	50A	-	-	-	-	-	146	146
	100A	3,056	17,984	2,108	3,011	-	319	26,477
	150A	30,236	157,048	26,995	6,813	-	1,987	223,079
	175A	1,700	7,645	7,733	-	-	-	17,078
	200A	6,457	21,693	37,562	13,115	-	3,294	82,122
	250A	1,144	-	-	5,075	-	-	6,220
	275A	-	5,218	3,026	-	-	5,588	13,832
	300A	-	42,977	-	2,378	-	721	46,076
	350A	-	30,384	-	-	-	651	31,035
400A	-	6,373	-	-	-	-	6,373	
	小計	<b>42,593</b>	<b>289,322</b>	<b>77,423</b>	<b>30,393</b>	<b>0</b>	<b>12,733</b>	<b>452,464</b>
6. 不明管	100A	0	-	-	-	-	323	323
	150A	-	530	-	-	-	366	896
	200A	-	-	-	-	-	282	282
	300A	-	-	-	-	-	1,120	1,120
	400A	-	-	-	-	-	31	31
	450A	-	-	-	-	-	5,925	5,925
	小計	<b>0</b>	<b>530</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,047</b>	<b>8,578</b>
合計		84,029	672,289	122,596	81,361	4,328	22,876	987,479

Source: Ex-JBA Temerloh

注：GISは2008年に導入されデータは更新を経ているが、上表データは2011年12月8日に入手した。

テレメータ（広周波数帯）による施設監視システムが、旧JBAタメローに2008年導入された。設置位置と監視項目は、配水池9ヶ所の貯水水位である。同システムは、2011年10月から機能（原因は旧JBA未調査）していない。

旧JBAタメローは、以下の3用途別に配水池を管理している。

- 配水池： 16ヶ所 地上式または高架式（自然流下給水用）
- 調整池： 06ヶ所 地上式または高架式（水需要の時間変動に対する緩衝用）
- 増圧場： 03ヶ所 地上着水井（低給水水圧区域用）

配水池は、2ヶ所の浄水場から接続されているものもある。旧JBAタメローは、全25ヶ所の配水施設を5つの浄水場系統に分類している。配水池の全容量は、39,719 m<sup>3</sup>で適正な給水水圧の保持を目的に配置されている。浄水量に対する全容量は、表II-2.7で示すように2011年12月時点で7時間相当と試算できる。

表II-2.7 配水施設の容量と機能（2011年12月）

浄水場系統	浄水量	貯水施設（配水池含む）		
	m <sup>3</sup> /day	箇所数	容量（m <sup>3</sup> ）	配水相当量 時間/日
ジェンデラック・ウタラ	9,100	3	2,241	5
ルブック・カワ	100,000	12	27,407	6
ジェンデラック・カンボン	8,200	4	3,960	11
メンパティ	9,100	2	3,311	8
セベラッグ・タメロー	9,100	4	2,800	7
全施設	135,500	25	39,719	7

Source: Ex-JBA Temerloh

注：配水量が不足する給水区域は、複雑な配水管網と多数の小規模給水区域のため判定できない。

給水装置を設置した際のオフセット図は、PAIPタメローで未管理である。給水装置の設置基準（申請者家屋までの配水管からの最長距離および高度差等）も未管理状態である。

配水管からの給水管の分岐用具は、多種の管種と管径があるが、主にサドル付き分水栓タイプが使用されている。分岐部からの給水管は、高密度ポリエチレン管と硬質塩化ビニル管が主流で、近年ではステンレス鋼管（SUS-304）も利用されている。給水管の埋設深度は、オフセット図面がないため不明であるが、漏水修理現場を視察した限り概して設置基準深度より浅いと思われ、破損し易い状況と考えられる。

戸建ての住宅では、道路下の部分から立ち上がり、露出配管で止水栓を伴いメータが設置されている。一方、商店街の共同店舗等の配管は、ステンレス鋼管で立ち上がり、メータが縦に数個設置されている連合栓方式を取り入れた支分栓となっている。小口径メータは、主にローターリー・ピストン型の容積式（俗称：ケント式）と接線流の羽根車式メー

タ（日本の水道と同様）も見られた。

水道メータの交換基準は、7年以内と定めているが、法的な接続契約の義務が設定されていなく未交換のメータが多い。給水装置の所有権や管理権の規制に加え、設置基準に関する基準（深度や水平性）も未整備であるため、計量誤差が大きな課題である。

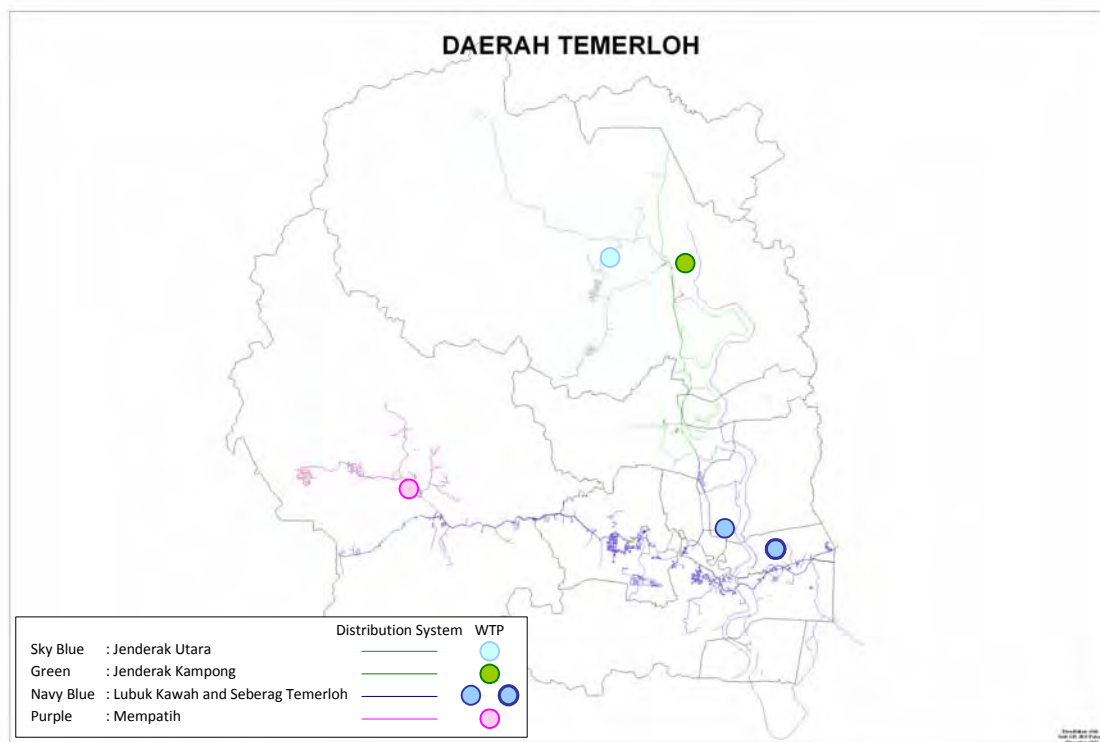
#### (4) 給水区域と給水装置

他の民間給水事業者は、タメロー郡内および旧 JBA 給水区域内に存在しない。唯一の公共水道事業者である旧 JBA タメローによれば、2010年12月の契約件数は約45,000であった。この契約数は、住宅用に加え、その他用途（商業用、工業用等）も含まれる。

調査団は、タメロー郡における給水普及率について、2010年における国勢調査の世帯数と旧 JBA タメローの住宅用契約数から、単純化して85.7%と試算した。

給水区域が統合された1991年より、パッチワーク的な給水区域の拡張により複雑かつ系統が混合した配水管網となっている。給水区域は、都市部、村落部およびバルク（工業団地や住宅開発）に分類されている。

これら小規模に区分けされた給水区域は、国道2号線および国道10号線に沿って分布している。以下に示す浄水場/配水管網系統を図II-2.13に示した。



Source: Ex-JBA Temerloh

図II-2.13 JBA タメロー浄水場系統別の配水管網 (2011年12月)

浄水場毎の配水系統に付帯する、小規模な給水区域数を表 II-2.8 に示す。

表 II-2.8 浄水場に付帯する配水系統別の小規模給水区域数 (2011 年 12 月)

建設年	取水河川	浄水場			小規模給水区域		
		名 前	設 計 (m <sup>3</sup> /日)	実 績 (m <sup>3</sup> /日)	都市部	村落部	バルク
1978	クライ	ジェンデラック・ウタラ	9,100	9,100	3	5	2
1982	パハン	ルブック・カワ	81,800	100,000	36	51	21
1991	パハン	ジェンデラック・カンボン	8,200	8,200	4	21	5
1991	セメントン	メンパティ	9,100	9,100	2	10	3
2011	パハン	セベラッグ・タメロー	22,700	9,100	16	19	3
合計			130,900	135,500	61	106	34

Source: Ex-JBA Temerloh

注：浄水場の設計能力には、未運転の浄水施設を除外している。セベラッグ・タメロー浄水場は、試運転中であるため実績が少ない。

旧 JBA タメローは、E-Water の導入と同時期に、給水区域内に請求管区を設けた。旧 JBA タメローの請求管区数は、表 II-2.9 および図 II-2.14 で示す 20 になる。検針業務は、請求管区を全 17 検針員協働により月間 20 日間で一巡する。

表 II-2.9 配水系統別の請求管区

浄水場に付帯する配水系統	請求管区
ルブック・カワ+セバラグ・タメロー	16： 管区 01 番～15 番／管区 17 番
メンパティ	1： 管区 16 番
ジェンデラック・カンボン	2： 管区 18 番／19 番
ジェンデラック・ウタラ	1： 管区 20 番

Source: Ex-JBA Temerloh

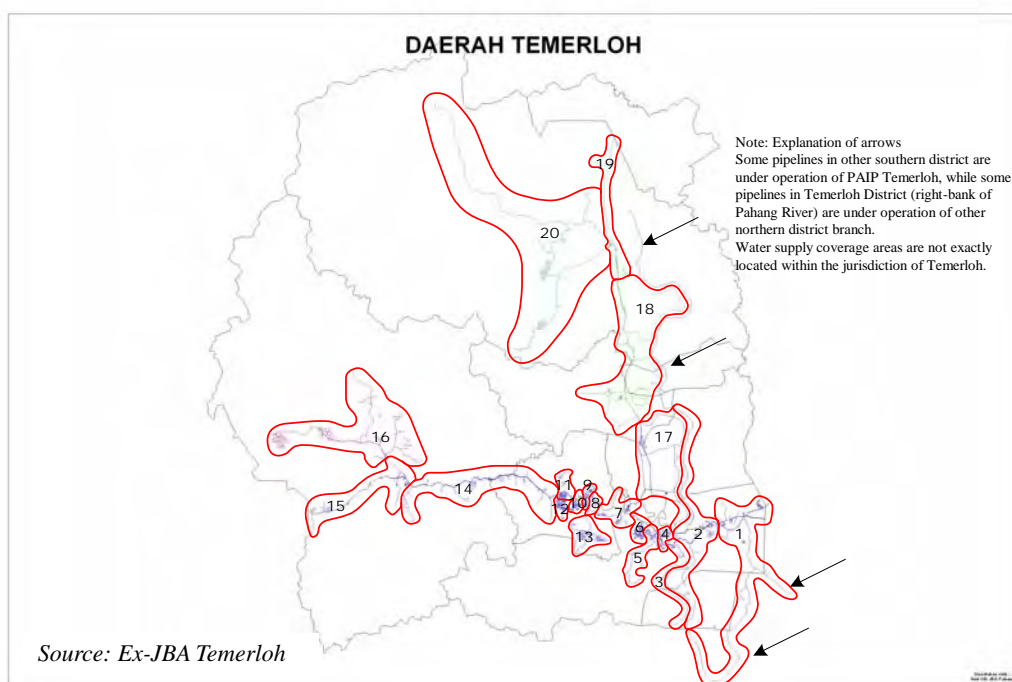


図 II-2.14 タメロー郡の請求管区位置 (2011 年 12 月)

旧 JBA タメローの水道料金について、2009 年と 2010 年の各 12 月時点における請求と徴収の件数を請求管区別で表 II-2.10 に示す。因みに、住宅用と非住宅用を含めた 2010 年 12 月の全契約数は 44,748 件、その内請求数は 44,742 件、そして徴収数は 42,197 件である。

表 II-2.10 タメロー請求管区別の請求と徴収の件数

請求管区	2009 年 12 月						2010 年 12 月					
	住宅用件数			非住宅用件数			住宅用件数			非住宅用件数		
	請求	徴収	率	請求	徴収	率	請求	徴収	率	請求	徴収	率
1	2,571	2,416	94 %	171	162	95 %	2,822	2,642	94 %	189	175	93 %
2	2,149	2,042	95 %	219	208	95 %	2,452	2,304	94 %	232	218	94 %
3	1,629	1,548	95 %	427	401	94 %	1,655	1,555	94 %	438	407	93 %
4	1,285	1,208	94 %	859	798	93 %	1,285	1,277	99 %	949	892	94 %
5	2,624	2,441	93 %	458	435	95 %	2,765	2,571	93 %	482	457	95 %
6	3,681	3,423	93 %	144	136	94 %	3,716	3,455	93 %	145	137	94 %
7	1,724	1,620	94 %	301	285	95 %	1,709	1,606	94 %	362	340	94 %
8	2,762	2,596	94 %	186	174	94 %	2,827	2,685	95 %	188	178	95 %
9	1,465	1,391	95 %	937	890	95 %	1,467	1,393	95 %	936	889	95 %
10	2,323	2,206	95 %	90	85	94 %	2,317	2,201	95 %	89	84	94 %
11	1,950	1,791	92 %	252	236	94 %	1,960	1,842	94 %	249	234	94 %
12	2,938	2,732	93 %	70	67	96 %	2,932	2,765	94 %	84	78	93 %
13	993	943	95 %	444	412	93 %	993	943	95 %	490	455	93 %
14	1,634	1,535	94 %	200	188	94 %	1,634	1,535	94 %	202	191	95 %
15	1,390	1,306	94 %	184	172	93 %	1,459	1,386	95 %	190	178	94 %
16	1,019	968	95 %	60	57	95 %	1,013	962	95 %	70	66	94 %
17	1,644	1,562	95 %	155	145	94 %	1,675	1,574	94 %	157	147	94 %
18	1,526	1,434	94 %	160	152	95 %	1,585	1,505	95 %	168	159	95 %
19	1,049	996	95 %	204	193	95 %	1,068	1,014	95 %	210	199	95 %
20	1,465	1,391	95 %	88	84	95 %	1,483	1,408	95 %	95	90	95 %
計	37,821	35,549	94 %	5,609	5,280	94 %	38,817	36,623	94 %	5,925	5,574	94 %

Source: PAIP Temerloh

料金徴収率は、2010 年の徴収額から 89 % (表 II-1.9 照)、2010 年の徴収件数から 94 % (表 II-2.10 参照) で、水道料金未納の多量消費顧客が存在する可能性を示唆している。

旧 JBA パハンによるメータ設置後の使用年数統計は、経過 7 年までの基準を適用して「7 年未満」と「7 年以上」で分類している。それぞれの比率は、「7 年未満 : 46.6 %」と「7 年以上 : 53.4 %」である。従って通常検針では、過少計量値を示している可能性も考えられる。

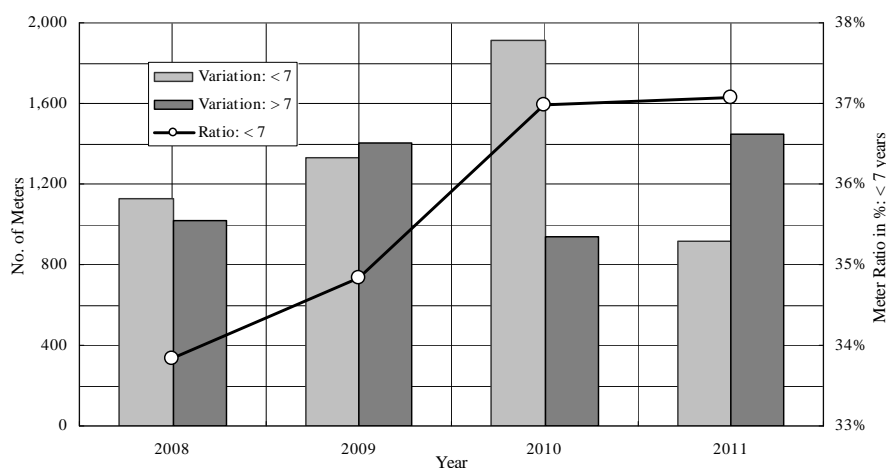
旧 JBA タメローにおける水道メータについて、設置後の経年数で分類したメータ数量を表 II-2.11 に示す。水道メータは、7 年未満および 7 年以上の数量が共に増加しており、7 年未満の比率が僅かに改善している。

表 II-2.11 で示した水道メータの副次的情報を図 II-2.15 で図化する。古い水道メータ (経過 7 年以上) を計画的かつ早急に交換することが必要である。

表 II-2.11 旧 JBA タメローの水道メータ経年数

分類	項目	2007	2008	2009	2010	2011
基本情報：	7年未満	11,486	12,614	13,943	15,855	16,769
	(1) メータ統計数	7年以上	23,650	24,667	26,072	27,010
(2) メータ比率：7年未満（12月時点）	全メータ数量	35,136	37,281	40,015	42,865	45,224
	7年未満メータ比率	33%	34%	35%	37%	37%
副次的情報：	7年未満	-	1,128	1,329	1,912	914
	(1) メータ統計数の経年変化	7年以上	-	1,017	1,405	938
前年と当該年の差	全メータ数量	-	2,145	2,734	2,850	2,359

Source: PAIP Pahang



Source: PAIP Temerloh

図 II-2.15 水道メータの経年変化と比率

旧 JBA タメローにおける、E-Water システムの検針データ（2010 年および 2011 年：1 月～9 月）を表 II-2.12 にまとめる。

表 II-2.12 旧 JBA タメローの E-Water データ

検針分類	算出式 (記号)	単 位	年 度			
			2010		2011 (1月～9月)	
			数量 (件) と比率 (%)			
検針総水量	-	m <sup>3</sup>	10,972,483	100.0	11,143,446	100.0
水道料金収入	-	RM	10,727,259		10,823,633	
契約総件数	I+II	件 %	44,233	100.0	45,173	100.0
未検針件数	I	件 %	669	1.5	0	0.0
検針件数 (以下に細分)	II=N+E+A	件 %	43,564	98.5	45,173	100.0
通常検針件数 (Normal)	N	件 %	40,349	92.6	35,493	78.6
推測検針件数 (Estimated)	E	件 %	473	1.1	982	2.2
平均検針件数 (Average)	A	件 %	2,073	4.8	8,698	19.2

Source: Ex-JBA Temerloh

2011 年 12 月時点で、約 8,500 の水道メータ（全体の約 20 %）が正常に機能していない。メータ検針ができない場合は、推測検針（E 分類）若しくは平均検針（A 分類）による請求となる。平均検針は、直近 3 ヶ月間の通常検針（N 分類）記録から計算される。



通常検針件数が 2011 年に激減し、その分推測検針と平均検針の数量が 2010 年より大幅に増加している。

旧 JBA パハンにおける検針規約項目および目標値と、2011 年 11 月までの旧 JBA パハンおよび旧 JBA タメローの実績値を表 II-2.13 に示す。旧 JBA タメローでは、検針比率を除く全項目（N 分類、E 分類、A 分類）の目標値が未達成である。

表 II-2.13 検針規約の項目・目標値と達成値

規約項目	目標値	旧 JBA パハン	旧 JBA タメロー
検針比率	99% ± 1 %	99.66 %	100.0 %
N 分類	95% ± 5 %	85.16 %	78.6 %
E 分類	< 2 %	4.51 %	2.2 %
A 分類	< 4 %	10.36 %	19.2 %

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

旧 JBA タメローにおける通常検針の低比率（E 分類と A 分類の増加）は、E-Water システムによる統計処理と分析結果から、その 90 %以上の共通理由がメータ故障である。その他の理由としては、メータ設置場所までの通路妨害等で、住宅内への門扉施錠若しくは障害物（5 %）、メータ指示計の汚れ（2 %）となっている。雨期等の気象条件によっても検針作業は妨害される。2011 年においては、1 月～3 月の期間で 5 %～6 %の水道メータが未検針として記録されている。

## 2.4 水質管理の現況

### (1) 飲用水水質基準

現在、以下に示す「マ」国の国家飲用水水質基準（以降は「NSDWQ」と称す）が、4 分類された 47 項目の水質許容限度を定めると共に、「品質保証プログラム 2011: (以降は「QAP」と称す)」において 5 項目の発生頻度限界を規定している。

#### <NSDWQ>

- 第 I 分類： T-Coli, E-Coli, Turbidity, Color, pH and Residual-Cl
- 第 II 分類： TDS, CCE, Cl, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Fe, F, TH, Al, Mn and MBAS
- 第 III 分類： Hg, Cd, As, CN, Pb, Cr, Cu, Na, Mg, Zn, SO<sub>4</sub>, Se, Ag, Mineral Oil, CHCl<sub>3</sub> and Phenol
- 第 IV 分類： Aldrin, DDT, H&HE, Methoxychlor, Lindane, Chlordane, Hexa-chlori-benzena, 2,4-D, Biocides: Total, Alpha Radiation and Beta Radiation

水質基準を超過しても送水の停止は行われず、毒物（魚類斃死等）や油の流出、異常な臭気等が検出（人間の五感に頼っている）された場合のみ停止される。

#### <QAP>

- E-coli + Residual-Cl (< 0.2 %), E-coli (< 0.4 %), NTU (< 2.0 %), Residual-Cl (< 2.3 %) and Al (< 10.0 %)

## (2) 水質監視／管理体制

水質分析の計装機器は、新設したセベラッグ・タメロー浄水場を除き、未設置若しくは故障している。また、新設のセベラッグ・タメロー浄水場においても操作法が解らず使用されていない。運転管理の職員が、簡易式の検査機器で測定しているが、報告用のデータとしているだけで水質変動（主として濁度）に対応したリアルタイム対策は行っておらず、水質監視/管理体制は出来ていない。

## (3) 水質分析項目

全5ヶ所の浄水場内に水質分析室を設け、**表 II -2.14** に示す旧 JBA パハン基準に即した水質分析を実施している。

**表 II -2.14 浄水場での水質分析項目と分析頻度**

水質分析項目		頻 度	備 考
物 性	濁度、pH 値	2～6	試薬有効期限が超過。
化学物質	アルミニウム、鉄、フッ素、残留塩素	回／日	分析資格者が不在。

Source: Ex-JBA Temerloh

注： 他の物性項目は、JBA クアantanの水質分析室で採水／分析。細菌類は、クアantan市の州政府保健部の水質分析室へ分析を外部委託。

重要な水質分析として物性項目の濁度があり、浄水場内の分析室で測定している。新設したセベラッグ・タメロー浄水場でも、5 連式のジャー・テスターが設置され（**図 II -2.16** 参照）ている。他浄水場でも、現場分析がされ、JBA パハンから凝集剤の標準配合率一覧表が各浄水場へ配布されているが、ジャー・テスターも凝集剤の標準配合率一覧表も実際には活用されていない。つまり、現場分析の結果記録は統計用で、浄水水質管理へ未反映である。JBA タメローには、資格を有する分析者が不在である。



**図 II -2.16 セベラッグ・タメロー浄水場内の水質分析室**（2011年8月から試験運転中）

他の物性項目と化学物質（濁度、色度、pH 値、残留塩素、大腸菌群、大腸菌の 6 項目）JBA クアantanの水質分析室で採水／分析を 0.5～3 回／月の頻度で実施している。

一方、蒸発残留物、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、鉄、マンガン、アルミニウム、フッ素、水銀、カドミウム、ヒ素、鉛、クロム、亜鉛、アルドリノ／ディルドリン、DDT、ヘプタクロル&ヘプタクロル・エポキシド、メトキシクロル、リンデン、クロルデン、エンドスルホンの 20 項目）は、州政府保健部の水質分析室（クアantan市）へ外部委託し、3～4 回／月の頻度で分析している。

重金属類の水銀、カドミウム、ヒ素は、2007 年の 3～4 回／年のみの検査であった。また、鉛、クロム、亜鉛は、2007～2010 年まで 3～4 回／年、農薬のアルドリノ／ディルドリン～エンドスルホンの 7 項目は、2007～2010 年まで 3～4 回／年であった。

#### (4) 水 質

##### <原 水>

- 原水の高濁度と低電気伝導率が浄水場で計測され、雨期（12 月）によるものと考えられる。また、このような水質ではアルカリ度が低いため、凝集剤を注入しても所定の凝集効果が得られない可能性がある。

##### <浄 水>

- 大腸菌群：全浄水場で 2007-10 年に検出（数回／年）
- 大腸菌：浄水場（ルブ・カワ+メンパティ）で 2007-08 年に検出（1～2 回／年）
- 大腸菌 QAP：適合基準を超過（0.7 %）
- 濁度：全浄水場で基準超過（1～10 数回／年）、濁度 QAP も基準超過（10 %）
- アルミニウム：全浄水場で 2008 年を除き基準超過（1～5 回／年）、QAP 基準超過（20 %）
- 残留塩素：全浄水場で QAP 基準を超過（7 %）
- 重金属類および農薬類：全浄水場で不検出

##### <蛇 口>

浄水から大腸菌群や大腸菌が検出され、水道由来の水系伝染病発生の可能性がある。大腸菌群や大腸菌検出の大きな要因としては、浄水処理における濁質の漏洩が原因と推定され、浄水処理の改善が必要である。他方農薬検査は、残留性の高い有機塩素系農薬に限定され、その他の農薬（有機リン系等）は未検査である。

水質基準の超過が頻繁に生じている要因として、浄水場の処理水において水質的問題（主に濁度）が発生しても送水を停止しないという、質よりも量が優先（マレーシア全体で）していることが原因と考えられる。また、水質基準の他に QAP による不適格の発生頻度基準があるため、基準超過が QAP 基準の範囲内であれば良いとの安心感が生まれ、厳密な浄水処理を回避している可能性が考えられる。これらを解決するには長期間を要するであろうが、水質改善への確たる目標を維持するとともに、QAP 基準を削除して水質基準に限定

するべきであるが、当面の対処策として QAP 基準の低数値化を目指すべきと考えられる。

## 2.5 無収水

旧 JBA パハンの無収水率は、2007 年度から現在まで 50 %を超えている。旧 JBA パハンは、以下に示す主な要因が高い無収水率の原因と分析している。

- 管路の多くを占める老朽化した石綿管（その大部分は 40 年以上経過していると言われる）からの多量な漏水
- 計量誤差（顧客メータ誤差と検針誤差）

前者については、予算不足から十分に管路更新ができない。一方で後者については、経年メータの取替目安が 7 年と決められているにも拘わらず、罰則が伴う取替規約が不明確であることや予算不足も手伝って、経年による過少計量メータの取替が進んでいない。

### (1) 定義と適用資料

無収水率の定義は、国際水道協会（以降は「IWA : International Water Association」と称す）により定められ、表 II-2.15 に示すように無収水量の配水量に対する比率で算出される。

表 II-2.15 IWA 定義による水収支

原水 取水 水量	浄水 配水 水量	認定 使用 水量	有収認定 使用水量	有収計量 使用水量	有 収 水 量	水道請求水量（未納含む） 分水量（他水道事業への分水）
				有収非計量 使用水量		他の会計から維持管理費 などで収入になる水量
		損失 水量	無収認定 使用水量	無収計量 使用水量	無 収 水 量	調定水量 （消火栓、貧困世帯への給水など）
				無収非計量 使用水量		水道事業体内事業（管洗浄など） で使用了水量
		見掛け 損失水量	非認定 使用水量	計量 誤差		その他料金収入が 全くない水量（盗水など）
						計量器差 （メータ不感水量）
		実 損失水量	送水管・配水管 からの漏水量	送水管・配水管 からの漏水量		
			配水池からの 漏水・越流水量	配水池からの 漏水・越流水量		
			需要家のメータまでの 給水装置からの漏水量	メータ上流給水管 からの漏水量		
		浄水処理損失水量、 蒸発水量等				

Source: IWA website

JBA パハンは、無収水率を算定する目的で以下の項目の計量を実施している。

- 配水量 各浄水場の浄水出口管で流量積算計を用い、2 回／日の読取值記録と月間統計を実施
- 使用量 各請求管区で、計量値を E-Water システムへ送信

基本的に、「マ」国のメータに関する法的制度が不十分である。メータの検定制度および

有効期限等が強制的でないことから、メータ精度を担保することができない。

旧 JBA パハンでは、新設の給水装置（メータ含む）が給水申し込み者負担で、以下に列記する現制度により、メータの計量精度が当初から JBA 権限外となってしまう。従って、検針でメータ故障が発見された場合でも、直ぐに交換できない状況に陥る。

- 給水装置（サドル式分水栓からメータまで）設置に関して、契約者の裁量により資器材の種類が選定され、かつ設置工事が実施されている
- 給水装置は、契約者の所有設備と認識されており、契約者からの申請／承認がない限り有効期限切れメータを旧 JBA により交換することができない
- メータ計量精度を是正する必要があると旧 JBA が判断した場合は、メータ交換費用が旧 JBA 負担となる（顧客からのメータ交換要求は、過大計量に限定される）

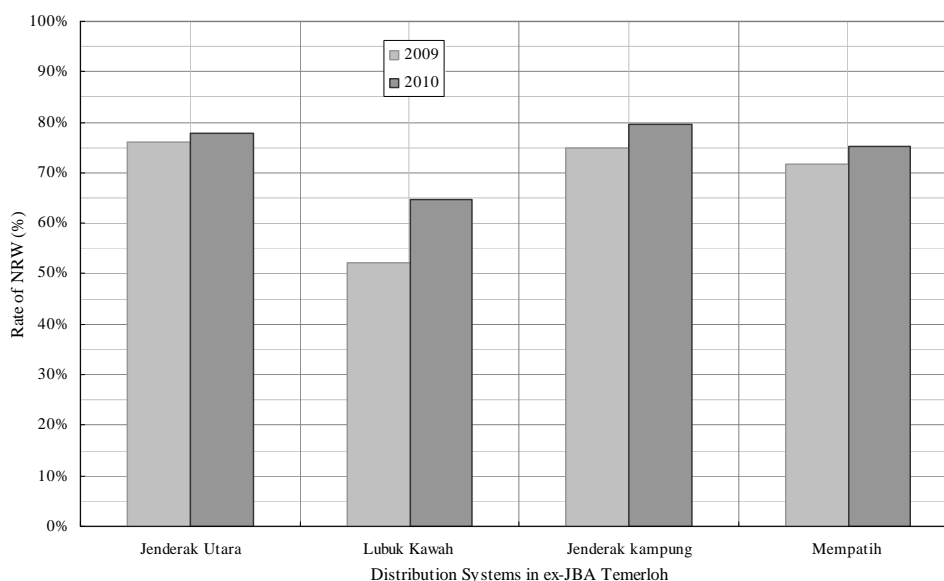
旧 JBA パハンは、検針業務の現況を反映する目的で、以下に示す 3 項目の仮対策（指針）を講じている。2011 年には、A 分類および E 分類として認定された計量不能の割合が約 20 % も占め、これらは「計量誤差」となる。

- A 分類 検針不能：直近 3 ヶ月間の平均計量値
- E 分類 計量不能：基準（用途や世帯人数等）による推定計量値
- N 分類 検針可能：計量値

加えて、検針の際に作動が確認される限り正常（N 分類）と判定され、使用者からの申し出がない限り老朽化したメータを交換できない。実地調査においては、20 年以上使用し続けているメータも珍しくなかった。長期間交換されないメータの感度が低下し、実際の使用水量との差が生じる計量誤差も多いと思われる。旧 JBA パハンは、これら見掛け漏水の中に分類される計量誤差の問題を認識しているが、具体的な解決策を持っていない。

## (2) 無収水率と実施対策

旧 JBA タメローは、2011 年 7 月まで 4 浄水場を運転し、翌 8 月から新規セベラッグ・タメロー浄水場の 1 年間試運転を開始した。2009 年および 2010 年の配水系統別に、無収水率の比較を図 II-2.17 に示す。2010 年の無収水率は、全 4 配水系統で増加している。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.17 旧 JBA タメロー配水系統別の無収水率

浄水場の配水系統に分類した月間無収水率を表 II-2.16 に示す。旧 JBA タメローの 2011 年無収水率 64.1 %は、旧 JBA パハンの 2007 年～2010 年の無収水率 52.8 %～59.9 %と比較して高止まりである。なお、セベラッグ・タメロー浄水場は試運転により 2011 年 8 月から配水を開始しているが、この表ではルブック・カワ配水系統に含めている。

表 II-2.16 旧 JBA タメローの配水系統で分類した月間無収水率 (2011 年 1 月～9 月)

2011 年	無収水率 (%) : 浄水場による配水系統					無収水率 (%) 全体
	ジェンデラック・ウタラ	ルブック・カワ	ジェンデラック・カンボン	メンパティ	セベラッグ・タメロー	
1 月	75.1	59.5	75.3	75.0	建設中	61.9
2 月	76.5	67.1	55.7	75.0		67.4
3 月	76.9	64.5	77.6	76.6		66.6
4 月	78.9	60.7	78.5	57.9		62.8
5 月	81.9	61.6	76.3	78.3		64.7
6 月	78.2	62.5	77.7	79.4		65.3
7 月	80.2	60.5	77.3	79.3		63.9
8 月	87.4	61.9	77.7	81.6		66.1
9 月	80.0	53.4	74.0	73.7	ルブック・カワ配水系統へ合算	57.9
平均	80.2	61.4	75.3	76.4		64.1

Source: Ex-JBA Temerloh

各浄水場系統に分類した無収水率は、以下の不整合が散見される。

- 1) ジェンデラック・カンボン配水系統は、2011 年 2 月の月間無収水率 55.7 %を記録しているが、前後の月間値 74.0 %と 78.5 %と比較すると低い。  
内訳として、2 月の月間浄水量は 161,900 m<sup>3</sup>で、前後の月間浄水量は約 240,000 m<sup>3</sup>と 260,000 m<sup>3</sup>である。一方、2 月の月間計量は 71,700 m<sup>3</sup>で、同様に前後の月間計量はそ

それぞれ約 60,000 m<sup>3</sup>である。

これらの不整合に関連する考えられる理由は；

- 浄水量の流量計誤差若しくは一時的な故障、
- 多量の使用水量（2010 年も同様の傾向が見られる）
- 使用量の検針・計量誤差（過少計量か E-Water システム不具合）

- 2) メンパティ配水系統は、2011 年 4 月の月間無収水率 57.9 % を記録しているが、その他の月間値 73.7 %～81.6 % と比較すると低い。

内訳として、4 月の月間浄水量は 109,090 m<sup>3</sup> で、その他の月間浄水量は約 180,000 m<sup>3</sup>～260,000 m<sup>3</sup> である。一方、4 月の月間計量は 46,000 m<sup>3</sup> で、1 月～3 月および 5 月～8 月の月間計量は 41,000 m<sup>3</sup>～50,000 m<sup>3</sup> となっている。

また、計量値の急激な増加が見られ、2011 年 9 月の月間計量約 68,000 m<sup>3</sup> であり、同月の計量値は、第 2 番目の最高計量値と比較しても約 36 % の増加率である。

上述した資料のばらつきは、ジェンデラック・カンポン配水系統でも散見される。

- 3) メンパティ配水系統の月間浄水量は、2011 年 8 月と同年 9 月で同値を示している。

配水管長 1 km 当たりの無収水日量（表 II-2.17 参照）は、(1) 無収水率 2011 年 1 月～9 月、(2) 配水管長 1 km 1 日当たり 2011 年 12 月：GIS および (3) 配水管長 1 km 1 日当たり 2011 年：JBA タメロー報告書から算出した。旧 JBA タメローの両 PI 値は、旧 JBA パハン 2010 年の PI 値（50 m<sup>3</sup>/day/km）より明らかに高いことが判る。

表 II-2.17 配水管長 1 km 当たりの無収水量

旧 JBA	2010 年：GIS	2011：報告書	2011 年：GIS
パハン州	50.0 m <sup>3</sup> /日/km	未算定	未算定
タメロー郡	81.1 m <sup>3</sup> /日/km	78.7 m <sup>3</sup> /日/km	83.2 m <sup>3</sup> /日/km

Source: Prepared by the Study Team based on the data from ex-JBA Pahang/Temerloh

### (3) 調査団による漏水探知

調査団は、顧客メータに音聴棒と時間積分式漏水探知器を接触させて、試験的な簡易漏水調査を実施した。第 1 回現地調査ではタメロー市（住宅街）とメンタカブ市（商店街）で各 1 カ所ずつ、第 2 回現地調査ではメンタカブ市（住宅街、商店街）で 2 カ所実施した（図 II-2.18、図 II-2.19 参照）。

調査地の選択基準は、人口密度とメータ接続密度が共に比較的高いと考えられた小規模給水区域である。合計 4 ケ所のサイト（配水管延長約 4 km）におい 3 人で約 2.5 時間を要し、実施した調査件数は約 300 ケ所（メータ設置個所）であった。表 II-2.18 に調査結果を示す。

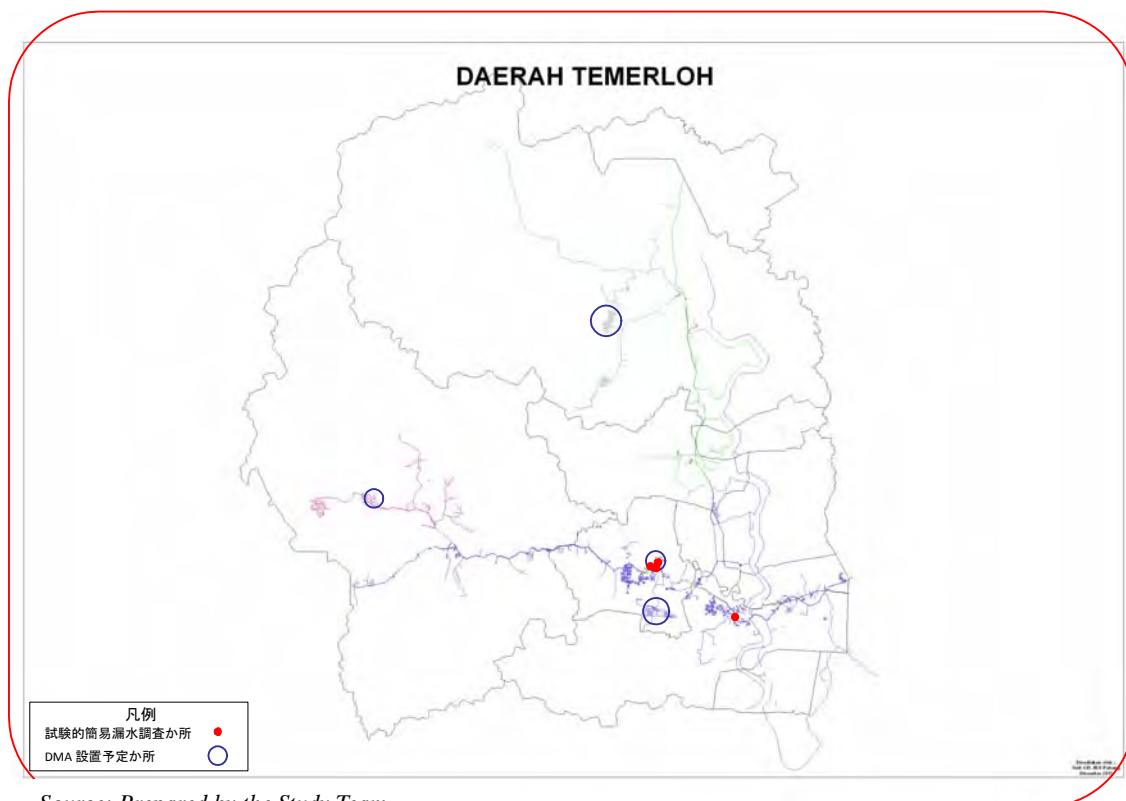


図 II-2.18 旧 JBA と調査団による漏水調査サイトの位置

表 II-2.18 調査団による漏水探知

探知方法	探知件数	漏水場所	実漏水サイト数
漏水音	136 件	地下	10 件 (経験値による推定数)
地上漏水	4 件	地上	4 件
盗水	2 件	不法接続	2 件 メータ上流側からの分岐配管

Source: Prepared by the Study Team

本調査は試験的な簡易漏水調査であるが、合計で 14 件の漏水と 2 件の盗水を発見したことになる（漏水個所を探知したわけではない）。この結果は、狭い調査範囲を考慮すると、通常の漏水調査による割合と比較して極めて多い。計画的に漏水調査作業を実施すれば、調査費用／時間に対する探知効果は、非常に大きい成果を得る可能性がうかがえた。

（注）今回の調査では、特に商店街において使用水と思われる疑似漏水音を多数検知したが、大部分のメータ（殆どがケント型）は計量していなかった（メータの数値が動いていなかった）。このことから、メータ不良による計量誤差がかなりあることが伺えた。





Source: TSS

図 II-2.19 TS 漏水チェッカー：時間積分式漏水探知器

#### (4) 無収水の削減計画／実績

近年になって旧 JBA タメローは、高い無収水率を下げる目的で、AC 管の更新を僅かではあるが推進してきた。これまでの事業実績と 2012 年以降の計画概要を表 II-2.19 に示す。旧 JBA タメローの事務所長によれば、提案している将来計画「RMK 10」は、過去の予算不足により実施できなかった内容を再度旧 JBA パハン本部へ要請した旨である。

表 II-2.19 タメロー無収水削減事業（配水管更新）の実績と計画

事業名	期 間	更新管長	全管長に対する更新管長の比率
RMK 09	2006-2010	21.4 km	0.45 %/年
RMK 10	2011-2015	25.4 km	0.55 %/年

Source: Ex-JBA Temerloh

配水管維持管理の活動として、維持管理報告書（旧 JBA パハン本部）に記載された年度毎の配水管修理件数を表 II-2.20 にまとめる。

表 II-2.20 タメロー無収水削減事業（配水管修理）の実績

修理箇所	2007	2008	2009	2010	2011 (Jan-Nov)
配水管	639	686	737	485	471
給水管	1,936	3,073	3,619	2,282	1,862
合 計	2,575	3,759	4,356	2,767	2,333

Source: Ex-JBA Temerloh

一方、故障メータの更新事業であるが 2011 年の計画数及び実績を表 II-2.21 に示す。旧 JBA タメローでの事業実績率は低く、事務所長の説明では「旧 JBA パハンの事業予算が不足したことに加え、旧 JBA タメローよりメータ故障率が更に高い旧 JBA の他の郡事務所を優先した結果」との説明であった。いわく、旧 JBA 郡への調達機材配分は、旧 JBA パハン本部が全権を握っている。

表 II-2.21 タメロー無収水削減事業（メータ交換）の計画値と実績値

対処地区	2011 年要請数	更新済みメータ数	実績／計画比率
パハン	30,000	12,600	42 %
タメロー	7,668	844	11 %

Source: PAIP Pahang/Temerloh

既存メータの検査は、使用者からの計量に対する苦情があった場合、使用者の許可を得た上で実施される。また、交換後のメータによる計量が増加した場合には、更なる使用者からの苦情が多く発生する場合は報告されている。

かつて旧 JBA タメローでは、試験的に DMA を 2 区画だけ設置（図 II-2.18 参照）して、夜間最小流量を実測したことがあった。しかし、その後の計画的漏水防止作業は、予算や人員不足から実施されないままである。

## 2.6 技術面での改善提案

### (1) 計画策定

水道施設における PAIP タメローが改善すべき点は次のとおりである；

- 水質 浄水水質を改善すること
- 無収水 老朽化した管路を更新するとともに計画的漏水防止作業を実施して極端に高い無収水率を低減化すること
- 給水水圧 水運用の最適化を図り配水圧を均てん化することにより、出水不良（水圧不足）を解消すること
- 有収水 老朽化した水道メータを 7 年と定められている取替基準に基づいて交換するとともに、7 年を超えない故障メータを積極的に発見し、取り換えることにより有収水量を増加すること
- 効率化 情報システムを整備して事業運営の効率化を図ること

### (2) 浄水場

浄水プロセスの内、濁質の完全除去に焦点を当てる。浄水水質検査では、大腸菌が検出されているが、濁質を除去することにより濁質内細菌の影響が無くなり、結果として大腸菌の検出もなくなる。濁質の漏洩を無くすことを目的とした必要改善項目は：

- 計器類 現在故障している計器類の点検・修理・補修または交換、定期的な試薬の調達
- 濁度の測定 原水、沈でん水、ろ過水部分に濁度計を設置し連続的に測定する
- 分析項目 原水中のアルカリ度が不足がちと思われ、現在浄水場で行っている水質試験項目にアルカリ度の測定を加える
- PH コントロール 苛性ソーダ又は消石灰の注入設備を整備する

上述した対策の実施後、運転手順や運転基準等を改善して、水質の変化へ対応したリアルタイムで処理状況が把握できるように改善することで、濁質等無機物質の十分な除去が

期待できる。浄水プロセスの運転に関しては、以下の内容を提案する。

- 分析頻度 水質分析の間隔をより短くする
- 適正注入 水質分析結果を反映した凝集剤と塩素の注入を行う
- ろ抗管理 適正なる過池洗浄間隔の保持、ろ過池洗浄時のスローダウン・スロースタートの実施
- 研修 現在の運転管理要員へ各浄水場の現状に即した浄水処理の教育訓練を実施

将来的に水質改善の目標としては、以下の近代的浄水プロセスを理解した上で、採用是非の検討を提案する。

- 自動化 水質データに基づくフィードフォワード、フィードバックによる自動注入
- 浄水処理法 オゾンと生物活性炭（BAC）による高度浄水処理

施設整備及び維持管理には、機械設備、電気設備、水質等の技術と知識を有する職員が必要であるため、人材育成の計画及びその着実な実施を提案する。

### (3) 配水管網

以下の視点項目は、PAIP タメロー水道施設を視察した結果として概念的に抽出したものである。

- 地の利を活かす
- 配水方式の転換
- 送水施設と配水施設の分離
- 特別給水区域の設定

#### <地の利を活かす>

タメロー郡の給水対象区域は、郡の西側方向から南東にある市の中心街に向かってなだらかな丘陵地帯である。この地の利を活かし、エネルギー消費量の抑制を勘案した配水システムを設定すると共に、送・配水システムを再構築することが重要である。例えば、減圧弁や圧力自動調整弁を効果的に配置し、給水水圧の適正管理を図る等の方策を積極的に取り入れるべきである。

#### <配水方式の転換>

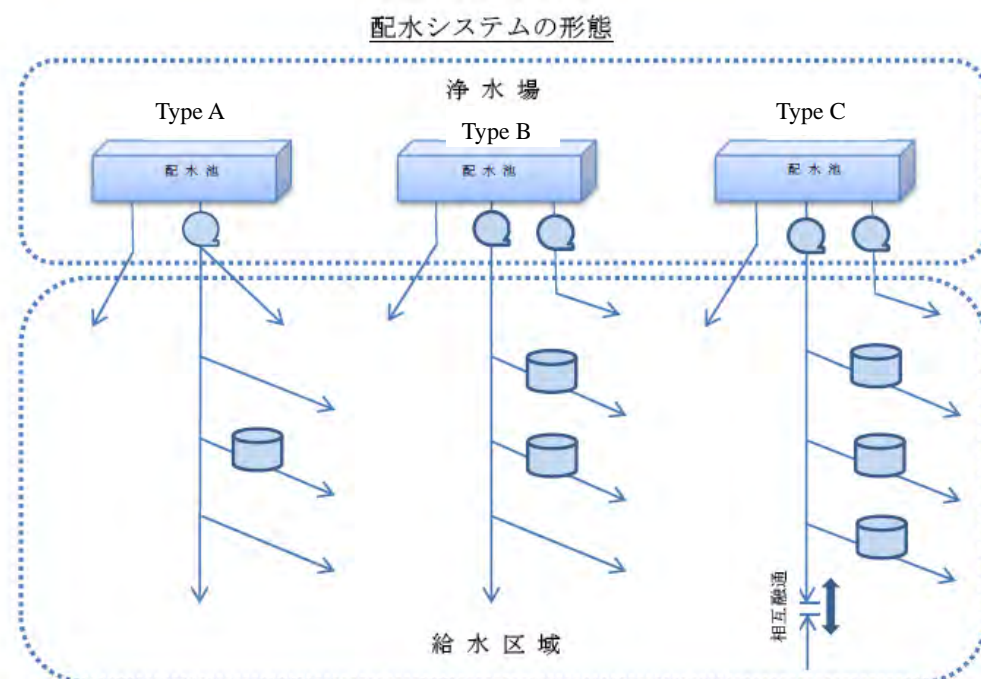
配水は、主に浄水場から街中に設けた高架水槽を経て行われている。この方式は、人口の少ない村落地区への給水方式としてエネルギー効率的に有効と思われる。市街地などの人口密集地域では、給水の安定性が地区により著しく不均衡になることが懸念される。即ち、自然流下方式では、給水圧力や水量の適正管理が難しく、朝夕のピーク時における需要量変化に対応できない事態が生じる恐れがある。

配水圧力の均てん化を図り給水サービスを向上させるためには、人口密集地区において配水池と配水ポンプを将来的に設け、水需要量の時間変動に応じたポンプ運転へ転換することが必要になると思われる。

### ＜送水施設と配水施設の分離＞

送水施設は、浄水場から計画給水区域へ安定的かつ均等に浄水を配分する施設であり、一方で配水施設は、給水区域で安定的に給水を行う施設である。使用目的の異なる送水施設と配水施設が混在している場合、平常時はもとより事故時にも迅速な対応が実施できない。水運用を円滑に実施するには、送水施設と配水施設を明確に分離することが重要である。

図 II-2.20 に「配水システムの形態」を示した。JBA タメローでは、Type-A 及び-TypeB が主流となっているが、新設・増改築時には、可能な限り-TypeC に近づけるよう留意が必要である。また、需要量が増加する人口密集地域では、ポンプ運転方式への転換を視野に入れるべきである。



Source: Prepared by the Study Team

図 II-2.20 配水システムの形態

一部の浄水場を除き、送水管と配水管が分けられてなく、単一の送・配水管路もある。施設の新設・増改築では、送水施設と配水施設を分離することが重要である。

現時点で、送水管と配水管が分離されている一部の浄水場では、送水管と配水管が幹線道路に沿いほぼ並行して布設されている。送水管は、浄水場と配水池（高架水槽）を結び、一方で配水管は、配水池（高架水槽）と給水区域を結ぶ専用の配管として各機能を果たしている。しかし、いくつかの給水地域は、送水管から直接給水を受けている。これらの地域では、水圧が高すぎたり反対に低すぎたりする状況が発生して安定給水が妨げられている。加えて、事故時等における水運用の変更の必要が生じた場合、給水区

域への影響を考慮しなければならず、弾力的な運用変更が行えなくなる。このため、送水管と配水管は、役割分担を明確にした上で分離することが重要である。

#### <特別給水区域の設定>

PAIP タメローでは、低配水圧の一部給水区域が存在する。当該区域は、一般的な配水区域とは切り離し、特別給水区域に指定して給水を行うことが得策である。一般的な配水区域と同一の場合は、常に低配水圧区域の改善を目標にして水道管など施設の新設や改造を行わなくてはならず、少なからず不経済である。低配水圧の解消には、往々にして長い時間が必要となることから、苦情処理などの日常業務にその間中追われ、本来業務が疎かになるなどの問題が発生している。健全な事業経営にとって低配水圧区域の早期改善は、必要不可欠であり、特別給水区域として設定することにより、集中的に解決策を見いだせることには大きな意義がある。

低配水圧の給水区域は、丘陵地帯などの高台や配水区域の末端地区に分布していると思われる。高台への配水については、増圧ポンプを設置して給水する方法が一般的であり、給水区域の規模にもよるが、管路に挿入する小型ポンプで対応可能な場合が少なくないため、費用面でも施工面でも比較的負担が少なく済むことから有効な方法である。

図 II -2.21 に「水圧調整の例」を示した。自然流下方式はエネルギー効率的には効果的であるが、きめ細かな水圧調整にはポンプ設備の設置が必要不可欠である。

一方、配水区域の末端地区における低配水圧の原因については、配水管網の不備によるもの、配水池（配水ポンプ）など配水元の不備によるもの、その両方が複合したものなど様々なケースが考えられる。PAIP タメローにおいては、主に高架水槽などからの自然流下方式となっており、複合的な原因と推測されることから、短期的に原因を取り除くことは不可能と思われる。このため、配水方式（ポンプ運転）の変更や配水管の整備計画など抜本的解決策が実施されるまでは、高台と同じように小型の増圧ポンプで対応するのが得策である。

## 水圧調整の例

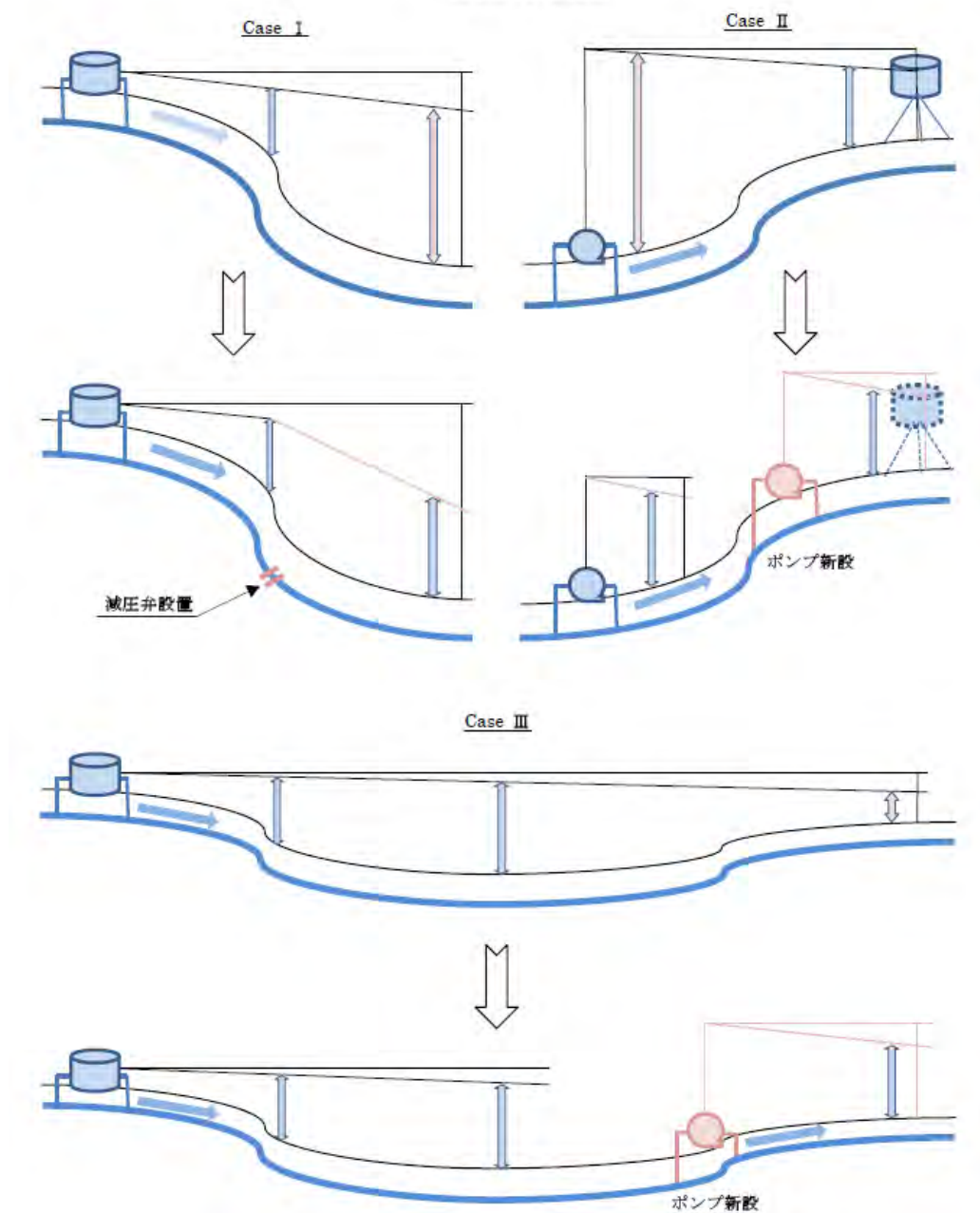


図 II-2.21 水圧調整の例

## (4) 給水装置

PAIP タメローの無収水を削減する観点から、給水装置の改善策を勘案する。以下に改善点を列記し、続いて改善内容を示す。

- 分岐部
- 道路下部の給水管種
- 水道メータ前後の配管等
- 水道メータ
- 長距離給水管の対策

- 受水槽式の給水設備
- 給水装置用器具・材料の指定

#### <分岐部>

現在、分岐部には「サドル付き分水栓タイプ」が使用されており、分岐方法が不断水穿孔でなく、配水管に直接ドリル等で穴を開け、その位置にサドル付き分水栓を取り付ける方法である。したがって、配水管からの分岐方法に改善点が考えられる。

結論的には日本国内で使用している「サドル付分水栓(副弁付き:JWWA 規格等)」の導入を薦めたい。

(理由)

- ①熟練することにより操作手順も容易であり、穿孔のミス等も少ない。
- ②不断水穿孔でないと施工不良により掘削山に流出が発生し、分岐工事に時間を要する他、掘削規模が増大する。
- ③維持管理上、副弁が存在することにより、分岐部から(メータ上流側)メータまでの間の漏水対応が狭小化できる。

#### <道路下部の給水管種>

給水管は、長期的な漏水の抑制を考えると、SUS 管の材質適用がベストである。一方、住民の生活状況や水道事業体の財務状況を考慮すれば、従来どおりの HDPE 管（ただし二層管）でも止むを得ないと考えられる。HDPE 管は、耐性（たわみ性／耐衝撃強さ）に富み、施工性（軽量／長尺／継手量／陸継ぎ）に優れている。しかし、地下埋設物が輻輳化しているところでは、他の管種に比べて柔らかく傷が付きやすいため、管の保管や加工および掘削に際しては取扱いに注意を要する。

既存の設置済み分岐部および給水管の改善は、配水管更新との同時交換が経済的である。

#### <水道メータ前後の配管等>

地中部からの立ち上がり管の継手数を最少化できる波状管 SUS 鋼管を採用し、伸縮可とう式のメカニカルタイプ継手付きの SUS 製止水栓(伸縮付き)にメータを接続し、メータ引き換えが容易に行えるようにすれば、継手漏水の削減や作業性の向上が図れる。

#### <水道メータ>

メータ誤差による無収水の削減を図るには、一定期間によるメータの取り替えが必須である。現在の交換基準である 7 年を法的に義務付けるか、罰則規定のある基準として改定する必要がある。当面は、7 年を超えていない水道メータでも、故障しているもの（誤差の大きいものや検針できないものを含む）や、傾斜して設置してあるものを積極的に発見し、取り換え是正する必要がある。

この地域では、今後、羽根車式の水道メータに変えていく方向である。

羽根車式の水道メータは、設置傾斜が生じると全歯車の荷重がピボット（尖端）受けから横軸受けに変化し、軸受抵抗が増して正確な計量に支障がでる。メータの取り付けは、施工基準等で水平にすることを義務付ける必要がある。

#### メータの交換

メータの交換は基本的に次の考え方に基づいてモデルプロジェクトの中で実施するよう提案する。

- タメロー郡全域を対象とする。
- 2012年1月現在の状況を想定して、検討する。
- モデルプロジェクトは、5年間単位で、2期通算10年間とする。
- メータは、最初の5年間で、全て正常かつ7年未満にする。
- 交換作業は、業務の平準化を考慮して、毎月均等に実施する。
- 最初の5年間は、2011年度と同じペースで、新たに故障メータが発生するとする。

表 II-2.22 メータ個数 (2012年1月現在)

		パハン州	タメロー郡
A	総 数	364,000	45,000
B	故障メータ	39,360	9,240
C	正常メータ (A-B)	324,640	35760
D	7年超 (C÷2)	162,320	17,880
E	7年未満 (C÷2)	162,320	17,880
F	交換実績 (／月)	1,080	60
G	新規発生故障 (／月)	1,560	150

Source: PAIP Pahang/Temerloh

上記の考えに基づくと、5年間のメータ交換数は約 39,000 個程度となる。

#### <長距離給水管の対策>

長距離給水管を解消して漏水の減少や漏水修理の作業効率の向上を図るために、連合給水管の採用や給水管から分岐して民有地に入った箇所第一止水栓を設ける等の対策が必要である。

#### <受水槽式の給水設備>

主に、ホテルや中・高層集合住宅における給水方式では、配水管から分岐した給水管で受水槽に受水した後、これをポンプで高置水槽へ揚水し自然流下で給水するか、あるいは圧力タンクや給水ポンプを使用して建物内に直送している。



この方式で特に注意することは、受水槽からのオーバーフローである。この水量は水道メータで計量しているため、PAIP 負担ではないが、水の無駄使いを解消すべきであり、受水槽の点検の義務化やフロートバルブの規格品の使用義務化、標準施工方法の制定、施工技術者の資格化等を図ることが必要である。

#### <給水装置用器具・材料の指定>

現在は、多くの種類の給水装置を個人が勝手に採用しているため、今後、水質上（金属等からの溶出による浸出）や耐圧性等の問題が生じる恐れが多分にある。したがって、国による認定基準を定めて指定することによって、統一された材料を適切に使用する必要がある。法令的な規制により、建物内の給水装置のメンテナンスについても複雑さが解消される。

#### (5) 情報管理システム

JBA パハンでは、表 II-2.23 に示す 4 種類の情報管理システムが個別に導入・運用されている。

表 II-2.23 情報管理システム

	システム名	導入目的
GIS	Geographic Information System	施設管理、資産管理
水運用	Telemetric Monitoring System	施設運転、給水サービス
水道料金	E-Water	検針・計量・請求・徴収等
顧客苦情	E-Complaint	顧客サービス

Source: Prepared by the Study Team

#### <GIS>

PAIP タメローの浄水から送・配水および給水に関する現技術的データは、紙ベースでも大雑把なものしか存在せず、まして蓄積されたデータはほとんどない。その結果、人材不足もさることながら、施設の維持管理を合理的かつ迅速に行うことが困難となり、持続的な安定給水の確保が図れなくなる恐れがある。

PAIP タメローの配管情報としては、現 GIS から大雑把な配管図面（棒線で表示してあるのみ）は出力される。しかし、配管情報と道路情報とが一体となった配管図面は完成しておらず、どの道路上に管が埋設されているのかさえ分からない状況にある。水道施設の中でも資産として 7 割以上を占めているといわれる管路は、水道事業の生命線であり、その維持管理は最も重要である。その維持管理には、配管と道路とを併記した配管図面が必要不可欠であり、他の情報の入力より優先して、配管図面の作成を急ぐべきである。

情報の入力においては、地上で確認が可能な配水池や高架水槽、バルブや消火栓などについては比較的容易であるものの、(1) 配水管自体の土被り、(2) 口径、(3) 管種、(4) オフセット等の情報については完成図面がほとんど存在しておらず入力是不可能である。

このため、配水管の新設・取り替え、漏水修理、給水管取り出しなど各種工事等において現場で得られた情報をその都度入力していくことになる。

上述した作業と同時平行的に、PAIP タメローには 30 数年の長い運営経歴があり、現場情報に明るい生き字引的な人物／職員が必ず存在するはずである。この人達は、紙ベースでの情報保有とは限らず、追加情報の収集に困難を伴うが、現時点では彼らの暗黙知情報を積極的に形式知化することが、GIS 情報を最新化する最も効果的な方法である。

正確な GIS が完成するまでには、永い年月を必要とする。例えば配水管の情報については、経年管の取り替え工事が一巡するまでは正確なデータ入力はできない。それ故、それまでの間においては、前述した地道な努力を継続していくこととなる。成功の鍵は、いかにして職員はもとより請負業者に周知徹底を図り一丸となって取り組めるかである。例えば、請負業者に完成図の作成を義務づけるなどの、ルール化を率先して実施すべきである。

#### <水運用システム>

現在 PAIP タメローには、水圧計が 50 ヶ所以上に設置されているが、流量計はほとんど設置されていない。また、各配水タンクの水位値（最高と最低のみ）を伝送するテレメータ装置が、全 25 ヶ所の配水池中 9 ヶ所に設置されているが、2011 年 10 月から未機能（原因は不明）とのことである。

PAIP タメローの全体水運用の効率化を図ると共に、安定した給水を確保するためには、水運用システムを構築することが最も有効な手段であり、省エネルギー、圧力調整による漏水の削減にも効果が発揮できる。水運用システムは、コンピュータや通信装置等で構成される、いわゆる SCADA システムであり、24 時間通して水源から配水管まで、様々なデータを収集・加工し、常時、監視を行うことができる。

集積したデータを基に、水の使われ方に応じて、各施設の配水ポンプ運転などのきめ細かな指示・調整を行うことも可能である。しかし、このようなシステムは一朝一夕で構築できるものではなく、また、システムの構築維持費用も莫大になるため、PAIP タメロー水道においてこのような理想的な水運用システムを構築する必要性は当分の間ないと考える。

このことから、当面最低限必要なシステムとしては、データを受送信するための簡易テレメータ装置を設置して、配水系統毎の次項目の監視が考えられる。データの監視は、各浄水場と PAIP タメロー事務所で行うこととする。

- |                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| • 浄水場の流出流量計                         | 既設置+送信装置（無線 LAN）      |
| • 配水タンク平均 5 ヶ所の水位計と積算流出流量計（計 25 ヶ所） | 新規流量計+送信装置（電話用公衆無線）   |
| • 末端地区を重点に配水系統毎に 3 ヶ所（計 15 ヶ所）の水圧計  | 新規圧力計+送信装置（電話用公衆無線）   |
| • 浄水場の親局（計 5 ヶ所）                    | 新規設置（インターネットに繋がるパソコン） |
| • タメロー事務所の親局（1 ヶ所）                  | 新規設置（同上）              |

### 3 無収水削減計画

旧 JBA タメローでは、近年の 60%にも達する高い無収水率にも拘らず、財源と人材の制約から、僅かな無収水対策しか実施していない。本調査の課題を以下に示す。

- 現在の低い水道料金設定による事業財政を見直して財政の健全化を図る
- 効率よく無収水対策を実施する手法を模索する

#### 3.1 基本計画

無収水率が高い事業体における無収水対策の基本は、表 II-3.1 の無収水項目を削減することである。

表 II-3.1 無収水対策（総合的無収水量管理）の種類と必要対策期間

無収水対策の種類と対象			内 容		対策期間	
分類 1	分類 2				短中	長
実 損 失 水 対 策	漏水	管路	マッピング	配管図作成	○	
			区画設定	DMA・漏水管理区画の設計、施工	○	
			夜間最小流量測定	漏水量の把握、漏水分布の把握	○	
		漏水探知	各種探知器の使用	○		
		漏水修理	最適修理工法	○		
		配管整備	配水の系統化、ブロック化、管路更新		○	
	施設	漏水調査	配水池等の漏水調査	○		
		漏水修理	最適修理工法	○		
		施設整備	ポンプ所・配水池の適正配置・運用管理		○	
見 掛 け 損 失 水 対 策	盗水	盗水発見		不法接続の探知	○	
		通知、説得		盗水者との交渉	○	
		盗水是正		不法接続の切離し、メータ設置	○	
		違約金、処罰		違約金の徴収、罰則の適用	○	
	メ ー タ	顧客 メータ	調査	不良メータ抽出	○	
			取替	取付場所・位置修正	○	
		基幹 メータ	調査	不良メータ抽出	○	
			取付・取替	必要箇所新設・不良メータ取替、取付場所・位置修正	○	
	検 針 誤 差	メータ取替		読取容易なメータの採用、取付場所改善	○	
		遠隔検針システム導入		導入の計画、実施		○
データ処理誤差		処理手順の見直し、プログラムミスの是正	○			
非 請 求 認 定 給 水 対 策	公共施設使用水量削減		無料公共施設使用水の見直し	○		
	事業用水量削減		排水作業の改善	○		

基礎的 対策	データ 管理	データ収集、記録	必要データの抽出、収集、記録	○	
		データ分析	管網解析、対策改善、NRW 率予測	○	
		統合システム構築	GIS、顧客情報、SCADA、経営管理情報		○
	計画	管路整備計画	管路更新路線抽出、更新計画策定	○	
		水運用計画	適正水圧・水量管理		○
		体制整備	組織計画（組織、配置、人数、作業方法）、機材整備	○	
		適正無収水率設定	NRW対策費用対効果算出	○	
		法制度整備	盗水・故意の誤検針罰則強化、優良職員表彰制度、養成・資格認定制度	○	
	教育 研修	職員(請負業者)研修	技術的研修、モラル向上研修	○	
		住民啓発活動	広報、公聴、教育等による住民意識の向上	○	
	調査・研究開発	無収水削減に関する調査、技術開発			○

Source: Prepared by the Study Team

略語説明

DMA : District Metered Area (配水管理区画)

GIS : Geographic Information System (地図情報システム : マッピングシステム)

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition (遠方監視制御)

しかし、上記の対策を本事業の中で全て実施することは、費用、労力、期間の面で不可能である。そこで、本事業では主として次の項目に焦点を当てて実施することとする。

- **DMA 設置 :** 拡大 DMA および通常規模のパイロット DMA を設置して水量管理を行うことにより漏水/盗水を効率よく探知・修理する、計量誤差（メータ誤差、検針誤差、データ処理誤差）を削減することにより、その結果を一般地域における無収水削減作業に反映させる。
- **老朽管更新 :** 計画的かつ適正（施設設計規格に準じて）に老朽化した給・配水管を更新する。
- **メータ交換 :** 計画的かつ適正に故障、経年化したメータを交換して見かけ損失を削減する。

TSS が有する時間積分式漏水探知器は、DMA における夜間最小流量測定をせずに漏水多量地域を選別できるという優れた特徴を有しているため、これを最大限活用することとする。

### (1) 事業達成目標

本事業計画では、TSS が有する無収水削減に関する豊富な経験と知識を駆使して、現在 60% 強もある高い無収水率を当面は半減させることに主眼を置き、それを達成するにはどの程度の費用（コスト）が必要であるか、また、その結果、どの程度の効果（利益）が受けられるのかを中心に検討した。一般的に、水道料金が著しく低く抑えられ、その結果、老朽化した施設を多く抱えているマレーシアの水道事業環境下で費用対効果を算出するにあたっては、一定の条件を設定して費用を試算し、その場合の効果を算定して、その乖離が

どの程度のものであるかを明らかにした。

- 無収水率： 最善努力目標値 30 %

## (2) 事業対象年

計画実施の開始から 5 年間で一定目処とする。

## (3) 業務範囲

提案する業務範囲は、以下の内容とする。

- 各浄水場系統の給水区域で拡大 DMA を設置する： 5 サイト
- 試験的調査を目的としたパイロット DMA を設置する： 4 サイト
- 一般地域において無収水調査を実施する： 全域
- 水運用のための簡易テレメータシステムを導入する： 1 式（親 6 局＋子 45 局）
- 水道メータを交換する： 不良・経年メータを全量交換
- 老朽化した給・配水管を更新する： 管路の耐用年数に応じた更新
- 漏水等を修理する： 地上漏水、探知地下漏水全数
- 研修を実施する PAIP 職員を研修する

（注：メータ交換、管路更新、漏水修理については、実施段階において業務範囲から除外することも考えられるが、費用効果分析を行うために本提案では含めて検討している。）

## 3.2 基本設計

### (1) DMA の設置

浄水場毎の配水区域を拡大 DMA として 5 区画設置する予定である。その内、村落部に位置する 3 浄水場（ジェンデラック・ウタラ、ジェンデラック・カンポン、メンパティ）の区画は、現在の配水系統と同様に設定する。現在試運転中のセベラッグ・タメロー浄水場の区画については、ルブック・カワ浄水場の配水区域を縮小（系統変更）して設定する。すなわち、セベラッグ・タメロー浄水場の配水区域は、パハン川を横断する水管橋を境にし、パハン川の左岸区域が対象となる。

更に、市街地内に試験区画として、4 ヶ所程度の通常規模 DMA を設置して、ここで漏水の傾向を徹底的に調査し、それらのデータを分析することにより、他の地域における効率的な無収水対策の本格的な実施計画の策定へ活用することとする。候補となるサイトは、

- 人口密度： 高い（目視判定）
- 配水管経年： 比較的古い（選定基準は今後の調査により設定予定とする）
- 給水接続数： 約 3,000 件～5,000 件程度（給水人口で 10,000～15,000 程度）。

JBA タメローでは、自身によって過去に DMA を 2 区画設置し、試験的な漏水調査を実施した経験がある。このうちの 1 区画は優先的に通常規模 DMA に繰り入れる。また、調査団が試験的に漏水調査を実施したところ、通常の漏水調査に比べかなり高い割合で漏水が発見できた区域があり、この区域にも DMA を 1 区画設置する。さらに、工業団地及び JBA

タメローで最も歴史の古いジェンデラック・ウタラ浄水場の配水区域内にそれぞれ DMA を 1 区画ずつ設置する。

以上 4 ヶ所の DMA 設置場所は、下記のとおりである。

- ① Felda Bukit Damar area
- ② Kaw Perind Mentakab area
- ③ Mentakab Kampung area(Chinese New Village)
- ④ Jenderak Utara area

①は、過去に JBA タメロー自身によって設置した DMA である。②、③、④は、新たに選定し設置する DMA である。

実施初期段階においては、「マ」国内の市場や建設業者を調査した上で、施設設計および材質選定に係る規格化を行う予定である。

## (2) 給・配水管路の更新

現配水管路（総延長約 990 km）の特徴は；

- 管種（管長率）： HDPE 管（46 %）、AC 管（39 %）、MS 管（13 %）、その他（DI 管・uPVC 管・材質不明管 1 %）
- 最大管径： HDPE 管 400A、AC 管 450A、MS 管 1,200A、DI 管 300A、uPVC 管 200A、口径不明管 450A
- 管径範囲の管長比率： 50A～250A（75 %）、300A～1,200A（25 %）

経過年数は、管路敷設年の判明した資料等が乏しく、判断が非常に困難である。しかし、旧 JBA タメローにおける浄水場の建設の歴史から、ある程度の推定は可能である。浄水場は、1978 年に最初のもものが建設され、2011 年に建設された現在試験運転中の 1 ヶ所を除き、1991 年までに建設を終えている。このうち、1978 年 1982 年に建設された 2 つの浄水場は建設から 30 年以上を経過したことになる。また、この 2 つの浄水場で JBA タメローにおける浄水能力の 70% を占め、配水量としても同等以上の実績となっている。

配水管路は、需要の動向等に応じて新設・更新を継続して実施するのが通常であるが、聴き取り調査の結果から、JBA タメローでは、管路の更新が積極的に実施されてきたとは言いがたい。このため、管路の新設状況が判明しないため一概には云えないが、配水管路の経過年数は、浄水場の経過年数にほぼ近いものと推定される。即ち、建設から 20 年以上経過した管はもとより、30 年以上経過した管の敷設延長は、配水管総延長に対し相当高い割合で存在するもめと思われる。経過年数の古い路線を優先して更新することを考慮しなければならない。

更新管の管種選択については、材料価格の多寡、施工性や設置費および耐用年数等を勘案し総合的に判断すべきである。耐用年数および維持管理費を考慮すれば、DCIP 管を推奨する。財政的に困難な場合は、uPVC 管や HDPE 管でもやむを得ない。ただし、その場合、

老朽化した管を、年間少なくとも総延長の4%（約40 km）更新する必要がある。なぜならば、uPVC管やHDPE管の寿命が約25年であるからである。DCIP管であるならば、平均寿命が100年であることから、管の更新は毎年総延長の1%（10 km）でよいこととなる。

いずれにしても、現配水管路は、HDPE管とAC管で総延長の約85%を占めており、20年以上経過した経年管総延長及び管の寿命を考慮した場合、JBA タメローは、最低年間40 km以上の更新が必要である。

AC管は、耐久性から優先的に更新すべきである。加えて、漏水多発地域の更新は最優先とする。配水本管の漏水修理件数は、2007年から2010年の4年間の平均で635件である。参考として2011年11月中における管種・原因別の漏水件数を下記に示した。管種別ではAC管が80%と多く、原因別では破裂が70%以上を占めている。総延長に占める管種（管長率）は、HDPE管が46%、AC管が39%であるが、事故比率はAC管が圧倒的に多い。このことからAC管を最優先に更新しなければならないことは明白である。

装置産業である水道事業にとって、特に水道管の更新・維持管理は永遠に避けて通れない課題であり、常に将来計画を見据えた各種データを管路維持作業の中で記録するように指導することも必要不可欠である。

表 II-3.2 口径及び管種別漏水修理件数（2011年11月）

Dia.(mm)	Type			
	AC	HDPE	MS	Total
355	0	1	0	1
250	1	0	0	1
225	0	1	0	1
200	8	0	1	9
160	0	1	0	1
150	8	0	0	8
110	0	5	0	5
100	17	0	0	17
計	<b>34(79%)</b>	<b>8(19%)</b>	<b>1(2%)</b>	<b>43</b>

Source: Ex-JBA Temerloh

表 II-3.3 管種及び原因別漏水修理件数（2011年11月）

Type	Causes					
	Burst	Corrosion of bolts and nuts	Vertical crack	縦割れ	Others	Total
AC	29	0	4	0	1	34
HDPE	2	5	0	0	1	8
MS	0	0	0	1	0	1
計	<b>31(72%)</b>	<b>5(12%)</b>	<b>4(9%)</b>	<b>1(2%)</b>	<b>2(5%)</b>	<b>43</b>

Source: Ex-JBA Temerloh



なお、配水管の更新に伴い、付随する給水管も同時に更新することを原則とする。

#### <参考>

AC 管全長は、約 385 km であり、口径別の内訳は 75A～250A が約 336 km、300A～450A が約 49 km となっている。更新延長を年間 10 km としても、全 AC 管の更新完了まで 40 年近い期間が必要となる。

AC 管を更新する場合には、AC 管の撤去・運搬・処分の一連の作業を適切に行う必要がある。なぜならば、石綿粉塵を吸収することにより肺がんなどの健康障害が発生する恐れがあるからである（AC 管を通った水道水を飲むことによる健康影響は認められていない：WHO 飲料水水質ガイドライン 2004 年公表版）。

### (3) 人材育成

本事業計画は、無収水を削減することが主目的である。しかし、無収水を削減するためにはどのような対策が必要であり、そのためにはどのような施策が必要であるかについて、技術以外にも水道事業経営を含んだ幅広い職員の人材開発も必要である。事業実施期間中に PAIP パハン職員を対象に年間 2 回程度、無収水に関連するあらゆる分野について現地にて研修を実施する。

## 3.3 実施計画

### (1) 事業の期分けと作業内容

当面の作業計画期間を 5 年間とし、以下の作業を実施する。

#### <第 I 段階：1 年次>

- 全体作業計画の作成
- 作業拠点（事務所、倉庫等）の確保
- 組織体制の確立（SPC：Special Purpose Company と PMU：Project Management Unit by PAIP）
- 対象地域の図面整備
- 拡大 DMA の整備（5 地域）
- 本格調査の対象地域のためのパイロット DMA 設置（4 ヶ所）
- 無収水削減作業の開始
- 職員研修の実施

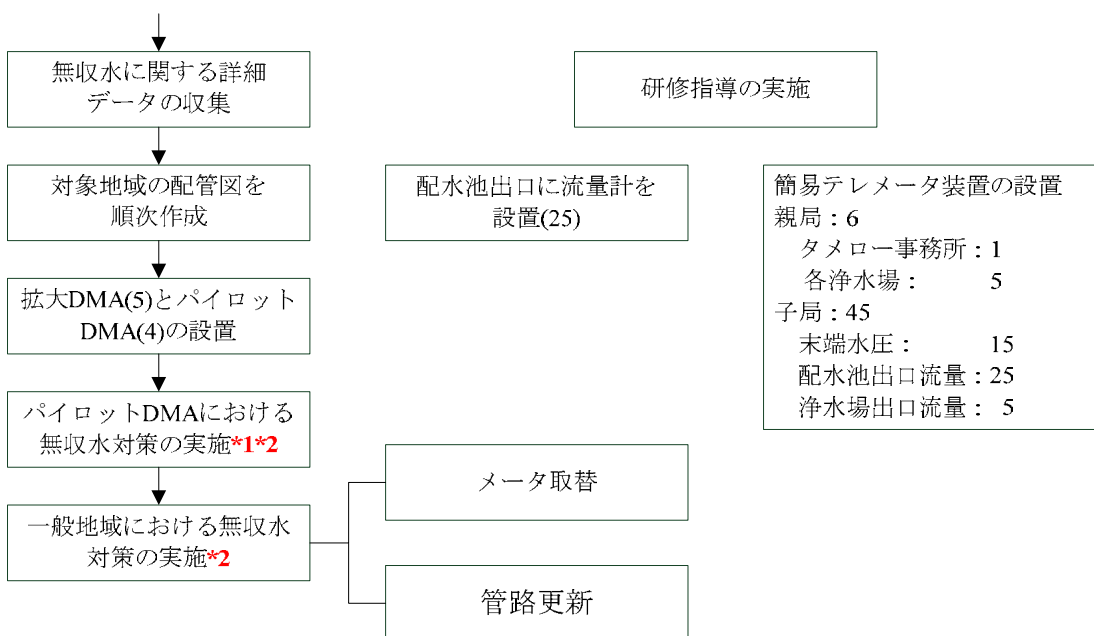
#### <第 II 段階：2 年次～5 年次>

- 拡大対象地域の図面整備
- 簡易テレメータシステムの設置
- 無収水削減作業の継続
- 研修の継続

無収水削減作業の内容については、以下の内容で構成するものとする。

- 漏水探知・修理
- 盗水発見・是正
- 漏水多量路線の管路（給・配水管）更新
- メータ取替
- 水圧調整
- 検針誤差の是正
- 検針誤差の削減とデータ処理誤差削減のための教育と制度改革

なお、全体作業とパイロット DMA 及び一般地域における無収水削減対策の概念図を **図 II-3.1～図 II-3.3** に示す。

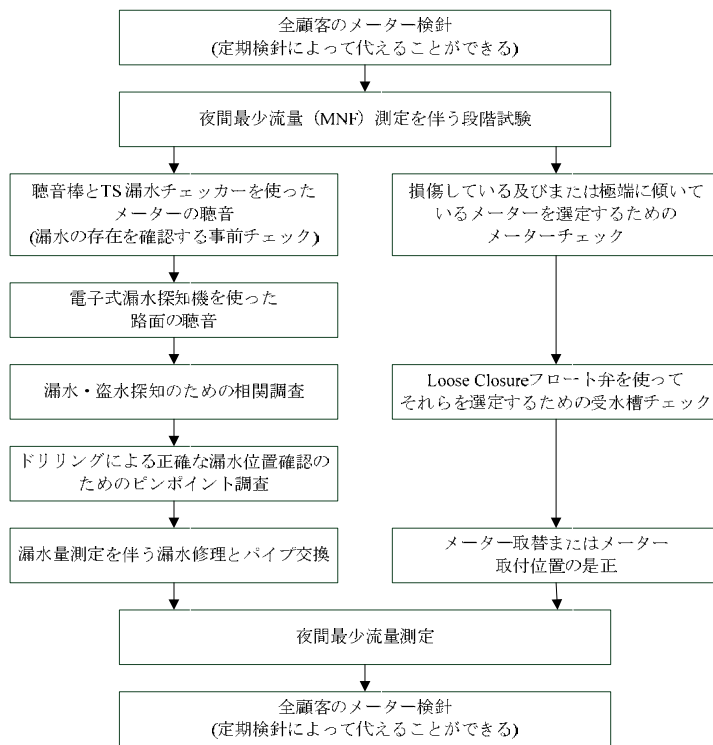


\*1: 一定程度の管路更新及びメータ取替を実施する。

\*2: 漏水修理含む

Source: Prepared by the Study Team

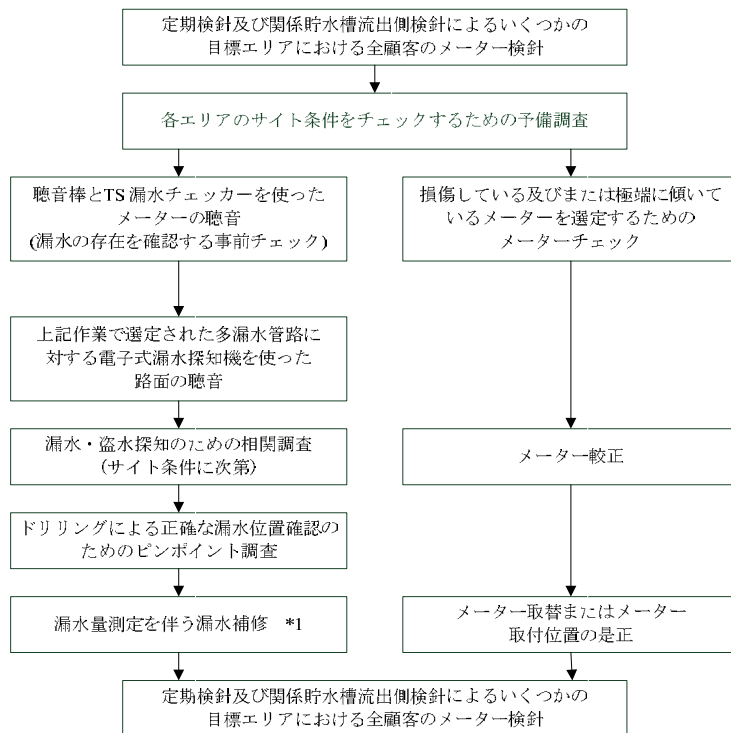
図 II-3.1 無収水対策の概念図



Note: \*2回実施

Source: Prepared by the Study Team

図 II-3.2 パイロット DMAs における NRW 削減方法



\*1 この工事とは別にパイプ交換工事を行う。

Source: Prepared by the Study Team

図 II-3.3 一般区域における NRW 削減方法

## (2) 事業契約および実施組織の形態

無収水削減作業は、住友商事と MMC を中心として SPC を設立し、成果主義方式の請負契約形態 (performance-based contract type) で実施することを前提とするが、具体的な実施体制は、ビジネスの規模を見極めながら決定する。ただし、成果の対象は、無収水低減率のみとし、他の指標 (例えば漏水探知修理件数等) を含めるべきではない。また、PAIP においても、それらの作業を受け入れるための PMU 組織体制を整えるものとする。

なお、SPC については、当面はタメロー地区の無収水削減対策に限定した会社とし、軌道に乗った後はタメロー以外の地域も視野に入れて事業を拡大することとする。その後は、上下水道事業の運営維持管理を包含した会社を目指すこととする。いずれにしてもタメローだけを対象とした SPC では、事業規模が小さ過ぎるため、事業採算の観点から将来的には請負対象地域を全 JBA パハン、「マ」国全土へと順次拡大する必要がある。

## (3) 事業の設計基盤

目標とする無収水率は、当面 5 年間 (実質作業期間を 4 年間強) として、30% に設定する。仮に事業開始時の無収水率を 62% として、無収水率の構成要素別で表せば、次の削減率を目標とする。

● 漏水削減 (管路更新含む) :	20 %	(40%)
● 計量誤差の削減/最小化 :	8 %	(16%)
● 盗水の削減/是正 :	2 %	(3%)
● 料金非請求水量 :	0 %	(3%)
合計削減率 :	30 %	

(注：括弧内は現在の配水量に対する推定構成割合)

長期的な無収水率の削減は、対策開始から 10 年後には無収水率 20 % 程度と設定する。それ以降については、事業を取り巻く環境の変化が大きく変わることが予想されるため、その時の社会環境と財政の改善状況に応じて無収水削減作業内容の見直しと目標無収水率の設定を行うこととする。

なお、事業の設計基盤は、PAIP と SPC による共有理解と事業監理のため、予定する事業達成目標を基に設計・承認を得るものとする。

## (4) 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

提案した事業行動計画に関し、事業進捗のモニタリングを目的に以下に示す PIs 値を定期的に算定する。事業開始時の基準値は前年度統計を原則とするが、第 1 年次に詳細調査にて確定する。仮に 2013 年度開始と仮定すれば表 II-3.4 のとおりである。

表 II-3.4 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

事業モニタリング指標	2012	2017
経年7年未満の水道メータ設置比率	60%	100%
2002年以降に敷設された配水管長比率	(7)%	20%
無収水率	(60)%	30%

Source: Prepared by the Study Team

注) 無収水率以外の PIs 値は、PAIP の施策 (資機材投資額、経営努力) に大きく影響され、本事業と直接関係しない指標であるが、参考までに掲げた。

#### (5) 事業規模の拡大と事業への関与の深化

- 先進国並みの水インフラとそれに合致するサービスを目指す KeTTHA は、世界的に一流のノウハウを有する東京都と深い関係を築き、特にトレーニング (OJT 及び Off JT の両方) を通しての人材開発・人材育成を継続的に実施して行くことも考えている。
- タメロー地区における NRW 削減事業において、PAIP 側にもプロジェクト組織を作ることで、具体的事業案件の一環として人材開発・人材育成を行うことが、より現実的かつより効果的である。更に、事業を通しての技術移転も可能となる。日本勢の関与する事業内容が、NRW 削減事業に留まらず、運転維持管理全般、もしくは水道事業全体となれば、技術移転や人材開発はより実施し易くなる。
- 特に、日本勢が水道事業全体へ関与することになれば、純技術的な点のみならず、様々なノウハウ移転も現実味を増すことになる。東京都では、様々なメディアを通しての水道事業に関する最新情報の公開、施設見学や展示会、利用者との意見交換、利用者への啓蒙活動、カスタマーサービスセンターの充実、水質管理による顧客満足度向上等々、幅広い活動を通して利用者の理解を得て、過去何度か実施された料金改定時にも利用者からの合意を取得し、適正な水道料金を確保し、健全な水道事業経営を行って来た。マレーシア水セクターにおける最も深刻な問題である財源不足は、低過ぎる水道料金に因るものだが、この点の改善には、日本勢が水道事業全体へ関与し、マレーシア側との共同事業の形式を取り、東京都が実現してきたことを日々の運営を通して移転して行くことが必要であろうゆえ、マレーシア水道事業全体の向上には、より深い日本勢の関与が一番の近道になろう。

#### 参考

現在、Pahang 州の Kuantan で連邦政府の予算を使った NRW 削減プロジェクトの現地入札が 2012 年 1 月 12 日公示されているが、これは Kuantan & Pekan 地区を対象としたもので、この入札の内容は、今後無収水削減事業を提案する上での参考になるので、入札概要を以下の通り記載する。

##### 1) 入札資格条件

- マレーシアでの NRW 削減プロジェクト実績。契約合計金額 RM 10 百万超。
- GIS、水圧モデル等の経験、NRW に対する知見。
- NRW、GIS、水圧モデル、ソフトウェア、SCADA 等、全ての関連分野における有資格者。

## 2) クアタンの水道の概要

- 配管全長(概算)： 2,200 km
- 接続数： 117,000 世帯 (110 DMAs & 45 Pressure Management Area (PMA))
- 水供給量： 140.86 百万 m<sup>3</sup>/年
- 請求消費量： 71.60 百万 m<sup>3</sup>/年
- 現在の NRW： 54.12% (ベースラインは別途協議)

## 3) 契約者の業務範囲

- メインパイプの交換は除き、NRW 率を合意したベースラインから 15%マイナスするか NRW 率を 25%まで下げる。どちらか高い方まで。期間は 3 年 (ベースラインが 50%であれば、15%下げて、35%が目標。ベースラインが 35%であれば、25%まで。)
- GIS、水圧モデル、DMA/PMA の設定、メーター交換、漏水チェック、漏水修理、遠隔計測・SCADA・NRW IT マネジメントシステム

## 4) 保証及びボーナス

- ターゲット達成できない場合、Performance Bond 5%没収。
- 20%超削減できた場合、ボーナスあり。

## 3.4 事業の実施可能性

## (1) 事業費積算

事業の活動内容は、(1) 拡大及びパイロット DMA の設置と配水池出口流量計の設置、(2) パイロット DMA における無収水調査に基づく基礎データの把握、(3) 一般地域における漏水、盗水、計量誤差の調査、(4) 漏水修理、(5)メータ交換、(6) 給・配水管の更新、(7) 簡易テレメータ装置の設置、および(8) 人材育成、に分類する。事業費積算は、活動内容別に表 II-3.5 の項目と細目毎に内訳を積上げる。

表 II-3.5 事業費積算の内訳

項目	細目
SPC 運営費	労務費 (人件費、海外渡航費、日当宿泊費等)、資機材調達費 (漏水調査機器、車両等)、事務所経費 (SPC 事務所、資機材倉庫の借上げ、維持管理費等)、技術管理費 (無収水調査技術、研修等の技術料)、その他の経費 (機材運搬費、諸経費等)
外注費	DMA 設置費 (拡大・パイロット DMA 及び配水池出口流量計の設置)、漏水修理費 (配水管、給水管からの漏水修理)、管路更新費 (老朽化した給・配水管の更新)、水道メータ交換費 (故障、経年メータの交換)、簡易テレメータシステム設置 (親局、子局、水圧計の設置)
予備費	想定外の漏水修理、追加工事等が発生した場合及び物価、通貨が変動した場合の予備的経費

Source: Prepared by the Study Team

経費の中で考慮すべきことは、管路更新費用、顧客メータ取替費用及び漏水修理費の扱

いである。これらの経費は無収水対策事業を実施する、しないにかかわらず、将来的には必ず必要となる経費であり、PAIP パハンが健全な水道事業運営をするための必要経費であると考えられる。したがって、本報告書の中では、便宜的にこれらに要する費用を費用対効果計算の「費用」から除外したものと、これら全てを含んだものの両方を比較検討した。

本事業の実施には、表Ⅱ-3.6 に示したとおり、概算事業費 **33,800,000 RM**（管路更新等を除外した場合、予備費除く）及び **112,100,000 RM**（管路更新等全てを含んだ場合、予備費含む）と見積もられる。

**表Ⅱ-3.6 事業費（5年間）**

Category	Item		Currency		
	Item	Sub-item	RM	JPY	USD
(1) SPC 運営費	労務費	人件費	10,146,000		
		職員管理費	1,015,000		
		本社経費	3,043,000		
		渡航費	1,027,000		
		日当宿泊費	3,819,000		
	資機材調達費	現地調達資機材費	538,000		
		携行機材費	767,000		
	事務所経費	賃貸料	420,000		
		事務用品調達費	93,000		
		事務所維持管理費	89,000		
		機材運搬輸送費	42,000		
		技術管理費	3,040,000		
	諸経費	6,219,000			
	(I) 計	<b>30,258,000</b>	<b>786,700,000</b>	<b>9,834,000</b>	
(II) 外注費	DMA 設置費 (A)		1,080,000		
	簡易テレメータ設置費(B)		2,438,000		
	漏水修理費 (15,200ヶ所)		5,970,000		
	管路更新費 (200 km、給水管含む)		52,715,000		
	メータ交換費 (39,000 個)		7,119,000		
	(II) 計		<b>69,322,000</b>	<b>1,802,400,000</b>	<b>22,529,000</b>
(III) 予備費	増嵩予備費		2,080,000		
	物価・通貨変動予備費		10,398,000		
	(III) 計		<b>12,478,000</b>	<b>324,400,000</b>	<b>4,055,000</b>
合計 (I)+(A)+(B)			<b>33,776,000</b>	<b>878,200,000</b>	<b>10,977,000</b>
合計 (I)+(II)+(III)			<b>112,058,000</b>	<b>2,913,500,000</b>	<b>36,419,000</b>

Source: Prepared by the Study Team

ここで考慮すべきことは、管路更新費用と顧客メータの取替費用の扱いである。管路の耐用年数（HDPE 配水管の場合約 25 年、故に管路総延長の 4 %の年間更新が必要）や、メータの取替基準（「マ」国の場合 7 年、故にメータ総数の 14 %の年間取替が必要）に基づく更新は、PAIP が健全な事業運営をするための必要経費であり、本来は、無収水対策費用として計上されるべき費用ではなく、除外されるべき経費であると考えられる。しかし、今回は計算を単純化するために取り敢えずこれらも費用として計上することとする。

## (2) 事業効果

無収水対策の事業効果は、表Ⅱ-3.7 に列記した事業利益にて試算できる。

表 II -3.7 事業効果

事業効果	防止効果
有収水量増加利益	盗水防止効果、計量誤差改善効果* <sup>1</sup>
経常経費削減利益	漏水防止効果* <sup>1</sup>
新規水源開発抑制利益	漏水防止効果
新規浄配水施設建設抑制利益	漏水防止効果
二次的被害防止利益	漏水防止効果

Source: Prepared by the Study Team

注\*<sup>1</sup>: (削除: 計量誤差改善効果と) 漏水修理による漏水防止効果の計算においては、通常は、漏水を防止しただけの料金収入が増加するわけではないため、漏水防止量に相当する経常経費削減利益「配水原価×漏水防止量」を見込む。一方、盗水や計量誤差改善による防止効果は、有収水量増加利益「販売単価×無収水削減量」と見なすことができる。なお、配水原価＝経常経費/配水量、販売単価＝料金収入/料金水量とする。

なお、上述した事業効果の中の新規水源開発抑制利益と二次的被害防止利益は、以下の理由から本調査での事業効果として考慮しない。

「新規水源開発抑制利益」は、仮に水需要が増加した場合に無収水量を削減しない限り、現在の施設では対応できない場合に計上することになる。JBA タメローの場合、水源は当分の間は現状のままでも差支えないと思われるので除外する。また、漏水に伴う「二次的被害防止効果」は、仮定条件が多く複雑で、その経済効果を推定することが非常に困難であるため計算から除外する。

また、無収水削減効果の継続期間をどこまで考慮するかも問題となる。本計画では、以下に列記するように考える。

#### < I : 給・配水管更新による「無収水削減効果継続期間と利益」 >

非金属管の場合、給・配水管の実質耐用年数が平均 25 年と見込まれるので、その継続効果を内輪に見て 20 年間とする。

- 配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 配水管延長 1 km 当たりの漏水防水量 (m<sup>3</sup>/km) × 管路更新延長 (km/年) × 漏水防止効果継続期間 (20 年) = 19,800,000 RM (5 年間)

#### < II : 盗水および計量誤差改善による「無収水削減効果継続期間と利益」 >

便宜的に放置されていれば次に発見、是正されるまでに 5 年間程度かかると仮定して効果を計算する。なお、計量誤差については、タメローではメータ故障や検針誤差が放置されていることを考慮した。

$$\text{販売単価 (RM/m}^3\text{)} \times 1 \text{ヶ所当りの盗水または計量誤差改善による防止量 (m}^3\text{/ヶ所)} \\ \times \text{対処ヶ所数 (ヶ所/年)} \times \text{防止期間 (5 年)} = 34,000,000 \text{ RM (5 年間)}$$

#### < III : 漏水修理による「無収水削減効果継続期間と利益」 >



地下漏水が放置されていけば探知されずに地上漏水になるまでの期間を想定して計算する。便宜的に漏水防止の計画作業における一般的循環年数も考慮し、3年間と見込む。一方、地上漏水については、年間を通してランダムに発生し、その都度修理されるため、その防止効果は半年とする。

- {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 1 件当りの地下漏水防止量 (m<sup>3</sup>/HH) × 漏水修理件数 (HH/年) × 防止期間 (3 年)} + {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 1 件当りの地上漏水防止量 (m<sup>3</sup>/HH) × 漏水修理件数 (HH/年) × 防止期間 (0.5 年)} = 19,300,000 RM (5 年間) 19,300,000 RM (5 年間)

<IV：新規浄配水施設建設抑制効果継続期間と利益>

無収水削減により新規の浄水場等を建設維持管理する必要がなくなることを想定して計算する。浄水場等の耐用年数を 50 年とすれば、その継続期間を内輪に見込んで 30 年と仮定する。

- {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 新規浄水場の不足分年間配水量 (m<sup>3</sup>/年) × 運転期間 (30 年) + 浄水場等建設費用} = 16,500,000 RM (5 年間)

注：

- 配水原価＝年間経常経費／年間配水量、販売単価＝年間料金収入／年間料金水量とし、2010 年度 PAIP パハンの統計値から、配水原価＝0.455 RM/m<sup>3</sup>、販売単価＝0.86 RM/m<sup>3</sup>を採用した。
- 上記計算式中の単位改善効果は実際の現場における実績から算出されるものであるが、現時点では実績値がないため、TSS の長年にわたる経験から得た年間各種防止量の予測値を用いて算出することとする。
- 新規浄水場等の建設維持管理費については、現在休止中のメンタカブ浄水場の再稼働で対応するものとし、この浄水場の改装、維持管理費用を計上する。現在の無収水率が改善されずにそのまま維持されると仮定すると、数年後には需給がひっ迫し、10 年後には日量約 6,600 m<sup>3</sup> が不足すると見込まれる。利益計算に際しては、便宜的に配水量については最初の 5 年間は平均日量 3,300 m<sup>3</sup> 配水するとし、建設費については最初の 5 年間に配賦する。

以上の予測値を用いた各種無収水防止効果を参考までに表 II-3.8 に示す。

表 II -3.8 無収水削減効果(利益)計算表

年度	年間配水量 (x1000m <sup>3</sup> )	年間料金水量 (x1000m <sup>3</sup> )	無収水率(%)	年間無収水量 (x1000m <sup>3</sup> )	年間満水量 (x1000)	年間管網更新削減 量(x1000m <sup>3</sup> )	同防止効果量 (x1000m <sup>3</sup> )	年間地下漏水 量(x1000)	年間地下漏水削減 量(x1000m <sup>3</sup> )	同防止効果量 (x1000m <sup>3</sup> )	配水管地下漏 水修理件数	給水管地下漏 水修理件数	年間地上漏水削減 量(x1000m <sup>3</sup> )	同防止効果量 (x1000m <sup>3</sup> )
2011	44,160	15,867	64	28,293	18,391	Negligible		16,551	Negligible					
2012	44,515	16,026	64	28,490	18,518	Negligible		16,667	Negligible					
2013	42,594	16,186	62	26,408	17,246	690		15,521	1,479		214	818	1,725	
2014	38,018	16,348	57	21,670	14,584	583		13,126	2,706		331	1,266	1,458	
2015	31,752	16,511	48	15,241	10,646	426		9,582	3,806		186	711	1,065	
2016	26,057	16,676	36	9,380	6,691	268		6,022	3,751		82	313	669	
2017	24,061	16,843	30	7,218	5,165	207		4,649	1,494		25	98	517	
5年間小計						2,173	43,466		13,236	39,708	837	3,206	5,433	2,717
2018	23,303	17,011	27	6,292	4,341	174		3,907	3,907		30	115	434	
2019	22,909	17,182	25	5,727	3,838	154		3,454	3,454		30	116	384	
2020	22,537	17,353	23	5,183	3,354	134		3,019	3,019		40	151	335	
2021	22,327	17,527	21.5	4,800	3,013	121		2,712	2,712		27	104	301	
2022	22,128	17,702	20	4,426	2,680	107		2,412	2,412		32	123	268	
5年間小計						689	13,781		15,503	46,510	159	609	1,723	861
10年間計											996	3,815		
年度	配水管地上漏修理 件数	給水管地上漏修理 件数	年間漏水削減 量(x1000m <sup>3</sup> )	同防止効果量 (x1000m <sup>3</sup> )	年間計量誤差削減 量(x1000m <sup>3</sup> )	同防止効果量 (x1000m <sup>3</sup> )	経常経費削減利 益(RM)	料金収入増加利 益(RM)	5年間利益計 (RM)	新規浄水処理同 利益	新規浄水場建設抑制 利益(RM)	新規浄水場建設抑制 利益(RM)	5年間利益計 (RM)	5年間利益合計 (RM)
2011							(0.455RM/m <sup>3</sup> )	(0.874RM/m <sup>3</sup> )				(0.455RM/m <sup>3</sup> )		
2012							(配水原価)	(販売単価)				(配水原価)		
2013	641	2,455	175		624		(クバン州2010年度借採用)							
2014	542	2,076	237		1,840									
2015	396	1,516	598		1,893									
2016	249	953	335		1,570									
2017	192	735	22		614									
5年間小計	2,019	7,734	1,366	6,832	6,542	32,710	39,080,258	34,560,236	73,640,494	12,045,000	5,480,475	11,000,000	16,480,475	90,120,969
2018	161	618	9		93									
2019	143	546	6		56									
2020	125	477	5		54									
2021	112	429	4		38									
2022	100	381	4		37									
5年間小計	640	2,452	28	140	279	1,396	27,824,391	1,342,538	29,166,929	24,090,000	10,960,950	0	10,960,950	40,127,879
10年間計	2,660	10,187						10年間利益合計	102,807,423			10年間利益計	27,441,425	130,248,848

Source: Prepared by the Study Team

上述した検討の結果、本事業を実施した場合のタメロー水道が受ける効果(利益)を表 II -3.9 に示す。この表から、事業実施による利益は、5 カ年で合計 89,600,000 RM と推計できるため、結局、事業費用と事業実施による利益との差引収支は、管路更新費用等を除外した場合、5 年間で 56,089,000 RM の収益となる。また、全費用を含めた場合は(-)22,193,000 RM の欠損となる。

表 II -3.9 事業実施による収支(5年間)

事業費と事業効果による差額	金額			備考
	RM	JY('1,000)	USD	
(A) 事業効果による利益				
I 管路更新	19,800,000			給配水管 200 km
II 盗水及びメータ計量誤差の是正	34,000,000			メータ 39,000 個
III 漏水修理	19,300,000			15,200 ヶ所
IV 新規浄水場建設抑制	16,500,000			能力: 6,600 m <sup>3</sup> /day
小計: I + II + III + IV	89,600,000	2,330,000	29,120,500	
(B) 事業費 1: 管路更新費用等を除外する	33,511,000	871,300	10,891,000	表 II -3.1 参照
(C) 事業費 2: 全ての経費を含める	111,793,000	2,906,600	36,333,000	
差引収支: (A) - (B)	55,089,000	1,458,700	18,229,500	
差引収支: (A) - (C)	-22,193,000	-576,600	-7,212,500	

Source: Prepared by the Study Team

### (3) 費用対効果計算結果の考察

タメロー水道の現在の無収水率 60%強を 5 年後に 30%にすることは、TSS の技術をもってすれば十分達成可能である。

しかも、5年間の費用対効果計算において管路更新等を除外した場合は効果が費用を約 56,089,000 RM も上回ることが判明した。しかし、全費用を含めた場合は、当初から予想されていたとおり、残念ながら 22,193,000 RM の欠損となることも判明した。

この最大の原因は、異常に低く抑えられている水道料金にある（約 0.86 RM/m<sup>3</sup>:東京は 210 ¥/m<sup>3</sup> = 8.1 RM/m<sup>3</sup>）。勿論、水道事業を健全に運営するのに最低限必要な政府補助金等が充当されるのであれば、それは一つの政策であるので否定することはできない。しかし、現実には補助金の額が少ないために必要な施設投資が不十分であることは、管路の高い老朽化率や経年水道メータの定期的取替を怠っていることを見ても明らかである。高い無収水率は何よりの証明である。無収水率は放置すればますます増加するばかりでなく、収入減と経費支出増による水道経営の不健全化を招き、ひいては、顧客サービスの低下をもたらす。

結論として、提案の無収水削減事業は、管路更新費用等を除外しているとはいえ、利益が費用を大きく上回っていることから、早急に提案の無収水削減事業を実施し、収入増と支出減を図るとともに、合わせて顧客サービスの改善を図りつつ、水道料金を段階的に値上げすることが、中・長期的に見て得策である。例えば、独立採算の原則に基づいて現在の水道料金を 2.1 倍にしても世界の一般水準からはまだ低いが、無収水削減事業を実施することで、全費用を含めた場合であっても、容易に費用回収が可能である。なお、これに必要な当面の資金としては、低金利の JICA 有償資金、或いは他の公的機関からの融資等を含め、最も合理的な方法で調達することが得策である。

提案の無収水削減事業の早期着手と水道料金の段階的値上げによって、マレーシア政府が 2020 年までに先進国に仲間入りするという計画が、水道分野においては達成できるものと確信する。

#### (4) SPC の設立

なお、SPC が設立されるときには以下のような形態が考えられる。

当面の目標としてタメロー水道の無収水対策事業に絞った特別目的会社（SPC）を日本企業とマレーシア地元企業が出資して設立し、事業を実施することを前提とする。なお、現時点では無収水対策という事業の特殊性から、日本企業、地元企業とも得意分野を集めた複数会社の参加が想定される。

SPC の資本金は想定する初年度請負金額の 30%程度を見込んで、5,000,000 RM 程度（ただし、管路更新すべての費用を含んだ場合）を目安とするが、詳細は出資割合等を含めて今後の検討課題とする。

図 II-3.4 に SPC 組織の概念図を示す。なお、この組織図に基づいて上記「(1) 事業費」が算出されている。

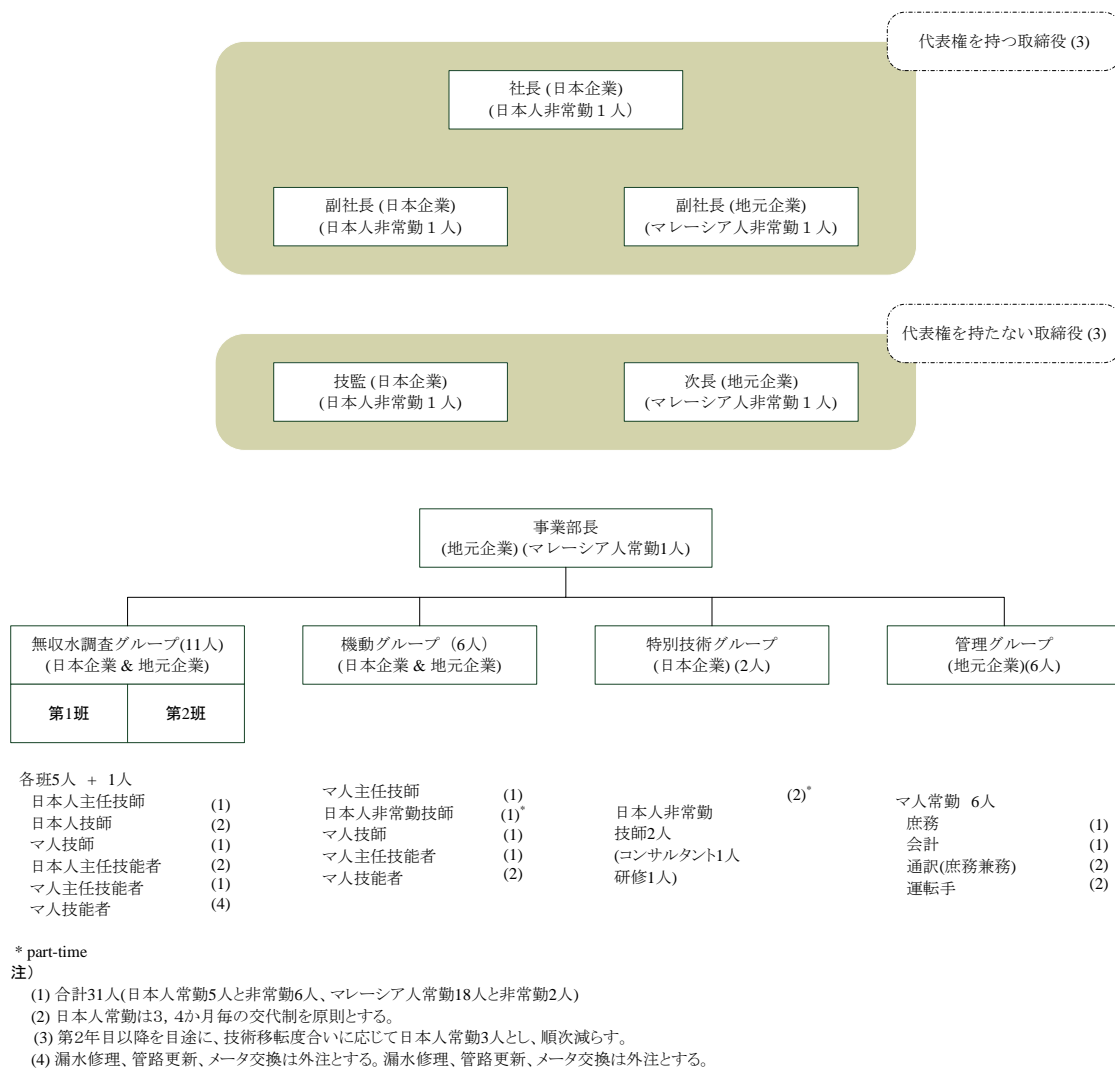


図 II-3.4 SPC 組織概念図 (案)

(5) 事業計画

本事業の全体計画は 10 年を想定しているが、当面の 5 年間の事業計画を別表 II-3.4 に示す。

(6) 提案プロジェクトの特徴

徹底した無収水調査を実施する場合、通常は全地域あるいはかなりの地域に DMA を設置することが多い。しかし、この方法は、DMA 設置費用が膨大になるばかりでなく、DMA 内で実施する夜間最小流量測定 (MNF) 作業に多くの労力を要し、効率が悪い。これを避けるため、DMA の設置は 4 カ所だけにとどめ、そこで徹底した無収水実態調査を実施することにより、各種基礎データを収集し、そこで得られたデータをもとに、TSS が開発した時間積分式漏水探知器を活用して漏水多量路線を選別することにより、漏水調査の費用削減と効率化を図る。

また、TSS は、第二次世界大戦後の混乱時に 80%であった東京の無収水率を 4%にまで下

げてきた技術と経験を有しているばかりか、海外においては東南アジアの非常に作業環境の悪いある大都市において試験区画(配水管延長約 10 km)の提供を受け、4人で約3週間の調査を実施して28%あった無収水率を4%にまで下げたという実績を有している。恐らくこのような低率の無収水率を短期間に達成することができ、しかも、知識と経験に基づいて前述したような緻密な費用対効果計算ができる能力を持った無収水削減事業請負業者は、世界のどこにも存在しないと自負している。

### 3.5 環境社会配慮

事業の主要な実施内容は、以下のとおりである。

- ①DMA の設置とメータの取替
- ②給・配水管の更新
- ③計画的漏水防止作業

事業内容を検討するため、(i) 用地取得と (ii) 自然保護地域の存在について比較し、想定される (iii) その他の主要な環境社会影響についても定性的に検討した。主要な事業内容について、想定される環境社会への影響を表 II-3.10 でまとめた。

表 II-3.10 事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較

比較項目	DMA 設置／メータ取替	給・配水管更新	漏水防止
土地取得	住民移転は生じない	住民移転は生じない	住民移転は生じない
	影響はない	影響はない	影響はない
自然保護地域	保護地域はない	保護地域はない	保護地域はない
	影響はない	影響はない	影響はない
環境社会影響	建設環境は、 限定された場所と期間の 範囲で影響を受ける	建設環境は、 既存の配水管沿いの限ら れた期間の範囲で影響を 受ける	該当しない
	影響がある	影響がある	影響はない

Source: Prepared by the Study Team

提案する行動計画の実施により想定される、環境社会面への影響を予備的に特定した。JICA 環境社会配慮ガイドライン（2004年）に基づき、社会環境・自然環境・汚染に係る影響を、A～Dの各段階に分類した。

- A：重大な影響が想定される
- B：一定程度の影響が想定される
- C：影響の程度は不明である（将来、環境社会影響調査が必要）
- D：影響は想定されない（初期環境検討調査／環境社会影響調査は不要）

提案する「DMA 設置」と「管更新」の実施により想定される環境社会影響について、関連法規や規制および収集した情報と現況を参考として予備的に検討した。本提案事業に係

るスコーピング案を表Ⅱ-3.11にまとめた。

事業実施による影響は、建設期間に限定され、通常に対処される工事対策を考慮する。従って、本事業は、「カテゴリーA：対策が不可欠な環境社会への影響（JICA 環境社会配慮ガイドライン）」の該当項目がなく、「カテゴリーB：限定された環境社会への影響」に分類される。

表Ⅱ-3.11 想定される環境社会面への影響

項目		評定および根拠・理由	
社会環境	1	非自発的住民移転	D 公共用地に敷設された配水・給水管の更新に限定される。
	2	雇用や生計手段等の地域経済	D 経済条件を伴う生活や居住者生計への影響はない。
	3	土地利用や地域資源利用	D 土地利用、水資源の活用および現地経済への影響はない。
	4	地域分断などの社会制度	D 少数民族や先住民は、事業内地域に存在しない。
	5	既存の社会インフラや社会サービス	D 小さい工事用地と少ない交通量から、新たな交通渋滞は発生しない。
	6	貧困層・先住民・少数民族	D 事業地域には、少数民族および先住民が不在で、貧困層に限定した地域もない。
	7	被害と便宜の偏在	D 被害と便宜の偏在はないと考えられる。
	8	文化遺産	D 事業地域内には、文化遺産が存在しない。
	9	地域内の利害対立	D 新規の土地利用はない。
	10	水利用・水利権・入会権	D 事業内容は、水源保全に繋がる。
	11	公衆衛生	D 事業内容は、公衆衛生の向上に繋がる。
	12	災害、HIV/AIDS等の感染症	D 建設工事による感染症の伝染は、発生しない。
	13	事故	B 工事現場および建設機械や管理車輛等の事故により、必要な対策を講じる必要がある。
自然環境	14	地形・地質	D 地形や地質への影響はない。
	15	土壌浸食	D 土壌浸食は関連しない。
	16	地下水	D 地下水開発は含まれない。
	17	湖沼・河川状況	D 表流水開発は含まれない。
	18	海岸・海域	D 事業地域は、内陸である。
	19	動植物、生物多様性	D 建設場所は、既存の管路に限定される。
	20	気象	D 小規模建設は、気象への影響が限定される。
	21	景観	D 景観に関する構造物は含まれない。
	22	地球温暖化	B 建設期間中の排気ガスは、大気中へ排出される。
汚染	23	大気汚染	B 大気汚染は、建設機械や管理車輛等の運転により仮設的に発生する。
	24	水質汚濁	B 水質汚濁は、建設現場で建設機械や車両等から排出される。
	25	土壌汚染	B 土壌汚染は、建設機械から排出されるオイル等に限定される。
	26	廃棄物	B 建設廃棄物は、建設に伴う廃材等が発生する。
	27	騒音・振動	B 騒音・振動は、建設機械や管理車輛の運転により発生する。
	28	地盤沈下	D 建設工事は、地盤沈下を誘発する内容を含まない。
	29	悪臭	D 建設工事は、悪臭を放つ内容を含まない。
	30	底質	D 建設工事は、底質を削減する影響を持つ。

Source: Prepared by the Study Team

以下の関連法規が、本事業の実施に関係する。

- 天然資源環境省環境部： EIA 手続きと要求事項（1974）
- 天然資源環境省環境部： 水資源利用に関する EIA ガイドライン（環境保全法 1974/1985/1996/1998/2001/2007）
- 天然資源環境省環境部： 環境保全法 A-127（1978）および改正 A-1315（2000）

- 天然資源環境省環境部： 環境保全規制 PU A-280（1978）および PU A-309（2000）

通常の EIA プロセスは、天然資源環境省環境部により規制される。水道分野においては、周辺環境への影響を勘案して、新規水源開発や新規浄水場計画に係る EIA 報告を義務付けている。本事業の内容は、既存施設の更新が主要部分であることから、EIA 報告の提出要求はないものと考えられる。

環境影響評価（EIA）プロセスは、天然資源環境省環境部の附則 A-127（1978）および改正 A-1315（2000）で正式に制定されている。本事業は、既存施設の取替えおよび更新であるため、EIA 実施について要求されない。

環境社会影響の要素は、給水装置の取替え工事と配水管路の更新工事で、以下の工事環境配慮が必要となる。

- 空気汚染： 排気ガス、粉塵（土木）等
- 廃棄物： 管端材、余剰油等
- 騒音と振動： 建設機械の運転による
- 交通渋滞： 管路敷設の周辺道路

事業の建設期間中は、典型的な上述した影響が一時的に発生する。実施機関の PMU と契約業者の SPC は、事業の適正な管理項目として、これらの影響を最小化すべく対策を講じることが求められる。

モニタリング活動は、実施機関の PMU と契約業者の SPC が協働で実施しなければならない。現時点で考えられる暫定的なモニタリング計画（案）を表 II-3.12 に示す。事業の実施に当たり、同 PMU と SPC は、同計画を具体化し SPC が実施計画（案）を策定する。一方で PMU は、これに呼応する監理計画（案）を策定して、両計画（案）を建設開始までに同調させる。

表 II-3.12 暫定的モニタリング計画（案）

分類内容		対 策 (SPC)				監視頻度 (PMU)		
項 目	細 目	状 況	適 用	測定方法	場 所	週 例	月 例	
騒 音	建設機械	を巡回して、工事環境を管理する。 事業期間中の作業該当日に、毎日測定・記録する。契約業者は、定期的にサイトを巡回して、工事環境を管理する。	「マ」国環境基準	計 器	建設機械の使用場所周辺	実施機関は、日々の記録を毎週統計的に分析する。	月例協議を開催して、月例報告内容に従い実施機関と契約業者が協働でサイトを視察し、必要な場合は是正する。	
	発電機		「地方自治法」に準拠した PMU 指示書					
振 動	建設機械			目視と臭覚				
	発電機		地方自治体関係者との調整					
空気汚染	排気ガス			目 視				配水管や給水装置の敷設後
	粉 塵							
廃棄物	管端材	目 視		配水管路の敷設中サイト周辺				
	余剰油							
	破砕物							
渋滞緩和	工事用看板							
	交通整理員							

Source: Prepared by the Study Team

## 第Ⅲ部 下水道



## 1 調査対象地域の概要

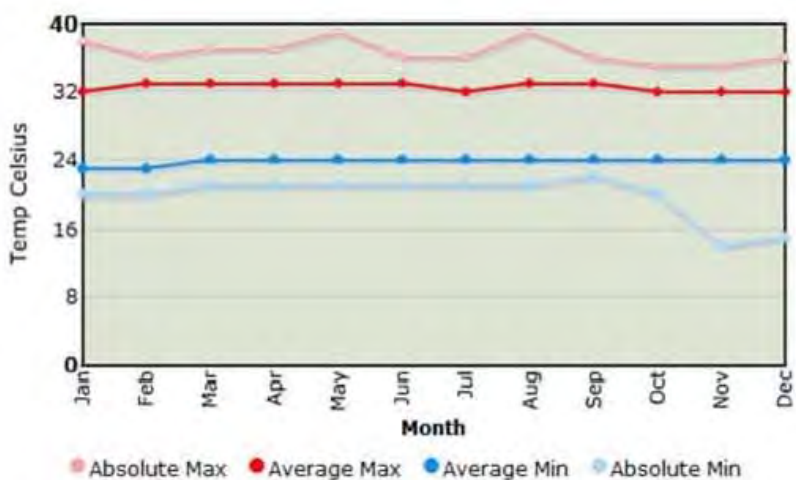
### 1.1 自然的条件

#### (1) 位置

Cheras、Kajang は Selangor 州東部にあるタウンで、Hulu Langat の郡庁所在地でもある Kajang に属する。マレーシア国の首都クアラルンプールから 21km の距離にある。

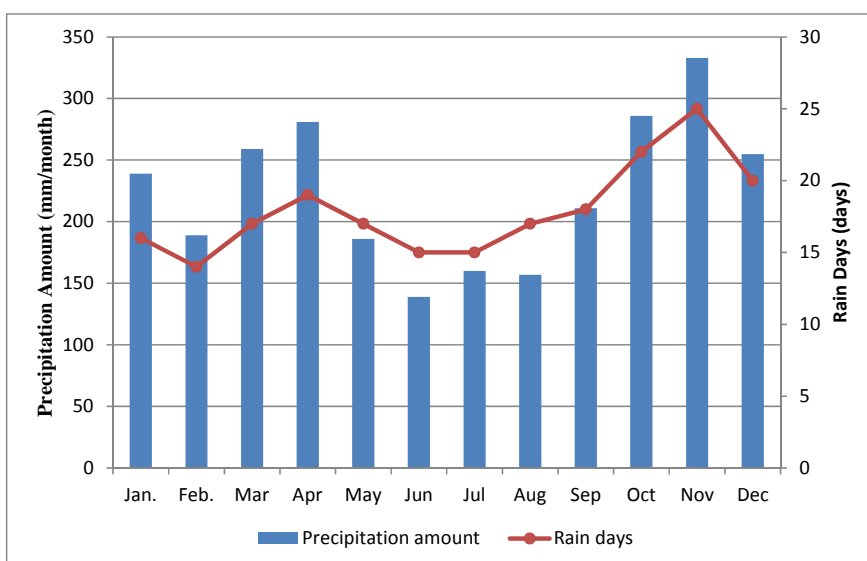
#### (2) 気象

Kajang の気象は図Ⅲ-1.1 に示すように夜間の 24℃ と中間の 32℃ の間で変化しており、月間変動はほとんどない。



Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図Ⅲ-1.1 Kajang における気温の平均値及び極大値・極小値の月間変動



Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図Ⅲ-1.2 月間平均降雨量と降雨日数

Kajang の年間平均降雨量は 2,695 mm で、月間平均降雨量は図Ⅲ-1.2 に示すように 11 月が最大で 333 mm、7 月が最小で 139 mm となっている。

## 1.2 社会的条件

### (1) 人口

国全体の産業・経済の発展に伴って、クアラルンプール首都圏は拡大を続けている。クアラルンプールそのものの年間平均人口伸び率は、1980～1991 年の 2.0%から 1991～2000 年の 1.5%へと低下して、2000～2010 年の 2.2%へとすでに落ち着きを取り戻しているが、逆にクアラルンプールを取り囲むセランゴール州の伸びは著しく、年間平均人口伸び率は 1980～1991 年の 4.4%から 1991～2000 年には 6.2%へと増大しており、セランゴール州の国全体に占める人口の比率は、1980 年の 10.9%から、1991 年 13.1%、2000 年 17.8%、2010 年には 19.6%まで高まり、連邦直轄区を除く全国 13 州の中では、サバ州と並んで人口シェアを高めている数少ない州の一つとなっている。

セランゴール州の中では、Ulu Langat (1991～2000 年の年間平均人口伸び率 8.5%)、Sepang (7.9%)、Petaling (7.2%)、Klang (5.2%)、Gompak (4.8%)、Kuala Langat (4.4%)、Kuala Selangor (3.0%) と Sabak Bernam (1.4%) を除くすべての District が全国平均の 2.6%を上回る高い人口伸び率を示している。Cheras & Kajang は Ulu Langat のいわゆるランガット川上流域の中心を構成している (ただし、同じに Ulu Langat に属する Ampang はクアラルンプールと同じクラン川流域に属する)。

調査対象地域である Cheras-Kajang 地区は KL とは尾根を隔てた南東に隣接し、高速道路の整備に伴って KL の通勤圏として飛躍的な発展を遂げている。1980 年～2000 年の 20 年間の年間平均人口増加率は 9.1%という驚異的な数字で、1980 年に 69,000 人に過ぎなかった人口は 1991 年に 164,000 人、2000 年に 393,000 人に達し、2000 年～2010 年の年間伸び率は母体が大きくなった分 3.6%と鈍ってはいるが、それでも全国平均の 2.2%を遙かに上回る勢いで成長を続け、2010 年には 460,000 人を数えるに至っている。

### (2) 交通

Kajang は Kajang 環状道路としての Dispersal Link Expressway、Cheras-Kajang Expressway (CKE, E7)、Kajang に入り口を持つ North-South Expressway (NSE)、Semenyih に近い Kajang の南を走る Kajang-Seremban Expressway (LEKAS, E7) と多くの主要高速道路にうまく接続されている。Kajang は、Kuala Lumpur、Seremban、Putrajaya という三つの主要都市の間に位置することから、図Ⅲ-1.3 に示すように Klang Valley または Greater Kuala Lumpur に含まれる。バス、タクシー、鉄道と言った公共輸送機関も利用できる。

KL Sentral と Seremban を結ぶミニ KTM 鉄道が Kajang を通っており Kajang Komuter 駅がある。連邦政府は、全国重要経済地区 (National Key Economic Area: NKEA) の一つとして、

政府変革プログラム (Government Transformation Programmed: GTP) の下で、Klang Valley または Greater Kuala Lumpur に MRT と呼ばれる大量高速輸送システムを建設することを公示しており、Kajang はこのシステムに含まれ Kajang 市行政区域内に 9 駅が予定されている。このシステムは 2011 年～2016 年に建設される。



Source: [http://www.mpkj.gov.my/hubungi\\_kami/peta\\_lokasi](http://www.mpkj.gov.my/hubungi_kami/peta_lokasi)

図Ⅲ-1.3 Kajang の高速道路と主要道

## 2 調査対象区域における下水道整備及び維持管理の状況

### 2.1 調査対象区域における下水道整備の状況

上記のような状況から、住宅団地の開発が至るところで展開され、Cheras で 94 ヶ所、Kajang で 83 ヶ所の合計 177 ヶ所の小規模下水処理場が乱立する結果となっている。これらは現在 IWK の維持管理の下にある。

この外に民間の下水処理場が Cheras に 19 ヶ所、Kajang に 29 ヶ所あるが、これらは、学校、大学、診療所、病院、ショッピングセンター、ゴルフコース、警察署、スタジアム等に設置されている。規模的には Police Central Brigade Camp の 4,000 PE が最大で、病院、スタジアムの 1,000 PE 程度のものがこれに続いている。総処理能力は、処理能力不明のものもあるが、Cheras で 4,211 PE、Kajang で 7,460 PE であり、公共下水処理場の 3% 相当でウェイトは大きくない。

個別腐敗槽は Cheras Batu 11、Cheras Jaya に 5,687 個、Kajang 1&3 に 6,304 個の合計 11,991 個あり、換算人口は 59,955 PE となっている。これらは全域に散らばっているのではなくいくつかの区域にまとまっていることから、開発業者が宅地として売り出して購入者が自分の家を建てる時に個別に腐敗槽を設置したものと思われる。

表Ⅲ-2.1 Upper Langkat における下水道整備の現況

Catchment	Public STP				Private STP			IST	
	No. of Units	Design PE	Connected PE	No. of NPSs	No. of Units	Design PE	PE-Unknown Units	No. of Units	Design PE
Langat	7	25,890	17,837	4	6	983	1	2,414	12,070
Cheras Batu 11	65	269,141	194,122	2	18	7,215	7	5,413	17,455
Cheras Jaya	29	145,119	111,755	5	1	499	-	274	1,310
Cheras East	17	116,750	78,824	5	5	1,240	3	720	3,600
Sub-total	111	531,010	384,701	12	24	8,954	10	4,473	22,365
Kajang 1	34	94,406	66,430	1	3	15	2	2,649	8,055
Kajang 2	7	49,445	36,260	1	6	1,098	1	2,179	5,465
Kajang 3	49	181,688	91,136	4	26	7,445	8	3,655	7,810
Sub-total	90	325,539	193,826	6	35	8,558	11	4,266	21,330
BBB North	4	102,900	52,852	1	24	2,213	16	-	-
BBB South	8	30,179	18,928	6	4	665	1	322	1,610
Sub-total	12	133,079	71,780	7	28	2,878	17	322	1,610
Bangi South	8	148,905	56,991	2	1	-	1	254	-
Semenyih	31	192,989	110,995	3	17	385	17	2,935	14,675
Beranang	3	97,313	32,447	4	3	23	2	-	-
Total	262	1,454,725	868,577	38	114	21,781	59	20,815	104,075

Source: Antara Jurutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langkat Basin - Volumes 1 & 2", JPP, November 2009

Note: Design PE of private STPs excludes those of unknown PE.

## 2.2 既存下水道施設の維持管理の状況

マレーシアでは、現在、エネルギー・グリーンテクノロジー・水資源省下水道局（KeTTHA 省、SSD）が主体となり、既存下水道施設の維持管理上の諸問題を解決するため、現行下水道システムの改善に着手した。

2000 年には、JICA による「全国下水道処理事業」へ有償資金協力による施策が展開され、事業優先度の高い 13 地区を対象に一連の下水道関連施設、処理施設・汚泥施設・管路施設・ポンプ施設の整備促進を支援してきた。

このような状況を踏まえて、2010 年に「マレーシア国上下水道マスタープラン（通称マスタープラン計画）」を策定し、データの更新と東京都の技術ノウハウ支援等新たな事業手法の活用が提案されてきた。

### 2.2.1 下水道システム

現在検討している Langat 流域は、マレーシア 2020 計画及び Great KL 計画に基づく住宅開発等の土地開発が活発に進められ、市街地の拡張、人口の集中、生活様式の高度化などが進展している。特に、KL の衛星都市としての Kajang 地区及び Cheras 地区では、一見無秩序に住宅開発が進められており、市街地がアメーバのごとく膨張している状況にある。こうした都市化の拡大は、小規模下水道の設置を増大させており、水道水源としてのランガット川に多大な影響を及ぼしている。

#### 1) 現状と問題点

- 対象流域に多数散在するこれら小規模処理施設は、中には老朽化した施設や故障設備が放置されている状態が続く施設が存在する。
- 当然、処理水質は悪化し、放流先の河川の水質汚染を助長している。水道水源においては、アンモニア性窒素の含有が問題視されている。
- 現在の下水道施設の中には、量的にも質的にも維持管理能力を超えており、その結果から誘引する現象が悪循環を引起こしている。
- 下水道施設が未整備な地域があり、個別腐敗槽の不十分な汚泥引き抜きや機能不全などが河川の汚染源になっている。

#### 2) 解決策の提案

- 技術的のみならず、経営的にも維持管理上の合理化が図れる新たな施策の展開が必要である。
- 多数散在する小規模処理施設を統廃合する新たな集約処理場を設置するとともに、必要な管路施設を含めた下水道システムを構築する。

- 設置にあたっては、処理水の放流河川の水質環境に配慮した技術的工夫を導入する。
- 集約すべき対象流域範囲は、効率的維持管理の執行に資する規模とする。
- 下水道施設の未整備地区の解消には、公的資金の投資と下水道計画の整備を急ぐことが急務である。

## 2.2.2 管路施設

該流域における下水道整備は、住宅開発単位ごとに開発事業者が法的規制に従い設置している。その整備方法は、雨水と汚水を別々に収容する分流方式を採用しており、各家庭から排出される雑排水とトイレ汚水（「下水」と呼ぶ）を基本的には自然流下型の管路施設で収集し、この下水を処理施設を通じて、公共用水域への放流基準を満たすように処理する一連のシステムを構築するものである。こうした開発行為は、各家庭から発生する下水を一応の処理することで、環境への負荷軽減の役割は果たしてきた。しかし、各開発区域における管路施設の設置は開発事業者に委ねられており、品質確保の観点からは設置状況が不明である。また、大部分が小規模開発であることから、設置されている管路施設も小口径管渠が多数を占めている。

### 1) 現状と問題点

- 維持管理の基本となる管渠設置情報、口径・位置・深さ・材質・勾配・人孔形状・設置年度等に加え、各家庭からの接続管の情報などが不十分である。
- 地下に設置されている管路施設は、地上からは見えないため、日常の巡視点検、さらに定期的な管路内調査が維持管理上不可欠であるが、限られた予算に制約されて実施されていない。
- このため、管路施設の損傷・劣化状況が不明であり、問題箇所に対する処置が適切に施されない状況である。
- したがって現状では、住民からの苦情や道路陥没などの現象が発生してから対処するなど後追いである。
- 調査箇所では、人孔ふたが道路舗装時に塞がれる事例が見られた。
- 各家庭と接続する取付管は、東京のように柵を設置して官民境界を明確にしているため、管理責任範囲が不明確である。
- グレーウォーター問題は、家庭汚水である雑排水が道路側溝等の雨水排除システムに直接接続されているなど不完全な下水道システムに由来するが、その結果として、河川の水質汚濁進行の原因になっている。また、処理場においては流入量の不足や流入水質の低負荷等の要因を引起こし、維持管理を一層困難にしている。
- 下水処理場への雨天時流入下水量が、例えばパンタイ処理場に見られるように晴天時の 5 倍を超える事態が繰返されており、現行下水道システムの不完全な分流化が特に処理施設における維持管理上の問題となっている。

### 2) 解決策の提案

- 管路施設の故障や破損等維持管理上の問題が発生してから対応するのではなく、できる限り予防保全を主体にした管理体制を構築する。施設のライフサイクルコストを最小化する観点からも、推進すべきである。
- 推進にあたっては、維持管理業務の基本となる管路施設に関する情報管理の徹底を図る。
- まずは、既存施設のデータベース化を進める。紙ベースの情報から、東京都で実施しているデジタル化による情報管理システムの導入も一考に値する。
- この施設管理情報を基に、日常点検・巡視を徹底する。そして、定期的な清掃等の作業及びTV調査等による管路施設内調査を実施して管渠機能の維持向上、施設の現況把握等に努める。
- 作業等の結果から、必要な施設修繕・改良を計画的に実施する。
- このようなPLAN/DO/CHECK/ACTIONサイクルを確立する。
- 一方、グレーウォーター対策は住民の協力なくして進展しないことから、住民に理解を求めつつ、一定の公的資金による助成との導入など施策展開が必要と管がる。
- また、対策の一つの手法として、既存の雨水排除システムを改造し、晴天時の雑排水を分水させるモデルプランとして試行することを推奨する。

### 2.2.3 下水処理施設

マレーシアでは、伝染病対策及び水環境保全対策として下水道の普及を促進するために、住宅開発デベロッパーに対して下水処理施設を完備することを義務付けた。かつての東京におけるコミプラによる整備促進手法に似ている。しかし、住宅開発と下水処理施設が一体的に整備された利点があるものの、その結果として多種多様な小規模下水処理施設が建設されることになり、維持管理の面においても多くの問題を抱えることとなった。

水質面から見ても、多種多様な小規模処理施設の存在は、多くの問題を抱えている。すでに、Antara Reportでも報告されている放流水質の悪化状況は、今回調査においても確認することができた。さらに、処理施設の老朽化や故障施設の放置、水質管理の不備など、現行下水道システムを維持管理することの困難性が浮上しており、対応の緊急性は高い。

#### 1) 現状と問題点

- 処理方式が異なっても、基本的には微生物等を活用した生物学的処理法を採用している。このため処理工程では、流入水の量的、質的变化に敏感に影響を受ける。しかし、現状の運転管理では、良好な生物学的環境を維持創造することが難しい。
- 多数散在する小規模処理施設を維持管理する体制は、定期的な巡視点検を基本としており、現有の処理形態の特性に適していない。
- 放流基準を満たす水質を保持していくためには、処理工程における水質管理を徹底する必要がある。しかし、現状では放流水質の検証と必要な運転改善等の水質専門知識、的確な人員、必要な予算等が全般的に不足状態である。
- 水質面からの問題事項を以下列記する

BOD 除去率が低い施設がある。原因解明と適切な改善が必要である。  
現有処理施設では、アンモニア除去が望めない。  
処理工程での沈殿汚泥の除去が不適切な施設がある。  
殺菌消毒設備が設置されているにもかかわらず、消毒処理が実施されていない。  
伝染病予防の観点からは、望ましくない。  
マレーシアの通例では、後沈砂池方式になっているため、既設処理場では同方式を採用している。しかし、後沈砂池方式によって、沈砂、しきによる主ポンプ羽根の摩耗、短命化、スカムの異常発生を引き起している。  
下水の処理水の再利用が行われていない。  
下水処理場は広大な敷地を有するにもかかわらず、有効利用が行われていない。

## 2) 解決策の提案

- 処理施設の効率的運転管理を促進し、適正な放流水質を維持生産するため、水質管理の徹底に資する方策として、すでに述べてきたように、現行の小規模処理施設群を集約化した新たな下水道システムの構築が必要である。
- 処理施設の集約化により、現有施設に由来する老朽化等の構造的かつ水質的問題を解決するほか、処理工程における水質管理がきめ細かく処置でき、専門知識の習得等人材育成が図られ、さらに新技術の導入によるアンモニア除去など良好な生物学的環境の創出が可能となる。
- 新規施設は、簡易前沈砂池＋後沈砂池設備ではなく、前沈砂池設備のみの方式とする。本方式では、しき、沈砂の確実な除去により主ポンプの故障発生を抑制するとともに、点検個所の集約化、スカム発生抑制を図ることができる。東京都の歴史、経験からもこの方式を推奨する。
- 下水処理水についても従来のように処理場内の雑用水として利用するだけではなく、所定の高次処理を施せば、トイレ、修景、設備洗浄、ガーデニングなど外部利用に供することが可能である。
- 下水処理場の広大な施設の上部利用を図ることも推奨される。公園、運動場などの設置ができるほか、ソーラーパネルを展開して太陽光発電を行うことも考えられる。

### 2.2.4 汚泥処理施設

個別腐敗槽や小規模下水処理施設においては、適切に汚泥の処理処分が行われているとは言いがたい。一般に放流水による水源汚染、生活環境汚染としてダイレクトに影響が表れやすい下水処理に比べて汚泥処理は対応が後回しになりやすい。

汚泥処分の将来的行き詰まりへの懸念から対応模索の動きはあるものの、全体的に汚泥処理の重要性に対する認識が希薄である。現在のところ課題は潜在的に山積している。

#### 1) 現状と問題点



- 小規模処理場における汚泥処理は、一般的に、重力濃縮処理した後、乾燥床で天日脱水し、含水率 20%程度の脱水ケーキとして場外へ搬出している。
- しかし、汚泥乾燥床が使用していないこともある。また、フィルタープレスなどの脱水機が設置されている場合でも、使用していない事例がある。
- その結果、沈殿汚泥が十分に回収されずに放流水の浮遊性物質（Suspended Solids: SS）として河川へ排出され、水質汚染と原因になっている。
- 一方、大規模処理場においても、流入下水濃度（SS、BOD）が低いこともあって、汚泥回収が計画通り回収できず、水処理工程に悪影響を及ぼすとともに、汚泥消化処理をも困難にしている。
- また、大規模処理場に設置されているロータリードラム式濃縮機は、すべて停止しているなど、汚泥処理に対する維持管理に苦慮している。
- 汚泥の最終処分は、現在、場外搬出されて単独で山間部に埋立処分か、または一般ごみとして清掃事業者の所管の下で埋立処分されている。
- さらに、個別腐敗槽からの汚泥引き抜きが不十分の結果、汚泥の流出といった環境汚染が懸念される。
- 埋め立て処分地の延命化や資源の有効利用のため、汚泥を再利用することが求められる。

## 2) 解決策の提案

- 汚泥処理の適正な維持管理を継続し、効率的に実施する上からも、小規模処理場の集約化を図る。
- 集約化にあたっては、汚泥の持つ特性を生かしたりサイクルへの取組みと、環境への負荷軽減を目指した新しい技術の導入を進める。
- モデルプロジェクトでは、省エネかつ濃縮効率の高いベルト式濃縮機の採用を検討している。
- 個別腐敗槽に関する適正な管理への誘導と、引抜汚泥の受け入れ施設の設置を図る。
- こうした設計思想を踏まえた汚泥処理処分計画を策定し、必要な施設を設置する。
- 消化減量後に脱水された汚泥ケーキには植物の肥料として有効な窒素(N)やリン(P)を豊富に含まれており、資源として有効利用すれば、単に廃棄物として埋め立てることにより発生する環境破壊を食い止めることができる。

### 2.2.5 維持管理体制

下水道施設の維持管理では、理想的には日常の点検・巡視や処理水質の測定、定期的な清掃等の作業、さらに劣化調査の実施とその結果に対応した修繕・改良の執行など、一連の業務が計画的に実施されて始めて、効率的に下水道の目的を果たすことになる。

#### 1) 現状と問題点

- IWK の維持管理体制を鑑みると、維持管理の対象となる管路施設、ポンプ施設、

処理施設の数が増大であるのに比較して、確保された職員数が適正とは言えない。

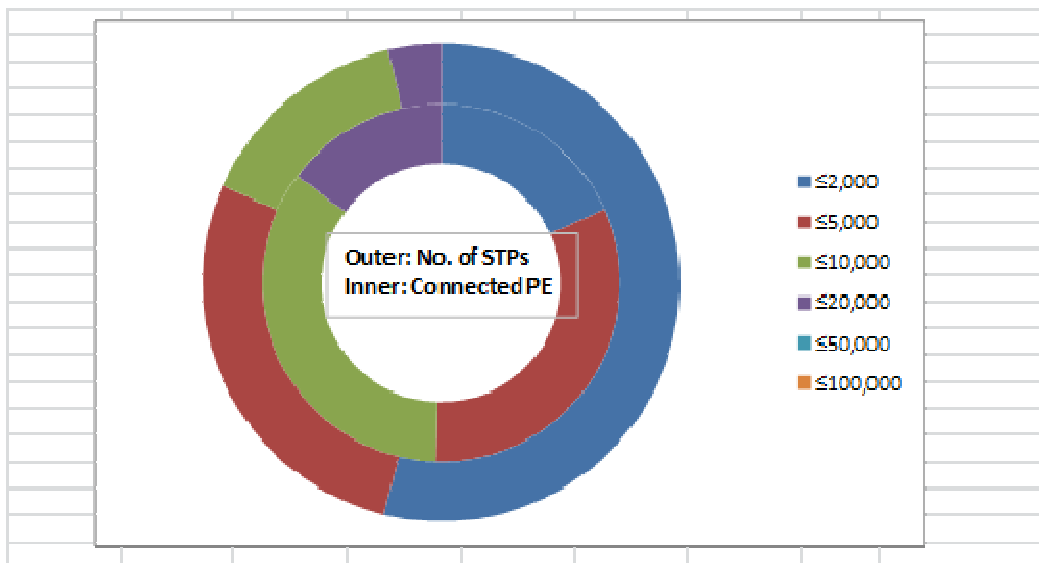
- また、施設補修・改良に必要な投資的費用が十分に確保されているとはいいがたい。
- 現在も維持管理の対象となる施設数は増加の一途にあり、管理体制が追いつかない。
- その結果、諸般の制約の中では十分な業務活動が不可能となり、維持管理内容が限定されてしまう悪循環に陥っている気配すら見受けられる。
- 例えば、処理場、ポンプ所の点検は、月1～2度程度であり、水質検査も月1～2回程度とのことであり、良好な施設の運転管理や水質管理を維持することは難しい。
- 一方、国民性も加わり、転職、転勤、退社等が当たり前のように横行し、技術の継続性、維持向上を困難にしている。
- また、下水道全体計画が皆無といった状況から、本来担当職員の技術的能力に負うことが大きい流域全体の環境状況の把握が欠如するとともに、例えば、管路施設における損傷度合い、処理施設における汚泥の循環や滞留等への配慮が欠け、またその処置能力も育たない。

## 2) 解決策の提案

- 維持管理の効率化を図りつつ、経営的合理化が進展し、併せて、河川等の公共用水域の水質が改善する施策として、既存小規模処理施設を統廃合し、適正な大規模処理区に再編成した新しい下水道全体計画を立案する。
- 水処理施設、汚泥処理施設等には、東京が提案する新技術を導入し、運転管理の効率化を徹底する。
- さらに、東京が経験してきた技術研修ノウハウによる、人材育成及び技術継承を進める。
- 処理技術支援の過程では、水質管理ノウハウも同様に進める。
- マレーシア国におけるモデルプロジェクトとして、下水道界の模範を示す維持管理体制を築く。

### 2.2.6 既存下水処理場の状況

- **図Ⅲ-2.1**に示すように処理能力が2,000 PE以下の下水処理場は数で53.8%を占めるが、総処理能力ではわずか18.3%に過ぎず、処理能力が20,000 PEを越える下水処理場は存在しない。

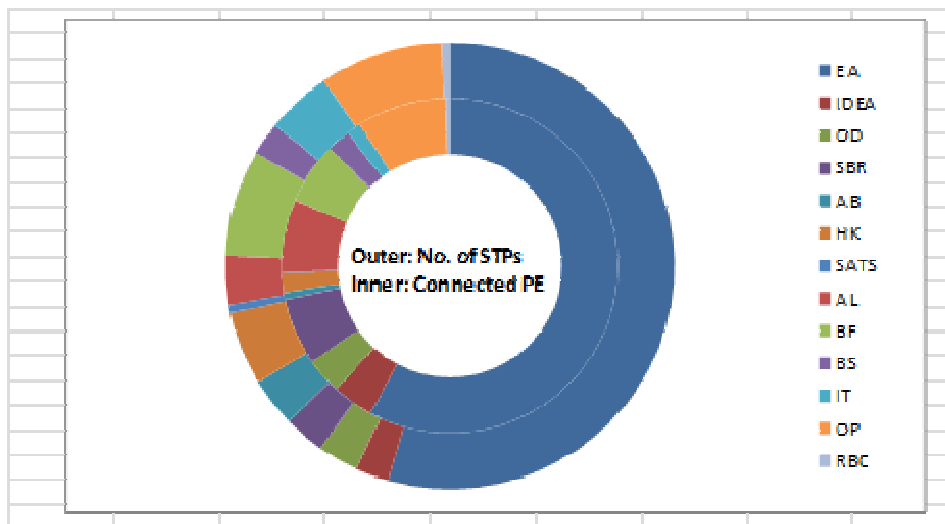


Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.1 下水処理場規模別の数と総処理能力

- 高い浄化能力と BOD<sub>5</sub> 除去の安定性で知られる活性汚泥法は、長時間エアレーション法 (EA)、中間静置式長時間エアレーション法 (IDEA)、オキシデーショントリッチ法 (OD)、回分法 (SBR)、Actil Bio 法 (AB)、Hi kleen 法 (HK)、Solar Air 処理法 (SATS) で構成され、数で 72.3%、総処理能力で 74.3%を占める (図Ⅲ-2.2)。

注) AB 法、HK 法、SATS 法は商品名



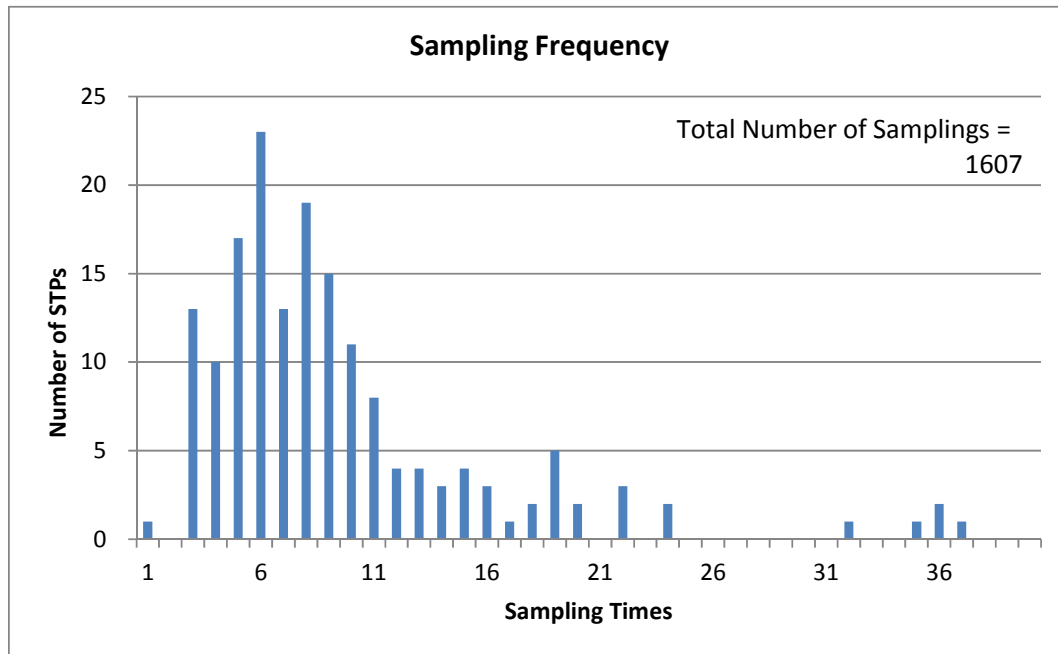
AL:エアレーティッドラグーン法、BF:生物学的ろ過法、BS:生物学的土壌処理法、IT:インホフタンク法、OP:安定化池法、RBC:生物学的回転円板接触法

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.2 処理方式別の下水処理場数と総処理能力

- 長時間エアレーション法が数及び総処理能力ともに群を抜いており、169 下水処理場中 92 STPs (54.4%)、総処理能力 477,000 PE 中 276,000 PE (57.8%) を占めている。
- 2007 年には調査対象区域にある 169 下水処理場の下水処理水に対して、1,607 回の水質

検査が行われており、平均サンプリング回数は年 9.5 回となるが、**図 III-2.3** に示すように回数は下水処理場によって異なり、年 6 回というのが 23 下水処理場で最も多く、最も多いものは年 72 回行われている。検査対象は、BOD<sub>5</sub>、COD、AMN、O&G、SS の 5 項目である。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

**図 III-2.3 既存処理場におけるサンプリング頻度**

- 調査対象区域では 13 種類の処理方式が下水処理に使われている。処理方式別の下水処理水平平均水質と排水基準への適合状況を **表 III-2.2** に示す（詳細については**付属資料 III-2.1** を参照）。これからも明らかなように AMN 及び O&G の適合状況が極めて悪い。BOD<sub>5</sub> の除去率から見ると、データ数が限られている回転円盤接触法（RBC）と SATS を除くと、HK 法が最も処理能力が高く、これに IDEA、AB が続いている。

**表 III-2.2 処理方式別下水処理水平平均水質**

(Unit: mg/L)

水質項目	処理方式													排水基準
	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
BOD <sub>5</sub>	14.1	9.9	20.5	15.0	11.4	8.5	12.8	20.9	37.2	13.4	39.7	27.6	11.8	20
COD	64.3	48.9	72.3	59.3	59.0	45.1	44.0	83.6	119.5	50.3	116.7	99.9	72.4	120
AMN	12.8	11.0	17.9	10.8	15.0	13.6	7.0	21.5	26.8	11.6	28.0	13.4	25.4	10
O&G	9.1	8.4	9.0	7.0	8.8	7.0	14.7	7.3	11.3	8.0	12.7	7.0	4.5	5
SS	28.3	18.0	30.2	22.8	24.2	19.8	5.6	30.9	56.8	17.9	27.3	46.0	28.6	50
No. of STP	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

Source: Prepared by the Study Team based on IWK water quality data of sewage effluent in 2007.

Not complied with standards

- 下水処理水排水基準への適合率を水質項目別に見ると、BOD<sub>5</sub> 69.8%、COD 87.0%、NH<sub>3</sub>-N 36.9%、O&G 14.8%、SS 84.0%となっており、NH<sub>3</sub>-N 及び O&G に対する適合率が極端に悪く、すべてをクリアしている下水処理場は 169 下水処理場中わずか 10 下水処理場 (6.0%) に過ぎない。

表Ⅲ-2.3 水質項目別に排水基準に適合する下水処理場数

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All
Cheras Batu 11	42	58	25	9	55	5
Cheras Jaya	21	25	15	2	24	-
Kajang 1	24	28	7	9	28	3
Kajang 3	31	36	15	5	35	2
合計	118	147	62	25	142	10
適合率 (%)	(69.8)	(87.0)	(36.9)	(14.8)	(84.0)	(6.0)

Source: Prepared by the Study Team IWK based on the data of IWK

- 下水処理場処理水水質 (mg/L) × Connected PE × 225 (Lpcd) × 10<sup>-6</sup> で計算される公共下水処理場からランガット川に排出される汚濁負荷量は現在、BOD<sub>5</sub> 1,870 kg/day、COD 7,655 kg/day、NH<sub>3</sub>-N 1,557 kg/day、O&G 937 kg/day、SS 3,273 kg/day となっている。これらの下水処理場がすべて統合されて新しい下水処理場が建設される場合には、新しい設計基準の設計目標の考え方では、これらをさらに BOD<sub>5</sub> で 42.6%、COD で 15.9%、NH<sub>3</sub>-N で 65.6%、O&G で 77.1%、SS で 34.5%削減しなければならない。そうでなくても新しい下水処理水排水基準では 1999 年 1 月以降に建設された既存下水処理場は共同腐敗槽とインホフ槽を除き、2016 年 12 月 31 日までに新基準を遵守することを要求している。

表Ⅲ-2.4 既存下水処理場からの排出負荷量

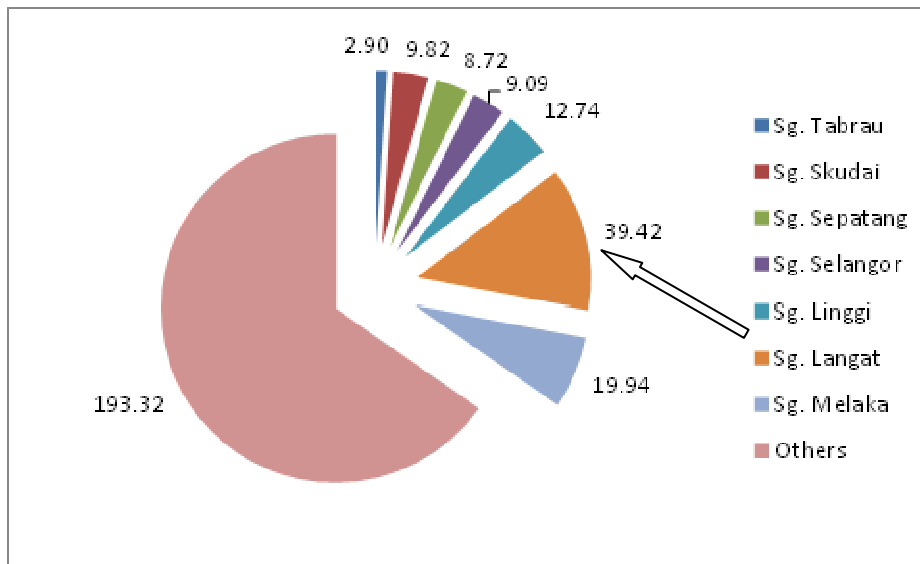
Subcatchment	CPE *1	排出負荷量 *2				
		BOD	COD	AMM	O&G	SS
	(PE)	(g/day)	(g/day)	(g/day)	(g/day)	(PE)
Cheras Batu 11	188,189	751,922	3,000,664	590,516	336,169	1,346,142
Cheras Jaya	108,259	449,165	1,816,310	354,943	247,686	772,371
Kajang 1	69,425	260,453	1,085,297	252,256	134,091	451,336
Kajang 3	110,810	408,532	1,752,589	359,041	218,874	703,439
Total	<b>476,683</b>	<b>1,870,072</b>	<b>7,654,860</b>	<b>1,556,756</b>	<b>936,820</b>	<b>3,273,288</b>
新設計目標値に基づく排出負荷量と削減率						
設計目標値	(mg/L)	10	60	5	2	20
排出負荷量	(g/day)	1,072,537	6,435,221	536,268	214,507	2,145,074
削減率	(%)	42.6	15.9	65.6	77.1	34.5

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

\*1 CPE は、Connected PE が分かっているものは Connected PE を使い、分かっているものについては Design PE = Connected PE として集計。

\*2 排出負荷量 (kg/day) = 下水処理場処理水水質 (mg/L) × Connected PE × 225 (Lpcd) × 10<sup>-6</sup>

- IWK は既存下水処理場の改良工事を順次行っており、「Corporate Sustainability Report 2007」によれば、汚濁が深刻な河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための予算 RM388.88 百万のうちランガット川流域に最も多い RM39.42 百万（10.1%）を配分したことを報じている（**図Ⅲ-2.4** 参照）。



Source: IWK Sustainability Report 2007

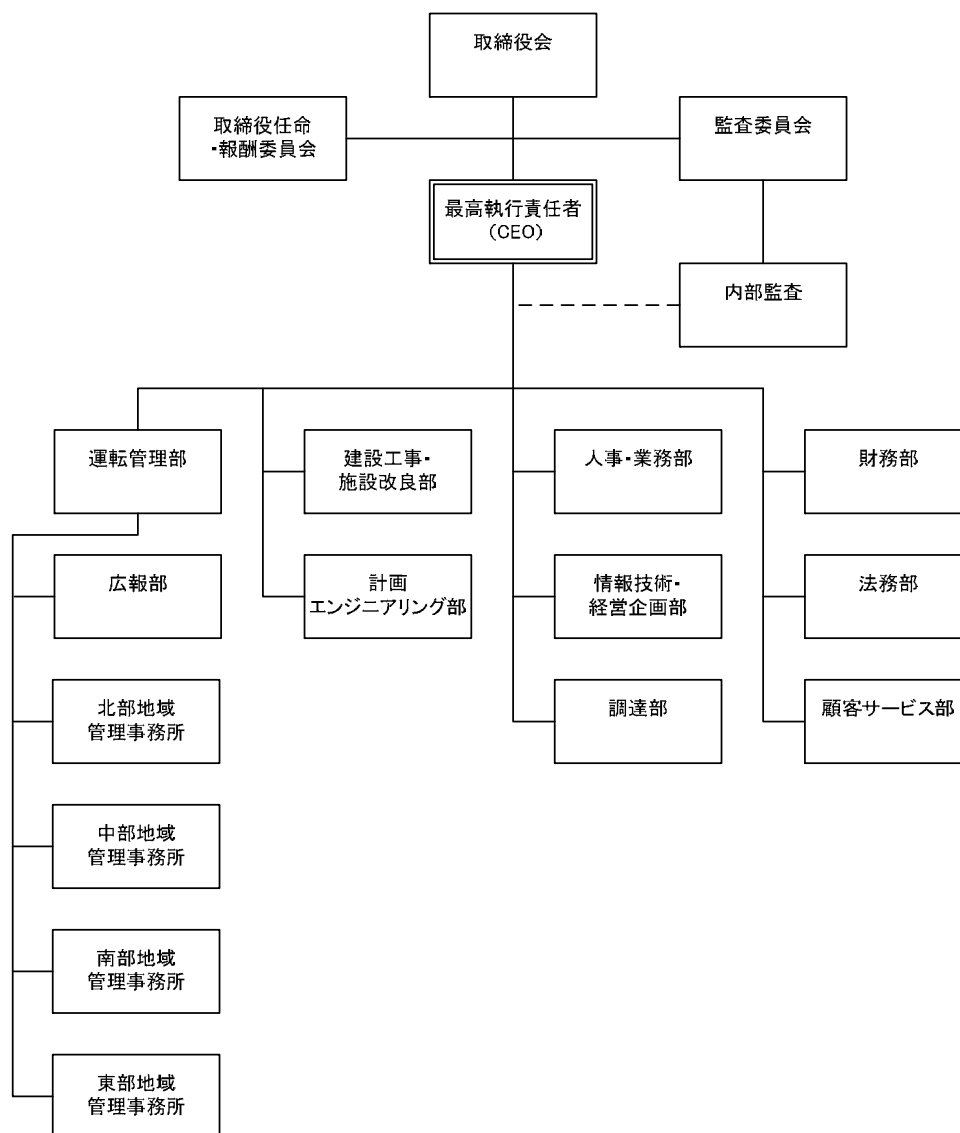
**図Ⅲ-2.4** 汚濁が深刻な河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための予算配分

## 2.3 下水道施設維持管理会社 IWK の概要

### 2.3.1 IWK の組織

調査対象地域の既存下水道施設の維持管理を行っているのは、**第 I 部 2.3** で述べたように財務省の 100% 子会社、IWK である。

IWK の組織を**図Ⅲ-2.5** に示す。



Source: <http://www.iwk.com.my/v/corporate-profile/corporate-structure>

図 III-2.5 IWK の組織図

2010 年における従業員総数は 2,733 人で、本部に 363 人、北部に 748 人、中部に 884 人、南部に 537 人、東部に 211 人が配属されている。このうち女性は 547 人で約 20% を占める。

### 2.3.2 IWK の財務状況

IWK は上述のとおり、財務省 100% の公営下水道サービス事業体であるが、下水道料金が非常に低廉に設定されているため年々増加する維持管理費を補うことができず、恒常的な赤字体質となっている。この赤字を賄うため毎年政府からの補助金・融資が投入されるコストセンター的な位置にあり、事業会社としては極めて不健全な財務状況にある。IWK の 2006 年から 2009 年にかけての財務諸表の主要項目は以下のとおりである。

表Ⅲ-2.5 損益計算書(Income Statements)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
収益	<b>713,301</b>	<b>555,043</b>	<b>591,905</b>	<b>517,198</b>
(内、下水道料金等)	(434,298)	(374,801)	(370,850)	(354,564)
(内、政府補助金等)	(250,000)	(150,000)	(194,150)	(140,000)
原価	▲647,073	▲596,343	▲536,991	▲474,366
営業活動に係る利益	<b>66,227</b>	<b>▲41,301</b>	<b>▲54,913</b>	<b>42,832</b>
金利収益及び金融費用	▲99,579	▲90,065	▲83,556	▲76,236
税引前利益	<b>▲33,352</b>	<b>▲131,366</b>	<b>▲28,642</b>	<b>▲33,403</b>
税引後利益	<b>▲33,109</b>	<b>▲131,366</b>	<b>▲27,767</b>	<b>▲33,403</b>

Source: IWK

表Ⅲ-2.6 貸借対照表(Balance Sheets)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
流動資産	699,547	617,996	631,425	554,148
非流動資産	536,694	542,696	533,777	546,792
資産合計	<b>1,236,241</b>	<b>1,160,692</b>	<b>1,165,175</b>	<b>1,100,940</b>
流動負債	162,839	169,063	144,097	150,605
固定負債	1,693,655	1,578,772	1,476,883	1,378,346
(内、政府からの借入金)	(1,686,074)	(1,575,760)	(1,472,799)	(1,376,697)
負債合計	<b>1,856,493</b>	<b>1,747,835</b>	<b>1,620,980</b>	<b>1,528,951</b>
資本金	100,000	100,000	100,000	100,000
剰余金	▲720,252	▲687,143	▲555,778	▲528,011
資本合計	<b>▲620,252</b>	<b>▲587,143</b>	<b>▲455,778</b>	<b>▲428,011</b>

Source: IWK

表Ⅲ-2.7 キャッシュ・フロー計算書(Cash Flow Statements)

(単位: MR '000)

	2009	2008	2007	2006
営業活動によるキャッシュ・フロー	75,027	▲7,731	105,006	69,751
投資活動によるキャッシュ・フロー	▲24,600	▲33,600	▲16,908	▲19,304
財務活動によるキャッシュ・フロー	▲9,221	▲5,691	▲5,190	▲3,701
現金及び現金同等物の増減額	41,205	▲47,023	82,908	46,746

Source: IWK



政府からの借入金は年々増加してきているが、財務活動によるキャッシュ・フローはキャッシュ・アウトとなっている。これは、政府からの借入金の金利すら支払うことができず、借入元本に金利費用が追加されていることによるものである。従い、IWK 単体としては事業継続可能な収益構造とはなっておらず、下水道料金改定、乱立する非効率な小規模処理場の統合、IWK 組織改革など下水道サービス事業の抜本的な改革が求められる。

### 2.3.3 下水道料金及び料金請求と徴収

IWK は、公共下水への接続と腐敗槽の汚泥引き抜きに伴い、下水道料金を顧客に請求し徴収している。料金表は、家庭用、工業用、商業用、政府用の 4 つの顧客分類からなっており、それぞれ表Ⅲ-2.8、表Ⅲ-2.9、表Ⅲ-2.10、表Ⅲ-2.11 に示されている。料金設定の考え方は次のとおりである。

- (a) 家庭用料金を低く抑える
- (b) 商業用、工業用、政府用に高い料金を設定することによって家庭用に交差補助を行う
- (c) 慈善団体への免除を行う

家庭用下水道料金（表Ⅲ-2.8）は、住宅の価値に応じた 3 つのカテゴリーのそれぞれに対して固定料金を課している。家庭用料金は、公務員専用の政府職員用住宅にも適用される。政府職員住宅は、クラス A からクラス I までのさまざまなレベルに分類されている。一般家庭のほとんどは、1 ヶ月当たり 6RM（腐敗槽）か 8RM（公共下水）請求されている。請求書は、マレーシア郵便局の子会社で作成され、年 2 回 6 か月分の請求書が郵便局を通じて顧客に送付されている。顧客は、下水道料金を全国 17 箇所の IWK 事務所において現金または銀行小切手で支払うことができる。さらに、郵便局、銀行窓口、自動現金支払機、インターネット・バンキング、クレジットカード等でも支払いを行なうことができる。

表Ⅲ-2.8 家庭用下水道料金

住宅の種類	腐敗槽	公共下水
年間価値 600RM 以上の住宅、及び政府職員専用住宅（グレード A、B、C、D、E）	6.00RM/月 6 ヶ月分請求	8.00RM/月 6 か月分請求
年間価値 600RM 以下の低所得層住宅、及び政府職員専用住宅（グレード F、G、H、I）	2.00RM/月 6 か月分請求	2.00RM/月 6 か月分請求
州自治体により村、新村落、新土地に定められる土地に位置する住宅	3.00RM/月 6 か月分請求	3.00RM/月 6 か月分請求

Source: IWK

表Ⅲ-2.9 工業用下水道料金

建物の種類	腐敗槽	公共下水
下水使用者の人数に基づき計算	2.00RM/人 毎月請求	2.50RM/人 毎月請求

Source: IWK

表Ⅲ-2.10 商業用下水道料金

毎月の基本料金			
区分	年間価値 (RM) *1	基本料金 (RM)	
		公共下水	腐敗槽
1	0 - 2,000	8.00	7.00
2	2,001 - 5,000	14.00	8.00
3	5,001 - 10,000	20.00	14.00
4	10,001 - 20,000	26.00	19.00
5	20,001 - 30,000	29.00	21.00
6	30,001 - 40,000	32.00	23.00
7	40,001 - 50,000	35.00	25.00
8	50,001 - 60,000	38.00	27.00
9	60,001 - 70,000	41.00	29.00
10	70,001 - 80,000	44.00	31.00
11	80,001 - 90,000	47.00	33.00
12	90,001 - 100,000	50.00	35.00
13	100,001 - 200,000	180.00	120.00
14	200,001 - 400,000	495.00	330.00
15	400,001 - 600,000	522.00	348.00
16	600,001 - 800,000	1,980.00	1,320.00
17	800,001 - 1,000,000	2,160.00	1,440.00
18	1,000,001 - 3,000,000	4,320.00	2,880.00
19	3,000,001 - 5,000,000	8,800.00	5,400.00
20	5,000,001 - 7,000,000	9,200.00	6,000.00
21	7,000,001 以上	9,600.00	6,600.00
毎月の超過料金			
水使用量		超過料金	
100 m <sup>3</sup> まで		無料	
100 m <sup>3</sup> 以上		30 sen / m <sup>3</sup>	
200 m <sup>3</sup> 以上		45 sen / m <sup>3</sup>	

Source: IWK

注: \*1. 建物の年間賃借料の見積額

**表Ⅲ-2.11** の政府用料金は、政府機関や地方自治体、連邦・州法もしくは法廷で定められた機関によって所有または占有されている建物に適用される。商業用料金は、建物の年間の賃借料の見積によって決められた年間価値に基づいて課される。

**表Ⅲ-2.11 政府用下水道料金**

毎月の基本料金		毎月の超過料金	
下水サービス	基本料金 (RM)	水使用量	超過料金
公共下水	40.00	100 m <sup>3</sup> まで	No Charge
腐敗槽	25.00	100 m <sup>3</sup> 以上	45 sen/m <sup>3</sup>
		200 m <sup>3</sup> 以上	95 sen/m <sup>3</sup>

Source: IWK

家庭用料金は、1997年1月以来12年間見直しはなされていない。他のカテゴリーについては、何回かの料金改定がなされてきた。最近では、商業用と政府用に関し2004年8月1日に主に以下のような改定が行われた。

- (a) 商業用のいくつかの基本料金の区分帯が狭められ、10区分から21区分に細分化された。
- (b) 商業用の超過料金が2段階から3段階に見直された。それまで同単価であった100 m<sup>3</sup> 以上の水使用量が、100 m<sup>3</sup> から200 m<sup>3</sup> までと200 m<sup>3</sup> 以上に2分割された。2004年8月以前は、100 m<sup>3</sup> 以上は45 sen/m<sup>3</sup> であったが、それ以降は100 m<sup>3</sup> から200 m<sup>3</sup> が30 sen/m<sup>3</sup>、200 m<sup>3</sup> 以上は45 sen/m<sup>3</sup> 課されることになった。
- (c) 政府用の超過料金が引き上げられた。

### 2.3.4 Selangor 州における IWK の実績

本節では、下水道セクターの財務構造、並びに Selangor 州における運営上の非効率性に関して直面する課題を審査及び分析する。IWK が直面する鍵となる課題は以下のように二つのカテゴリーに分類される。

#### (1) 財務上の制約

##### 1) 収入とコスト構造

2009年におけるIWKの収入のRM4.73億は、RM2.50億に及ぶ連邦政府補助金で補完されているが、それでもなお総コストと総収入の間のギャップを賄うには十分でない。下水道料金収入では、総運営コストのRM5.39億、増してや資本的コスト(RM1.61億に及ぶ減価償却費及び支払い利息)を賄うには明らかに不十分である。運営コストは頻繁に開発業者からIWKに移管される公共下水処理場の数につれて増大するので、政府補助金はさらに増大すると見込まれる。**表Ⅲ-2.12**は2009年におけるSelangor州の収入と維持管理費のギャップを示している。

表Ⅲ-2.12 Selangor 州における損益勘定 (2009 年)

損益勘定	RM
収入	160,180,756
経費	217,291,332
EBITDA	(57,110,576)
減価償却	9,036,991
GSL 支払い利息	21,107,425
HP 利息	103,101
政府補助金	80,892,332

Source: IWK

表Ⅲ-2.12 より、Selangor 州は減価償却費及び支払い利息を勘定する以前に置いてすら赤字で運営されている。これは、現行の低い下水道料金では下水処理場で発生する経費を賄うに十分でないことによるものであるという注記は欠かせない。それに加えて、維持費が高く付く小規模下水処理場の急増がまた、経費がかかる原因となっている。

## 2) 貸倒予想

2009 年に IWK は約 RM0.57 億、すなわち総コストの 7.5% を貸倒予想に積んでいる。一部の使用者は彼らが受けているサービスの程度を認識しないで、下水道サービスへの支払いを拒んでいる。他のユーティリティと異なり、下水道サービスは何かに触ったり、感じたり、臭いをかいだり、使っているという実感を使用者に与えられない。

2009 年 12 月現在、Selangor 州における未払請求書の総残高は RM2.46 億に及び、全国の総残高の約 34% を占めている。RM2.46 億のうち、RM1.69 億、すなわち 89.5% は家庭用、RM0.673 億、9.15% は商業用勘定で、残りは政府用、工業用及びその他の勘定によるものである。平均的に、マレーシアの家庭は下水道サービスに対する支払いを喜ばないようである。表Ⅲ-2.13 に各州の 12 ヶ月間にわたる残高を示す。

表Ⅲ-2.13 支払遅延勘定の残高 (2009 年 12 月現在)

State	Total No. Accts	Outstanding Balance (RM)	No. Accts	Domestic (RM)	No. Accts	Commercial (RM)	No. Accts	Others (RM)
Johor	245,746	60,965,709.25	89.31%	37,880,205.91	9.31%	20,554,811.55	1.37%	2,530,691.79
Kedah	153,091	39,270,493.29	88.78%	26,808,488.93	8.09%	8,408,692.57	3.14%	4,053,311.79
Melaka	105,423	28,280,195.65	87.47%	18,973,386.08	10.74%	8,013,615.12	1.79%	1,293,194.45
Negeri Sembilan	167,149	44,693,498.46	88.28%	33,881,319.26	9.21%	8,608,928.35	2.51%	2,203,250.85
Pahang	70,897	17,376,951.31	84.30%	10,685,050.90	8.81%	4,263,859.07	6.89%	2,428,041.34
Perak	268,949	64,427,947.91	87.89%	43,276,153.95	9.21%	14,862,351.48	2.89%	6,289,442.48
Perlis	12,295	2,213,374.81	78.72%	1,392,205.18	6.95%	317,418.94	14.33%	503,750.69
Pulau Pinang	297,523	76,901,069.16	86.53%	36,750,899.49	10.49%	32,883,157.84	2.98%	7,267,011.83
Selangor	1,030,568	246,224,391.87	89.46%	169,042,691.48	9.15%	67,346,515.33	1.39%	9,835,185.06
Terengganu	26,324	9,960,541.16	81.81%	3,882,060.66	6.59%	1,836,212.68	11.60%	4,242,267.82
WP Labuan	6,906	2,340,114.31	74.12%	621,136.56	11.90%	1,267,377.88	13.97%	451,599.87
WP Kuala Lumpur	363,409	125,183,389.47	73.47%	46,643,540.70	10.27%	62,232,896.68	16.26%	16,306,952.09
WP Putrajaya	9,662	2,137,519.13	25.65%	271,775.80	3.08%	721,736.17	71.27%	1,144,007.16
Total	2,757,942	719,975,195.78	86.17%	430,108,914.90	9.41%	231,317,573.66	4.42%	58,548,707.22

Source: IWK

上下水道サービスの統合に伴って、一括料金請求を行うことにより、貸倒予想金額を軽減することができる。

## (2) 運営コストの非効率性

Selangor 州 IWK の非効率性の課題は主に運営面に起因する。以下に詳細分析と IWK 利益における運営上の非効率性の好見本を示す。

### 1) 運営コストの非効率性

ランガットの主要下水道区の収入と運営コストの計算によれば、表Ⅲ-2.14 に示すように総運営コストは各下水道区の収入を上回っている。

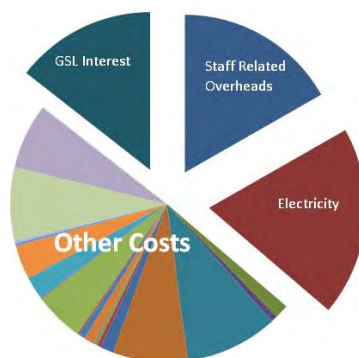
表Ⅲ-2.14 2010 年の収入と総維持管理費の高度な計算結果

Catchment Area	Revenue (RM)	Total O&M Cost (RM)
Kajang 1 & 3	1,958,760	3,307,421
Cheras Jaya	1,488,360	2,312,908
Batu 11	2,144,136	3,408,840
Total	5,591,256	9,029,169

Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.6 はランガットの三つの下水道区の運営コストの内訳を示したものである。費用の大半は電力費、人数に関する人件費、政府サービス・ローン（Government Service Loan: GSL）利息である。GSL 利息が高いのは 2009 年 12 月現在連邦政府は IWK に RM2.50 億の補助金を供与していることによる。

新たな PAAB の設立に伴って固定及び不動産資産は PAAB に移管され、オペレーターはもはや資本コストを負担することなくなる。オペレーターは PAAB に支払能力に基づくある率でリース料を支払って、資産を使用する権利を得る。

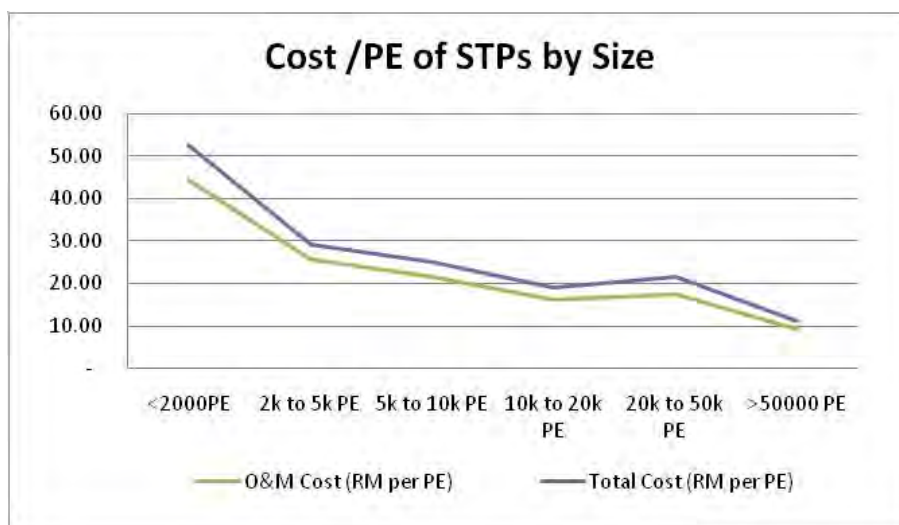


Source: Prepared by the Study Team based on the data of IWK

図Ⅲ-2.6 2009 年のコスト構成内訳

## 2) 大小下水処理場の維持管理費

多くのタイプ及び規模の異なる下水処理場を運転する PE 当たりコストを解析して、最もコスト効率の良い規模を定めた。2010 年に IWK はランガットで 465,938 PE を処理する 148 下水処理場を維持管理している。IWK の下水道サービスを提供するための平均総コスト（下水管網、ポンプ場、運転停止中の下水処理場及び GSL 利息を除く）は 24.86 RM/PE である。下水処理場の総コストは図 III-2.7 に示すように下水処理場規模が小さくなるに従って増大する。



Source: IWK

図 III-2.7 PE 規模別 PE 当たり年間維持管理費

148 下水処理場のうち、78%は処理能力が 5,000 PE 以下小規模下水処理場である。住宅団地開発を精査すると、多くの場合住戸の建設は比較的小さなブロック・サイズ（すなわち、1 開発当たり 3,000 戸～5,000 戸）に限られていることが分かる。これは、個々の下水処理場の規模に影響を与えており、長年にわたって処理能力の小さい下水処理場の急増をもたらしている。

2,000 PE 未満を処理する小規模処理場は最もコスト効率が悪く、50,000 PE 超を処理する大規模下水処理場に比べて約 4 倍以上の経費がかかる。2,000 PE 未満の小規模下水処理場を維持管理する PE 当たり維持管理費は、RM 52.79 で、これは平均総コスト RM 24.86 すらも超えている。表 III-2.15 は下水処理場規模が小さくなるに従って運転コストが増大することを示している。

表Ⅲ-2.15 IWK 下水処理場の PE 当たり年間コスト

PE Range (PE)	No. of STPs (nos.)	Total PE (PE)	O&M Cost (RM/PE)	Total Cost (RM/PE)
Nil	2			
<2000	3,831	2,778,914	44.48	52.79
2,000 to 5,000	925	2,817,243	25.58	29.19
5,000 to 10,000	386	2,697,157	21.49	24.92
10,000 to 20,000	174	2,352,184	16.18	18.98
20,000 to 50,000	80	2,279,082	17.40	21.59
>50,000	30	5,189,423	9.26	11.26
Total	5,428	18,114,003	21.04	24.86

Source: IWK

表Ⅲ-2.15 の全 5,428 下水処理場のうち、4,251 下水処理場は機械式（エアレーティッド・ラグーンを含む）である。エアレーティッド・ラグーンは機械式処理場に比べて運転コストが安く済むことが分かった。機械式（エアレーティッド・ラグーンを除く）の PE 当たり維持管理費は RM 30.111、一方、エアレーティッド・ラグーンのそれは僅か RM 8.262 で、非機械式下水処理場の RM 15.643 と比べても安い。

以上の分析に基づく鍵となる要点は以下の通り。

- 機械式下水処理場のコストは、2009 年に IWK が要した年間 PE 当たり維持管理費 RM 17.62 よりも高い。50,000 PE 超の下水処理場のみが IWK がかけている現行の PE 当たり維持管理費よりもコスト的に安く運転できる。
- 非機械式下水処理場は、コストは安くなるが、所要面積は機械式下水処理場よりも大きく、クラス A の BOD<sub>5</sub> 排出基準要求を満たさないことがある。
- 小規模下水処理場は PE 当たり維持管理費が増大するので効率的ではない。

### 3 既往の関連調査レポート

#### 3.1 ランガット川上流域下水道整備計画

Upper Langat の Langat 川流域における下水道整備計画に関しては、2009 年 11 月に完成した”Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat Basin” by Antara Jurutera Perunding Sdn Shd (以下 Antara Report という) が最新のものである。

これによれば下水道計画は、対象地域を Langat, Cheras, Kajang, Bandar Baru Bangi (BBB), Semenyih, Beranang, Bangi South の 7 Catchment に区分し、これらを表Ⅲ-3.1 に示すように Subcatchment に細分して、都合 15 統合下水処理場 (Centralised Sewage Treatment Plants: CSTPs) の建設を提案している。

表Ⅲ-3.1 Upper Langat における下水道計画

Catchment	Subcatchment	Sewerage Type	Population Equivalent (PE)	Treatment Capacity (PE)
Kajang	Kajang 1	CSTP	190,358	200,000
	Kajang 2	CSTP	52,860	60,000
	Kajang 3	CSTP	187,373	200,000
Langat		CSTP MPS	229,748	237,000
Cheras	Cheras Batu 11	CSTP	285,147	300,000
	Cheras Jaya	CSTP	247,375	250,000
	Cheras East	MPS (1 CSTP + 3 STPs)	264,517	300,000
Bandar Baru Bangi (BBB)	BBB North	CSTP	156,450	157,000
	BBB South	CSTP *1	541,476	150,000
Semenyih	(Phase 1)	CSTP	470,457	120,000
	(Phase 2)	CSTP		75,000
	(Phase 3)	CSTP		85,000
	(Phase 4)	CSTP		33,000
Beranang		CSTP	253,224	260,000
Bangi South		CSTP *2	86,073	38,000
<b>Total</b>		<b>15 CSTPs</b>	<b>2,965,058</b>	<b>2,205,000</b>

Source: Antara Report

CSTP: Centralised Sewage Treatment Plant

MPS: Multi Point System

\*1 Sewerage catchment strategy for BBB South is no clear in the Antara Report. The proposed CSTP (HLT006) caters 150,000 PE only out of a total PE of 541,476.

\*2 The proposed CSTP caters 38,000 PE only out of a total PE of 86,073.

一方、汚泥処理については、表Ⅲ-3.2 に見られるように Cheras East (Cheras Batu 11 へ移送) と Beranang (Semenyih に移送) を除き、長期的には個々の Catchment/Subcatchment に



おける汚泥処理を目指している。

**表Ⅲ-3.2 Upper Langat における長期的汚泥処理計画**

Catchment	Subcatchment	Sludge Treatment Facility	Estimated Sludge Production in 2035 (m <sup>3</sup> /year)
Kajang	Kajang 1	Kajang 1 CSTF	76,143
	Kajang 2	Kajang 2 CSTF	21,144
	Kajang 3	Kajang 3 CSTF	74,949
Langat		Langat CSTF (HLT094)	91,899
Cheras	Cheras Batu 11	Cheras Batu 11 CSTF	114,059
	Cheras Jaya	Cheras Jaya CSTF	98,950
	Cheras East	To Cheras Batu 11 CSTF	105,807
Bandar Baru Bangi (BBB)	BBB North	BBB CSTF (HLT217)	62,580
	BBB South		216,590
Semenyih		Semenyih CSTF (HLT287)	188,183
Beranang		To Semenyih CSTF (HLT287)	101,290
Bangi South		Bangi South CSTF	34,429
<b>Total</b>			<b>1,186,023</b>

Source: Antara Report

### 3.2 Kajang 2 統合下水処理場建設計画

Antara Report で提案された 15 統合下水処理場のうち Kajang 2 統合下水処理場 はすでに実施段階にあり、下水処理水排水基準 A を満足する回分式活性汚泥法 (SBR) による処理能力 150,000 PE の処理施設及び下水管渠の建設に係る入札が行われ、2011 年末現在コントラクターが選定された状況にある。

この Kajang 2 統合下水処理場の対象区域は Antara Report のものよりも拡張されており、Kajang 3 の一部、Bandar Bar Bangi South の Section 5、及び Kajang 2 の拡張区域を含んでいる (表Ⅲ-3.3 参照)。すなわち、Antara Report の内容は実施段階においてすでに一部見直しが行われている。

表Ⅲ-3.3 Kajang 2 統合下水処理場の追加区域

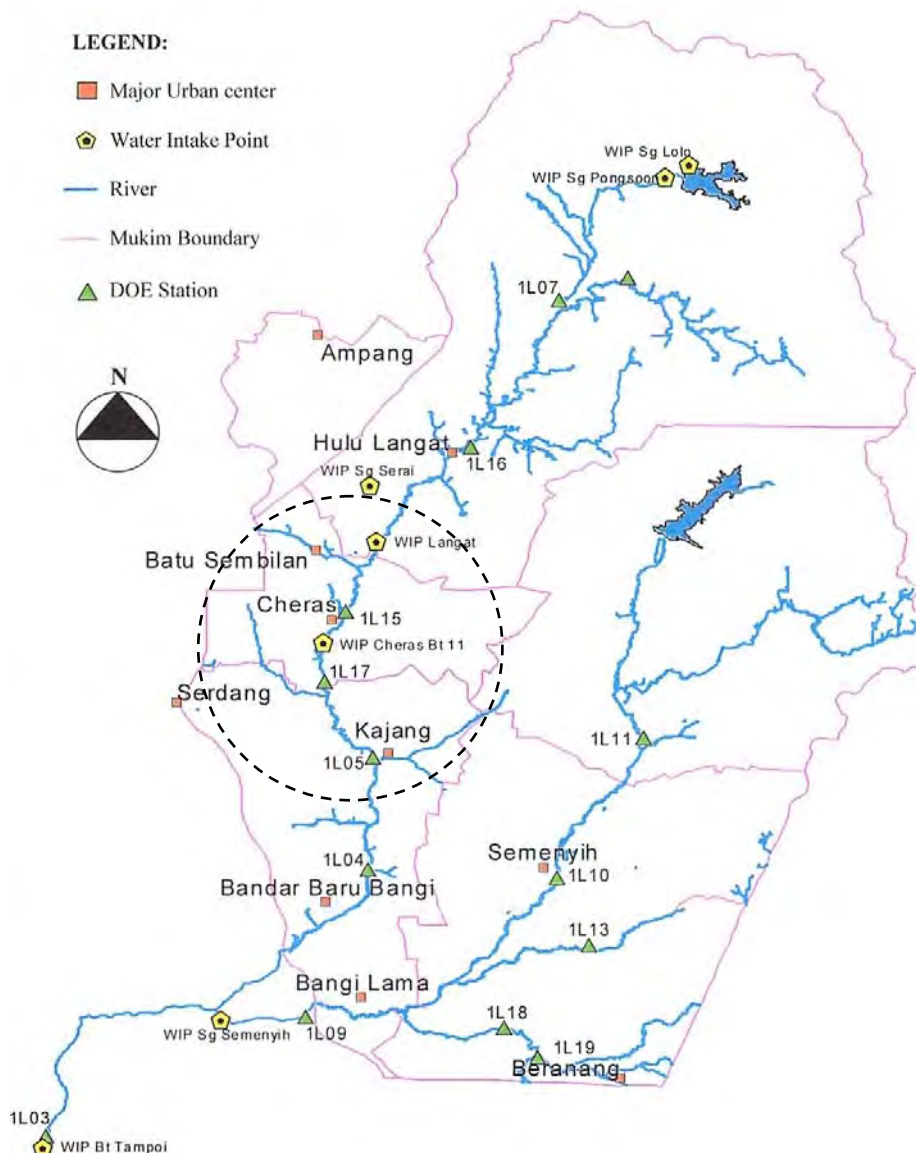
ASSET NO	CONNECTED PE	DESIGN PE	CATEGORY	Subcatchment	CPE (2010)	DPE (2035)
HLT007	200	3,190	AL	BBB-S (Sec.5)	200	3,190
HLT070	200		NPS	BBB-S (Sec.5)	200	200
HLT131	1,905	1,140	IT	BBB-S (Sec.5)	1,905	1,140
HLT150	2,295	6,200	EA	BBB-S (Sec.5)	2,295	6,200
HLT165	5,750	35,000	SBR	BBB-S (Sec.5)	5,750	35,000
HLT241	275	3,000	EA	BBB-S (Sec.5)	275	3,000
HLT297	825	1,100	NPS	BBB-S (Sec.5)	825	1,100
					<b>11,450</b>	<b>49,830</b>
HLT244	3,840	2,500	EA	Kajang 2 Ext.	3,840	2,500
					<b>3,840</b>	<b>2,500</b>
HLT015	675		SBR	Kajang 3	675	675
HLT016	1,000		OP	Kajang 3	1,000	1,000
HLT018	300		OP	Kajang 3	300	300
HLT060	8,000		BF	Kajang 3	8,000	8,000
HLT077	185	10,900	EA	Kajang 3	185	10,900
HLT093	11,000		EA	Kajang 3	11,000	11,000
HLT116	3,090		EA	Kajang 3	3,090	3,090
HLT151	2,340	17,200	EA	Kajang 3	2,340	17,200
HLT156	340	4,500	BF	Kajang 3	340	4,500
HLT215	9,440	4,350	EA	Kajang 3	9,440	4,350
HLT246	1,390	5,250	EA	Kajang 3	1,390	5,250
HLT264	2,352	4,010	EA	Kajang 3	2,352	4,010
HLT289	545	4,900	EA	Kajang 3	545	4,900
			<b>Subtotal</b>		<b>40,657</b>	<b>75,175</b>
			<b>Total</b>		<b>55,947</b>	<b>127,505</b>

Source: JPP Kajang 2 Centralised Sewage Treatment Plant Engineering Report, January 2011

## 4 水質環境の状況

### 4.1 ランガット川における水利用の状況

ランガット川上流域には表Ⅲ-4.1 及び図Ⅲ-4.1 に示すように 8 ヶ所に水道取水地点 (Water Intake Point: WIP) があり、このうちランガット川本流にある Cheras WIP 周辺においては急速に都市化が進行しており、Bukit Tampoi WIP で都市部から離れた下流部にある。最も重要な Langat WIP はランガット川の Cheras WIP の上流に、Semenyih WIP はランガット川支流の Semenyih 川にあるが、いずれも都市化が進行している区域より外れている。



Source: Antara Jerutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin", November 2009

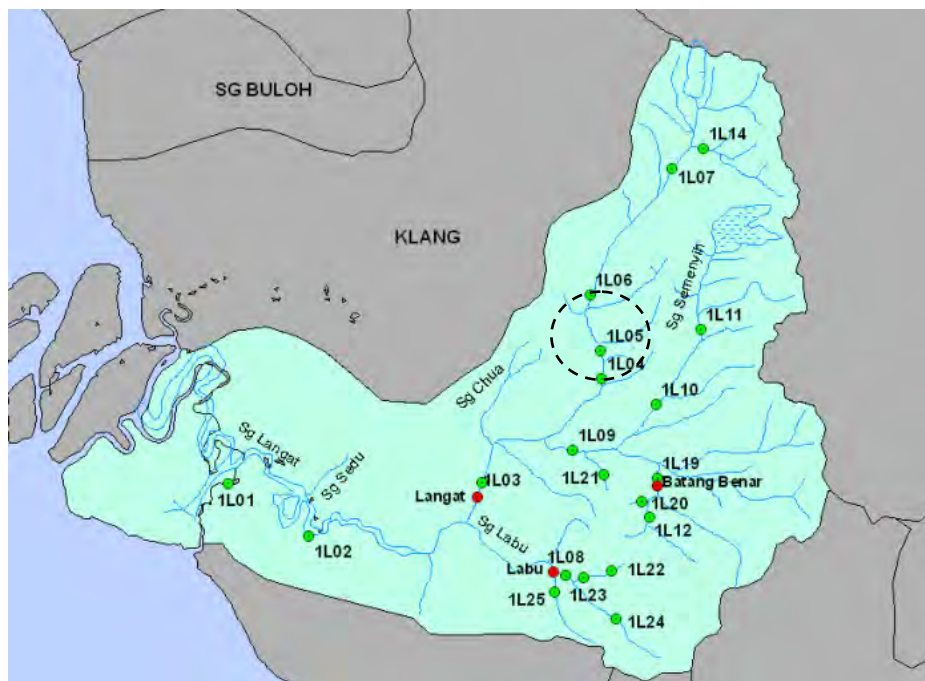
図Ⅲ-4.1 ランガット川流域における水道取水地点

表Ⅲ-4.1 ランガット川上流域における水道取水地点

	WIP	Nominal Capacity (MLD)	Water Sources	District
1	Pangsoon	1.82	Langat River	Ulu Langat
2	Lolo	0.41	Langat River	Ulu Langat
3	Serai	0.90	Langat River	Ulu Langat
4	Langat	4.54	Langat River	Ulu Langat
5	Cheras	27	Langat River	Ulu Langat
6	Semenyih	636	Semenyih River	Ulu Langat
7	Bukit Tampo	28	Langat River	Ulu Langat

Source: Antara Jerutera Perunding Sdn Bhd, "Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin", November 2009

ランガット川には図Ⅲ-4.1 及び図Ⅲ-4.2 に示すように環境局（Department of Environment: DOE）の水質観測地点が河口から最上流まで置かれている。



Source: ASMA Website

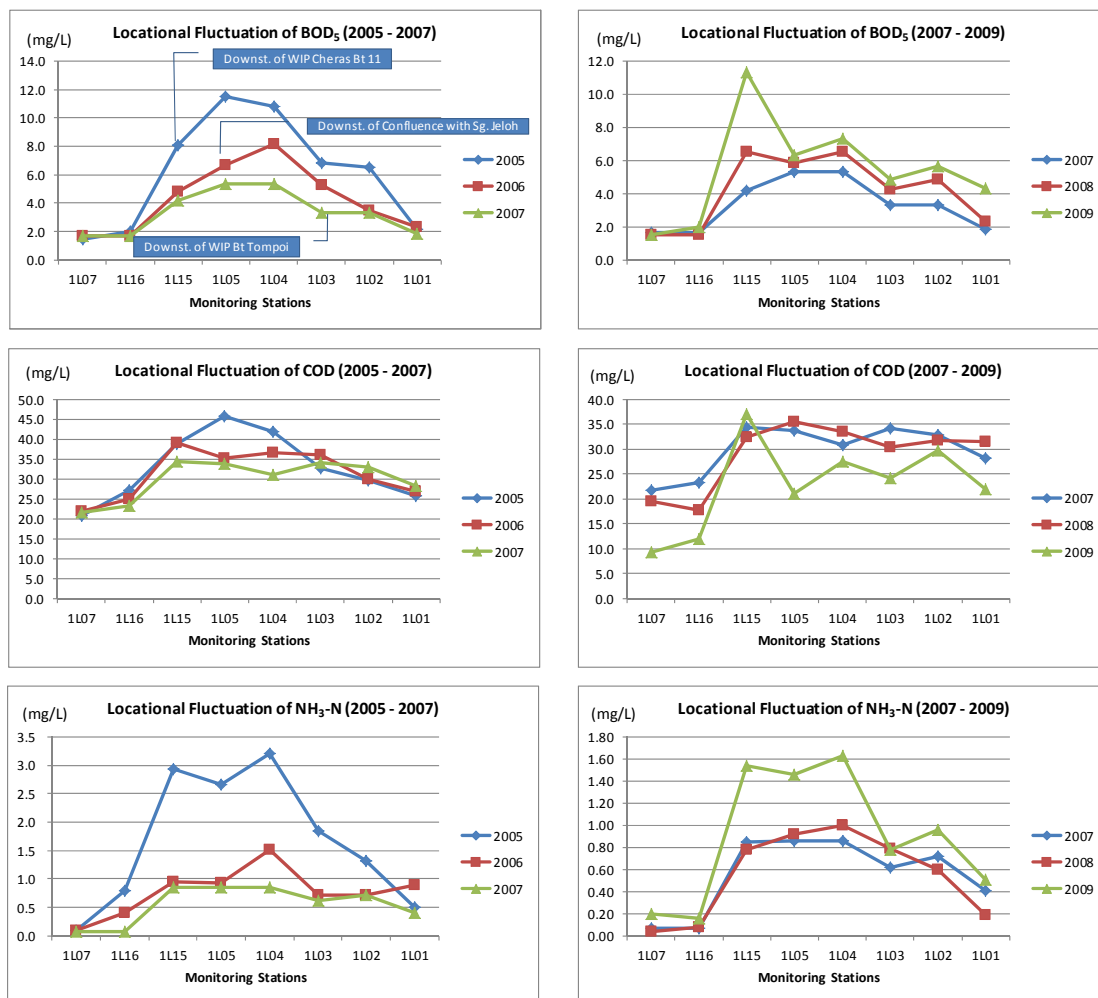
図Ⅲ-4.2 ランガット川流域における DOE 水質観測地点

これらの観測地点における 2005 年～2009 年の水質変化には以下の傾向が見られる。

#### 4.2 ランガット川の流下方向における水質変化

1L07 地点における BOD<sub>5</sub> は毎年 1.8～2.3 mg/L の範囲にある。Langat における現況人口のほとんどは観測地点の下流に居住しているので、人為的汚染のない自然負荷による濃度を

示していると考えられる。IL16 地点もまだ人為的汚染の少ない状況に置かれており、水質的傾向は IL07 地点に類似している。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of ASMA

図Ⅲ-4.3 ランガット川流下方向における水質変化（2005年～2009年）

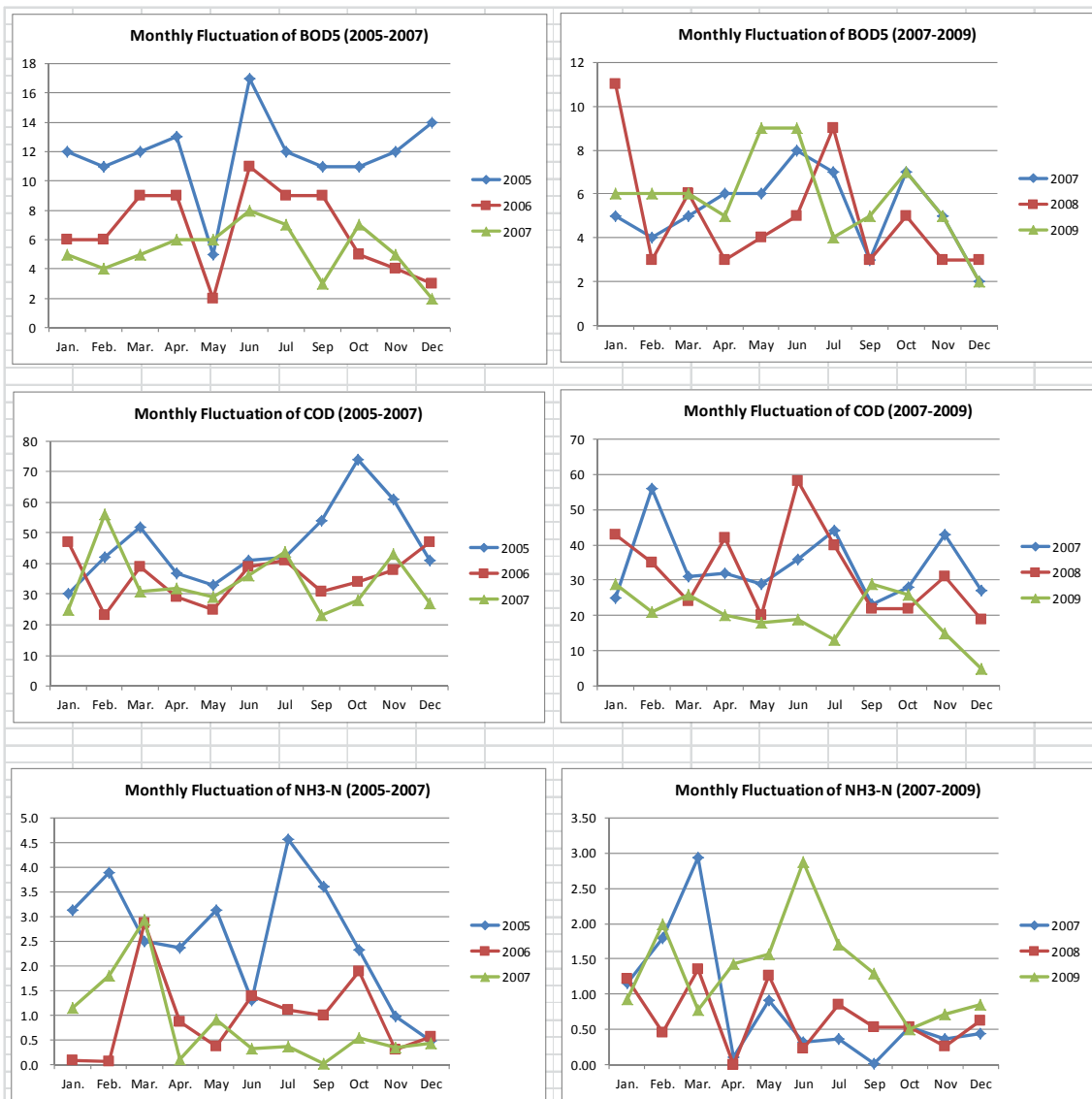
WIP Cheras Batu 11 の下流約 100m にある 1L15 地点では、処理下水、未処理下水、雑排水流入の影響を受けて、水質は急激に悪化し、次の 1L05 地点（Langat 川と Jeloh 川との合流点下流）もしくは 1L04 地点（Bandar Baru Bangi）で、BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N はそのピークに達している。2009 年は 1L15 地点でいずれも水質のピークが見られる。

2005 年～2007 年には水質改善傾向が見られたが、2007 年～2009 年には再び悪化し始め。生活排水に由来する有機性汚染を示す BOD<sub>5</sub> 及び NH<sub>3</sub>-N にとくにその傾向が強い。

Semenyih 川合流後の 1L03 地点から下流は河口に至るまでは大きな市街地もないため希釈と河川の自浄作用により水質は改善傾向されている。

### 4.3 ランガット川の 1L15 地点における水質変化

ランガット川の 1L15 地点は Jeloh 川との合流点上流にあり、Langat, Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Cheras East, Kajang 1 及び Kajang 3 からの処理下水、未処理下水、雑排水による汚濁負荷量の影響を表している。このため、前述したようにランガット水系の中では水質が最も悪い。



Source: Prepared by the Study Team based on the data of ASMA

図Ⅲ-4.4 ランガット川 1L05 水質観測地点における水質変化 (2005 年～2009 年)

- 2005 年～2007 年の月間水質変動にはやや改善の傾向が見られるが、2007 年～2009 年になると逆に悪化の傾向が見られる。
- 各水質項目とも年間変動が激しく季節的特徴をつかむことが難しいが 2007 年～2009 年においては 8 月に悪化のピークが来ている。
- WQI による汚染状況は Polluted (P) が 2005 年 9 回、2006 年 2 回、2007 年 4 回、2008 年

4回、2009年2回で、残りはすべて Slightly polluted (SP)となっている。

- 水質等級に関しては Class IV の判定は 2005年3回、2008年2回、2009年1回で、残りはすべて Class III となっている。
- National Water Quality standards for Malaysia によれば水道用水としての使用については、Class II は Conventional treatment required で通常の凝集沈殿+砂ろ過で対応可能であるが、Class III では Extensive treatment required となり、付加的な処理が必要である。Class IV になると水道用水としての使用は想定されていない。Cheras Batu 11 浄水場では 1998年以降、高濃度の NH<sub>3</sub>-N、O&G、ディーゼル油、化学薬品によって 50回以上の取水停止を余儀なくされており、ランガット川の水質の改善及び安定化は緊急の課題となっている。

## 5 下水道計画

### 5.1 下水道計画対象区域

下水道計画対象区域は、Antara Report で述べられている Cheras and Kajang Sewerage Catchments のうち、KeTTHA とも協議の結果、人口の増大が著しい Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 3 の sewerage subcatchment とする。このうち統合下水処理場建設工事が入札段階にある Kajang 2 の計画区域に編入される Kajang 3 の一部区域は除外する。

### 5.2 計画人口

Antara Report では、2005 年の Census Program に基づいて、2035 年までの人口を表Ⅲ-5.1 のように予測している。一方、2010 年については Census 2010 の調査結果が District レベルですでに公表されているので、これを利用して Antara Report の 2010 年予測結果との検証を行う。

Census 2010 によれば、Kajang District で 298,500 人、Cheras District で 261,200 人、合わせて 559,700 人となっている。Census でいう Kajang、Cheras District は下水道計画で使われる Sewerage catchment の Kajang、Cheras と境界を異にする。図Ⅲ-5.1 は Census で用いられる District と下水道計画で使われる Subcatchment の area の関わりを示したもので、これより、Cheras District は Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Cheras East、Kajang 3 の Sewerage Sub-catchment の一部または全部より構成され、一方、Kajang District は Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 2、Kajang 3、BBB North、BBB South、Bangi South、Semenyih の一部または全部を包含していることが分かる。

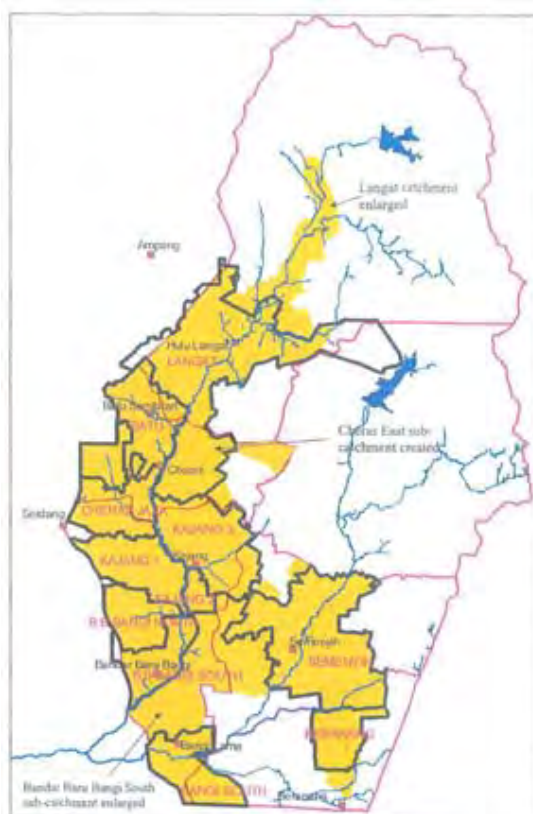
表Ⅲ-5.1 Antara Report による将来予測人口

Catchment	Population						
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Langat	58,100	65,944	73,857	82,350	91,409	101,007	111,107
Cheras							
Cheras Bt 11	76,024	91,989	110,847	133,016	158,289	186,781	218,534
Cheras Jaya	69,461	84,048	101,277	121,533	144,624	170,656	199,668
Cheras East	57,605	69,702	83,990	100,789	119,938	141,527	165,587
Sub-Total	203,090	245,739	296,114	355,338	422,851	498,964	583,789
Kajang							
Kajang 1	62,775	69,366	75,956	82,792	89,829	97,016	104,292
Kajang 2	31,125	34,393	37,661	41,050	44,539	48,102	51,710
Kajang 3	79,199	87,515	95,829	104,453	113,332	122,398	131,578
Sub-Total	173,099	191,274	209,446	228,295	247,700	267,516	287,580
Bandar Baru Bangi							
BBB North	92,677	99,628	106,104	111,940	117,537	122,826	127,739



BBB South	126,307	135,781	144,606	152,560	160,188	167,396	174,092
Sub-Total	218,984	235,409	250,710	264,500	277,725	290,222	301,831
Semenyih	66,400	83,996	103,735	127,075	154,397	186,820	225,118
Beranang	15,800	16,274	16,762	17,265	17,783	18,317	18,866
Bangi South	46,527	50,017	53,268	56,198	59,008	61,663	64,129
<b>Total (Report)</b>	<b>782,000</b>	<b>888,651</b>	<b>1,003,891</b>	<b>1,131,020</b>	<b>1,270,872</b>	<b>1,424,509</b>	<b>1,592,420</b>

Source: Antara Report



Source: Antara Report

図III-5.1 Census Districts と Sewerage Catchment/subcatchment 区分の関係

ここで、各 Sub-catchment 内では人口密度は一様であると仮定して、Antara の Sub-catchment の人口をおおよその面積比で Cheras District と Kajang District に配分すると表III-5.2 のようになり、これより次のことが言える。

- Antara Report の Cheras + Kajang の 2010 年予測人口は 656,500 人で、Census 2010 人口 559,700 人を約 97,000 人上回っている。
- Antara Report の Cheras District と Kajang District への人口配分は適正さに掛ける。すなわち、Antara の Cheras District の人口は Census 人口を約 66,000 人下回り、逆に Kajang District では約 163,000 人上回っている。

このように 2010 年における Antara Report の人口予測と Census 2010 の乖離は大きいので、Census の実際人口に合わせて Antara Report の人口予測を補正することが提案される。

表Ⅲ-5.2 Antara Report 予測人口と Census 2010 の関係

Catchment	Population by Antara	Population Distribution in Census District				
		Ulu Langat	Cheras	Kajang	Semenyih	Beranag
Langat	65,944	100% 65,944				
Cheras						
Cheras Bt 11	91,989	10% 9,199	90% 82,790			
Cheras Jaya	84,048		40% 33,619	60% 50,429		
Cheras East	69,702		100% 69,702			
Sub-Total	245,739	9,199	186,111	50,429	0	0
Kajang						
Kajang 1	69,366			100% 69,366		
Kajang 2	34,393			100% 34,393		
Kajang 3	87,515		10% 8,752	80% 70,012	10% 8,752	
Sub-Total	191,274	0	8,752	173,771	8,752	0
Bandar Baru Bangi						
BBB North	99,628			100% 99,628		
BBB South	135,781			80% 108,625	20% 27,156	
Sub-Total	235,409	0	0	208,253	27,156	0
Semenyih	83,996			5% 4,200	95% 79,796	
Beranang	16,274					100% 16,274
Bangi South	50,017			50% 25,009		50% 25,009
Total	888,653	75,143	194,863	461,662	115,704	41,283
<b>Census 2010 Population</b>	<b>707,800</b>	<b>64,300</b>	<b>261,200</b>	<b>298,500</b>	<b>68,000</b>	<b>15,800</b>
<b>Difference</b>	<b>180,853</b>	<b>10,843</b>	<b>-66,337</b>	<b>163,162</b>	<b>47,704</b>	<b>25,483</b>
Cheras + Kajang			656,525			

Source: Prepared by the Study Team

Antara Report の予測人口を以下の方法で補正した結果を表Ⅲ-5.3 に示す。

- 1) 過去の Census 人口に基づいて District 別に 2035 年までの人口予測を行う。
- 2) 各年度における District に関わる sewerage catchment/subcatchment の人口比率は Antara Report のものと変わらないとして、配分を行う。

表Ⅲ-5.3 Antara Report の人口予測の補正

Catchment	Adjusted Antara Population Projection						Antara 2035
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Langat	56,500	63,500	70,400	78,700	86,400	93,100	111,107
Cheras	290,000	328,000	381,000	420,100	466,000	521,600	583,789
Cheras Bt 11	118,800	132,900	152,700	170,500	189,200	209,400	218,534
Cheras Jaya	77,700	91,400	109,100	116,300	128,600	148,300	199,668
Cheras East	93,500	103,700	119,200	133,300	148,200	163,900	165,587
Kajang	129,300	147,600	164,800	185,600	204,600	221,300	287,580
Kajang 1	44,800	52,100	58,700	65,400	72,000	78,700	104,292
Kajang 2	22,100	25,900	29,200	32,500	35,800	39,100	51,710
Kajang 3	62,400	69,600	76,900	87,700	96,800	103,500	131,578
Bandar Baru Bangi	150,600	167,800	182,000	210,400	231,700	243,800	301,831
BBB North	64,500	72,400	79,300	90,900	100,200	106,300	127,739
BBB South	86,100	95,400	102,700	119,500	131,500	137,500	174,092
Semenyih	49,600	59,100	69,600	73,600	80,900	92,400	225,118
Beranang	6,200	6,400	6,700	7,100	7,400	7,700	18,866
Bangi South	25,700	28,600	30,600	34,200	37,200	39,000	64,129
<b>Total</b>	<b>707,900</b>	<b>801,000</b>	<b>905,100</b>	<b>1,009,700</b>	<b>1,114,200</b>	<b>1,218,900</b>	<b>1,592,420</b>
<b>Total (CB, CJ, K1, K3)</b>	<b>303,700</b>	<b>346,000</b>	<b>397,400</b>	<b>439,900</b>	<b>486,600</b>	<b>539,900</b>	<b>654,072</b>

Source: Prepared by the Study Team

### 5.3 計画 PE

Antara Report では表Ⅲ-5.4 に示すように計画 PE を、①Census データ、②開発計画データ、③土地利用計画データに基づいて予測し、そのうち最小の計画 PE を与える土地利用計画に基づく予測を採用している。

表Ⅲ-5.4 Antara Report における計画 PE 予測

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Census Data	931,711	1,456,264	1,865,574	2,213,280	2,503,362	2,773,593	2,996,749
Submission Data	782,000	1,283,942	1,735,689	2,137,243	2,488,602	2,789,767	3,040,738
Landuse Data (Recommended)	906,448	1,249,549	1,592,651	1,935,753	2,278,854	2,621,956	2,965,058

Source: Prepared by the Study Team

しかし、Antara Report は計画人口に計画 PE 換算係数 0.919~1.250 を掛けて計画 PE を求める過程で違算を生じている。Antara Report の説明によれば、2035 年において計画 PE は全体計画人口の 1,595,420 人はほぼ等しくなるはずであるが、実際の全体計画 PE は 2,996,749 人となっていて、結果的に計画 PE 換算係数は平均で 1.878 を使用していることになる。

人口増加による都市の発展に伴って学校、病院、レストラン等の業務施設の拡大するこ

とは一般に認められるところであり、Antara Report が言うように目標年度に計画人口に等しくなるのではなく、Cheras、Kajang のような発展の著しいところでは将来とも高い業務 PE 比率が維持されると考えるべきである。このため、Cheras Batu 11、Chera Jaya、Kajang 1、Kajang 3 については換算係数を 1.5 として計画 PE を表Ⅲ-5.5 のように予測した。

表Ⅲ-5.5 Antara Report の計画 PE の補正

Catchment	Modified Population Equivalent						Antara 2035
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Cheras Bt 11	178,200	199,400	229,100	255,800	283,800	314,100	285,147
Cheras Jaya	116,600	137,100	163,700	174,500	192,900	222,500	247,375
Kajang 1	67,200	78,200	88,100	98,100	108,000	118,100	190,358
Kajang 3	93,600	104,400	115,400	131,600	145,200	155,300	187,373
Total	455,600	519,100	596,300	660,000	729,900	810,000	910,253

Source: Prepared by the Study Team

しかし、2011 年 7 月 26 日及び 8 月 4 日の IWK Central Region Office の Planning 責任者との以下の協議に基づいて計画 PE を修正した。

- 1) Kajang 1 は開発が遅れているが今後の発展が期待できるので、計画 PE は予測よりも増やすべきである。
- 2) 既存の公共及び民間下水処理場の計画 PE は比較的信頼できる今後の発展ポテンシャルを示している。したがって、2035 年の Kajang 3 の計画 PE は表Ⅲ-2.1 より求められる既存下水処理場及び個別腐敗槽の計画 PE の合計 196,900 PE に等しいかそれ以上とする
- 3) 4 処理区の総計画 PE は 835,000 PE とする。

計画 PE の修正は以下のステップを踏んで行った。

ステップ 1 表Ⅲ-5.5 の Cheras Batu 11 と Cheras Jaya の計画 PE はそのままとする。

ステップ 2 Kajang 3 の東南部の一部は、表Ⅲ-3.3 に示すようにすでに在建設工事は始まっている Kajang 2 統合下水処理場の処理区域に編入される。このため 71,200 PE を Kajang 3 の計画 PE の 196,900 PE から差し引くことができ、125,800 PE となる。

ステップ 3 この 125,800 PE を 2035 年の Kajang 3 の計画 PE とする。

ステップ 4 Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1 及び Kajang 3 の 2035 年の合計が 835,000 PE となるように Kajang 1 の計画 PE を設定する。

ステップ 5 Kajang 1 と Kajang 3 の中間年次を比例補完により決定する。

表Ⅲ-5.6 は上記修正後の最終計画 PE を示している。

表Ⅲ-5.6 最終計画 PE

Catchment	Final Population Equivalent						DPE of Existing STPs & ISTs
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Cheras Bt 11	178,200	199,400	229,100	255,800	283,800	314,100	293,811
Cheras Jaya	116,600	137,100	163,700	174,500	192,900	222,500	146,928
Kajang 1	74,500	119,900	114,300	133,700	153,100	172,600	102,476
Kajang 3	93,600	62,700	103,600	113,900	121,600	125,800	125,754
Total	462,900	519,100	610,700	677,900	751,400	835,000	668,969
Incl. ground water infiltration	510,000	570,000	670,000	750,000	830,000	920,000	

Source: Prepared by the Study Team

#### 5.4 計画下水量

##### (1) PE 当たり一日下水量

PE 当たり一日下水量は、「マ」国の下水道施設基準では 225 L/PE・day となっている。セランゴール州の 1 人一日平均使用水量実績 232～234 L/capita・day (2007～2008 年) とほぼ同等であり、妥当な値と考えられる。

##### (2) 不明水量

地下水が侵入しないように施工することはもちろんであるが、現実的に皆無にすることはできない。下水管に流入する不明水量は、「マ」国の下水道施設基準に従って、PE 当たり一日下水量の 10% とする。

##### (3) 雨天時一日ピーク下水量 (PWWF)

下水管渠及びポンプ場の設計に用いるピーク一日下水量は、「マ」国の下水道施設基準に従って、一日平均下水量に次式で求められるピーク下水量係数を乗じたものとする。

$$\text{Peak Flow factor (PFF)} = 4.7 / [\text{PE} / 1000]^{0.11}$$

##### (4) 計画下水量

Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1, Kajang 3 を対象区域とする統合下水処理場の計画下水量を表Ⅲ-5.7 に示す。

表Ⅲ-5.7 統合下水処理場計画下水量

(Unit: m<sup>3</sup>/day)

	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Daily average sewage flow	115,000	128,000	151,000	169,000	187,000	207,000

Source: Prepared by the Study Team

## 5.6 下水道計画設計基準

下水道計画のための設計基準は“Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III – Sewer Network & Pump Stations (3<sup>rd</sup> edition)”に定める以下の基準に準拠する。

### (1) 下水管

表Ⅲ-5.8 推奨される下水管の管種と仕様

管材	適用管径 (mm)	仕様
陶管 (VC)	100~450	MS1061、BS EN295-3
鉄筋コンクリート管 (RC)	450~2,400	MS881、BS5911
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	100~700	BS EN598
鋼管	3,000 以下	BS534

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

表Ⅲ-5.9 推奨される下水管の管種と要求事項

流下方式及び管材	適用管径 (mm)	ライニングその他の要求事項
自然流下		
陶管 (VC)	すべての利用可能なサイズ	
鉄筋コンクリート管 (RC)	600mm 以上	要ライニング
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	すべての利用可能なサイズ	要ライニングと塗装 埋設部にはポリエチレンスリーブが要求される 高強度が要求されるときに使用
圧力管		
ダクタイル鋳鉄管 (DI)	すべての利用可能なサイズ	要ライニングと塗装 埋設部にはポリエチレンスリーブが要求される
鋼管	700mm 以上 SSD の承認した要求事項	要ライニングと塗装

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

#### 1) 自然流下下水管

最小管径	225 mm
	150 mm (取付管)
管内流速	0.8 m/sec (満管流) ~4.0 m/sec (ピーク流量時)
最小土被り	1.2 m
流速公式	Manning の式

$$V = (R^{2/3} S^{1/2}) / n$$

V = 管内流速

S = 動水勾配

R = 径深

n = Manning 粗度係数 (表Ⅲ-5.10)

表Ⅲ-5.10 Manning 粗度係数

管材	Manning 粗度係数 n	
	良い条件下	悪い条件下
無塗装鉄管	0.012	0.015
塗装鉄管	0.011	0.013
ダクタイル鉄管	0.012	0.015
陶管	0.010	0.017
コンクリート管	0.012	0.016

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

2) 圧送管

- 最小管径 100 mm  
 管内流速 0.8~3.0 m/sec (圧送管流速)  
 最大管内滞留時間 2 時間  
 流速公式(2) Hazen-williams の式  

$$h_f = 6.82 (V / C)^{1.85} (L / D)^{1.167}$$

$$h_f = \text{摩擦損失}$$

$$C = \text{Hazen-Williams 係数 (表Ⅲ-5.11)}$$

$$V = \text{管内流速}$$

$$D = \text{換算管径}$$

$$L = \text{管の長さ}$$

表Ⅲ-5.11 Hazen-Williams 係数 C

管材	Hazen-Williams 係数 C
真っ直ぐで滑らかな最高品質の管	130~140
滑らかな石造り	120
陶管	110
古い鉄管	100
悪い条件下にある古い鉄管	60~80

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

3) マンホール

マンホール径 表Ⅲ-5.12 による

表Ⅲ-5.12 マンホール寸法

マンホール蓋の高さから管頂高 (内面) までの深さ (m)	マンホールに接続する管の 最大径 (mm)	最小内面寸法 (mm)
<1.5	<150	1,000
	225~300	1,200
	375~450	1,350
	525~710	1,500
	820~900	1,800
	>900	現場の状況に基づく設計者の 要求による
≥1.5	≤300	1,200
	375~450	1,350
	525~710	1,500
	820~900	1,800
	>900	現場の状況に基づく設計者の 要求による

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations

マンホール間隔            100m 以内 (管径 1.0m 以下)  
                                 150m 以下 (管径 1.0m 超)

## (2) ポンプ場

マレーシアの設計基準では、5,000 PE 以上の計画に対しては槽外分離型のポンプ場を推奨している。ただし、水中無閉塞インペラ型ポンプの使用も 5,000 PE までのポンプ場については認めている。

大規模ポンプ場 (20,000 PE 以上) については、ポンプ計画能力は時間最大流量の 25% とし、それぞれ 4 台の予備、2 台の補助からなる 6 台のポンプを保有することにより 50% 予備を達成する (5,000 PE 以下については、ポンプはピーク流量に対し 100% のポンプと 100% の予備とする) (表Ⅲ-5.13 参照)。

表Ⅲ-5.13 ポンプ場設計基準抜粋

パラメーター	単位	5,000<PE<20,000	PE>20,000
構造		Wet-well / dry-well up to 10,000 PE	Wet-well and dry-well
ポンプ台数		4 (2 sets) (1 duty / 1 assist) 100% standby	6 (2 sets) (2 duty / 1 assist) 50% standby
計画ポンプ能力		50% peak flow	25% peak flow
最大滞留時間	min	30 at average flow	30 at average flow
開口部最小通路	mm	75	75
最小吸込/吐出口径	mm	100	100
ポンピングサイクル	start/h	6 to 15	6 to 15

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume III: Sewer Networks & Pump Stations



## 5.7 管渠計画

Antara の Cheras and Kajang における下水道計画は、表Ⅲ-3.1、表Ⅲ-3.2 に示したように各 subcatchment を独立させて個々に下水処理場を建設し、汚泥管理も個別に行うというものであった。しかし、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 はランガット川に沿って相互に隣接しており、もし下流側に下水処理場用地が確保できるならばこれらを統合することも可能である。この統合統合下水処理場候補地として考えられたのが、各 subcatchment の統合下水処理場予定地になっている四つのサイトであった。Cheras Batu 11、Chera Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の各 Subcatchment における統合下水処理場候補地の位置を図Ⅲ-5.2 に、状況を表Ⅲ-5.14 に示す。



Source: Google Map

図Ⅲ-5.2 統合下水処理場候補地の位置

これらの各統合下水処理場の統合の可能性を考えると、各統合下水処理場候補地の状況から以下のことが挙げられる。

- 1) IWK は、Kajang 1 は DID の Retention Pond 用地として官報告示がなされていることか

- ら取得困難である、と判断している。
- 2) Cheras Jaya は統合統合下水処理場予定地としては面積が 2.44ha と狭小で配置ができない。道路を挟んだ西側に土地があるが、そこは 1)と同様に DID の Retention Pond 用地として官報告示がなされていることから取得困難である。したがって、統合統合下水処理場予定地としては不適である。
  - 3) Cheras Batu 11 は十分な広さの土地が既存下水処理場に隣接してすでに統合下水処理場予定地として官報告示されている。このサイトは Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1、Kajang 3 の Subcatchment の中ではランガット川の最上流部にあるため、下流側の下水をすべてポンプ圧送して来なければならないというハンディを負っている。また、WIP Cheras Batu 11 の上流部にあるため、これを回避しようとすれば放流管を WIP 下流まで約 2.0 km 延伸しなければならないと欠点もある。既存下水処理場隣接予定地は既存下水処理場の地盤高から約 10m 下がっており、ランガット川の高水位によっては盛土の必要性も生じる可能性がある。
  - 4) Kajang 3 は面積の広さ (7.33 ha) は Cheras Batu 11 (8.19 ha、既存下水処理場を併せると 10.1 1ha) に遙か及ばないが、必要施設を配置できるスペースはそこそこに確保されている。Cheras Batu 11 より約 6.0 km 下流に位置するため、ポンプ圧送する下水の量及び揚程も小さくて済むため、Subcatchment の統合統合下水処理場としては有利と言える。

前述したように現状では Cheras Batu 11, Chera Jaya, Kajang 1、Kajang 3 の 4 つの Subcatchment の統合統合下水処理場候補地としては Cheras Batu 11 と Kajang 3 しかない。

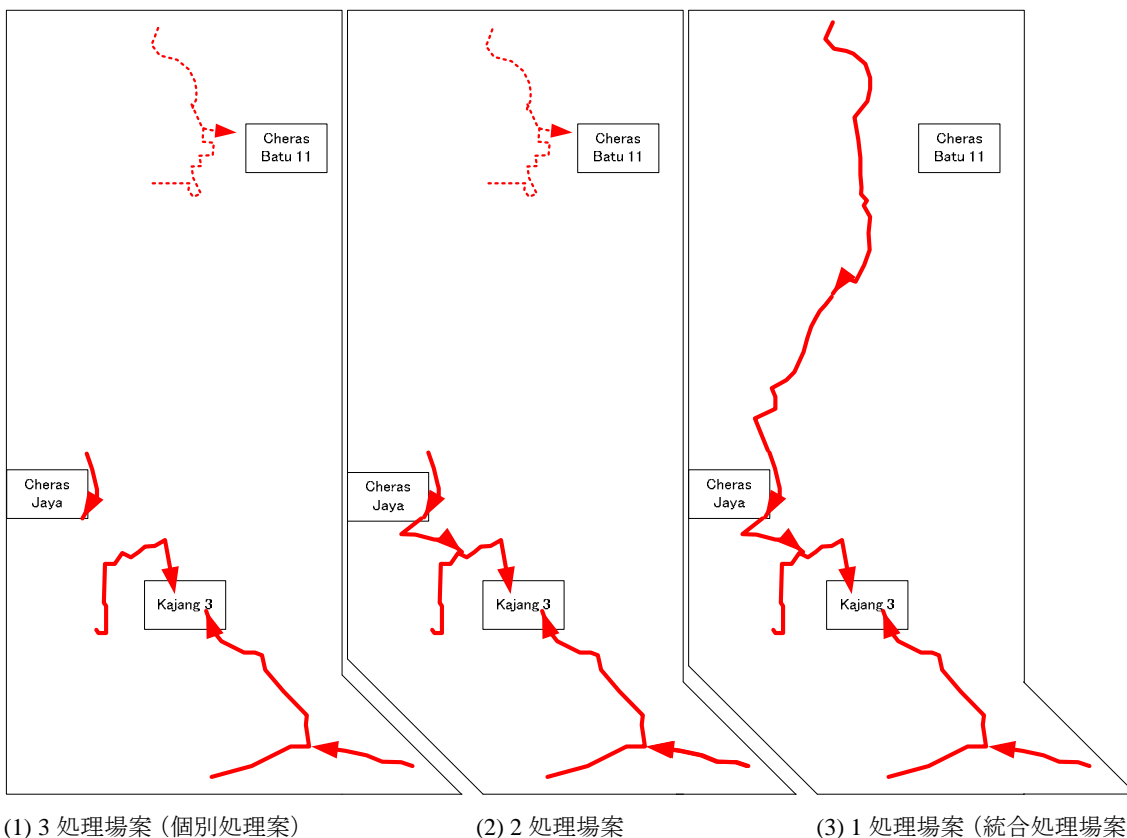
表 III-5.14 統合下水処理場候補地の状況

	Cheras Batu 11	Cheras Jaya	Kajang 1	Kajang 3
Existing STP	HLT235 IDEA DPE=45,000 PE CPE=25,944 PE	HLT165 SBR DPE=35,000 PE CPE=21,254 PE	None	None
Area	1.9309 ha	2.4395 ha		
Land Acquisition	Adjoining area is gazetted for CSTP site. Lot 614=1.9818 ha Lot 615=1.8307 ha Lot 616=4.3757 ha Total=8.1882 ha		Not available due to gazetted site for retention pond by DID.	A land of 4.4 ha is already acquired An adjoining land of 2.8 ha is under processing for acquirement.

<p>Conditions</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Along Sg. Langat</li> <li>● Located upstream of WIP Cheras Batu 11 and upstreammost in the study area.</li> <li>● Gazetted surrounding area includes the low-lying area</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Along Hulu Sg. Balok (tributary of Sg. Langat)</li> <li>● Surrounding area is residential and industrial except for gazetted site for retention pond on the opposite.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● About 165m away from Sg. Langat.</li> <li>● There are religious school and dormitory in the adjoining area but others are almost agricultural land.</li> </ul>
-------------------	---	---	--	---

Source: Prepared by the Study Team

Kajang 1 の統合下水処理場 候補地はすでに IWK 自身が断念していることもあり、Kajang 1 は Kajang 3 と統合される。これより **図Ⅲ-5.3** に示すように三つの代替案、(1) 3 処理場案 (個別処理案)、(2) 2 処理場案、(3) 1 処理場案 (統合処理場案) が考えられる。



Source: Prepared by the Study Team

**図Ⅲ-5.3 三つの下水道計画代替案**

これらの計画概要及び建設費・維持管理費の費用比較に係る検討結果を**表Ⅲ-5.15**に示す。

表Ⅲ-5.15 三つの下水道計画代替案の比較

	Alternative I (3 CSTPs)		Alternative II (2 CSTPs)		Alternative III (1 CSTP)	
Degine PE	Cheras Batu 11	315,000 PE	Cheras Batu 11	315,000 PE		
	Cheras Jaya	220,000 PE				
	Kajang 1+3	300,000 PE	Kajang 1+3	520,000 PE		
	Total	835,000 PE (920,000 PE)	Total	835,000 PE (920,000 PE)		835,000 PE (920,000 PE)
Design sewage flow	Cheras Batu 11	78,000 m <sup>3</sup> /d	Cheras Batu 11	78,000 m <sup>3</sup> /d		
	Cheras Jaya	55,000 m <sup>3</sup> /d				
	Kajang 1+3	74,000 m <sup>3</sup> /d	Kajang 1+3	128,700 m <sup>3</sup> /d		
	Total	207,000 m <sup>3</sup> /d	Total	207,000 m <sup>3</sup> /d		207,000 m <sup>3</sup> /d
Sewer (Trunk)	Cheras Batu 11	-	Cheras Batu 11	-		
	Cheras Jaya	-	Cheras Jaya	1,100 m	-	
	Kajang 1+3	9,530 m	Kajang 1+3	9,530 m		
	Total	9,530 m	Total	10,630 m	Total	16,510 k m
Sewer (Branch)	Cheras Batu 11	35,590 m	Cheras Batu 11	35,590 m	Cheras Batu 11	31,300 m
	Cheras Jaya	22,370 m	Cheras Jaya	21,270 m	Cheras Jaya	21,270 m
	Kajang 1+3	37,045 m	Kajang 1+3	37,045 m	Kajang 1+3	37,045 m
	Total	95,005 m	Total	93,905 m	Total	89,615 m
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Construction works can start in parallel.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>● CSTP can be constructed by phase so as to meet the actual sewage inflow.</li> <li>● Staff requirement can be minimised.</li> </ul>	
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>● The outfall pipes from Cheras Batu 11 have to extend about 1.8 km long by the downstream of WIP.</li> <li>● The expansion site of Cheras Batu 11 may require the land reclamation due to the depressed area.</li> <li>● The treatment process is different by CSTP site, if existing process remains as it is.</li> </ul>					
Construction cost (CSTP)	Cheras Batu 11	RM 276.0 M	Cheras Batu 11	RM 276.0 M		
	Cheras Jaya	RM 213.0 M	Cheras Jaya +			
	Kajang 1+3	RM 266.4 M	Kajang 1+3	RM 444.3 M		
	Total	RM 755.3 M	Total	RM 720.3 M		RM 514.4 M
(Sewer)	Trunk sewer	RM 66.0 M	Trunk sewer	RM 73.7 M	Trunk sewer	RM 114.4 M
	Branch sewer	RM 304.8 M	Branch sewer	RM 301.3 M	Branch sewer	RM 287.5 M
	Manhole	RM 4.5 M	Manhole	RM 4.5 M	Manhole	RM 4.6 M
	Pumping sta.	RM 109.1 M	Pumping sta.	RM 109.1 M	Pumping sta.	RM 109.1 M
	Total	RM 484.5 M	Total	RM 488.6 M	Total	RM 515.6 M
<b>Grand total</b>		<b>RM 1,239.8 M</b>		<b>RM 1,208.8 M</b>		<b>RM 1,030.0 M</b>

Source: Prepared by the Study Team

これまでの検討より、統合 CSTP サイトとしては Cheras Batu 11 または Kajang 3 が広さとしては申し分ない。しかし前者の場合には四つの subcatchment の最上流に位置するために

下流側に位置する区域の下水をポンプ圧送しなければならないというという致命的な欠点がある。この点 Kajang 3 は下流側に位置するためにポンプ圧送を最小限にとどめることができるために有利であると言える。

三つの代替案の比較では 1 処理場案が建設費及び運転管理費において 3 処理場案、2 処理場案よりも優れており、かつ一ヶ所に統合することにより下水処理及び汚泥管理を効率的に行うことができ、かつ下水処理水及び下水汚泥の有効利用を図りやすくなる。したがって、Kajang 3 への一ヶ所統合が大いに推奨される。

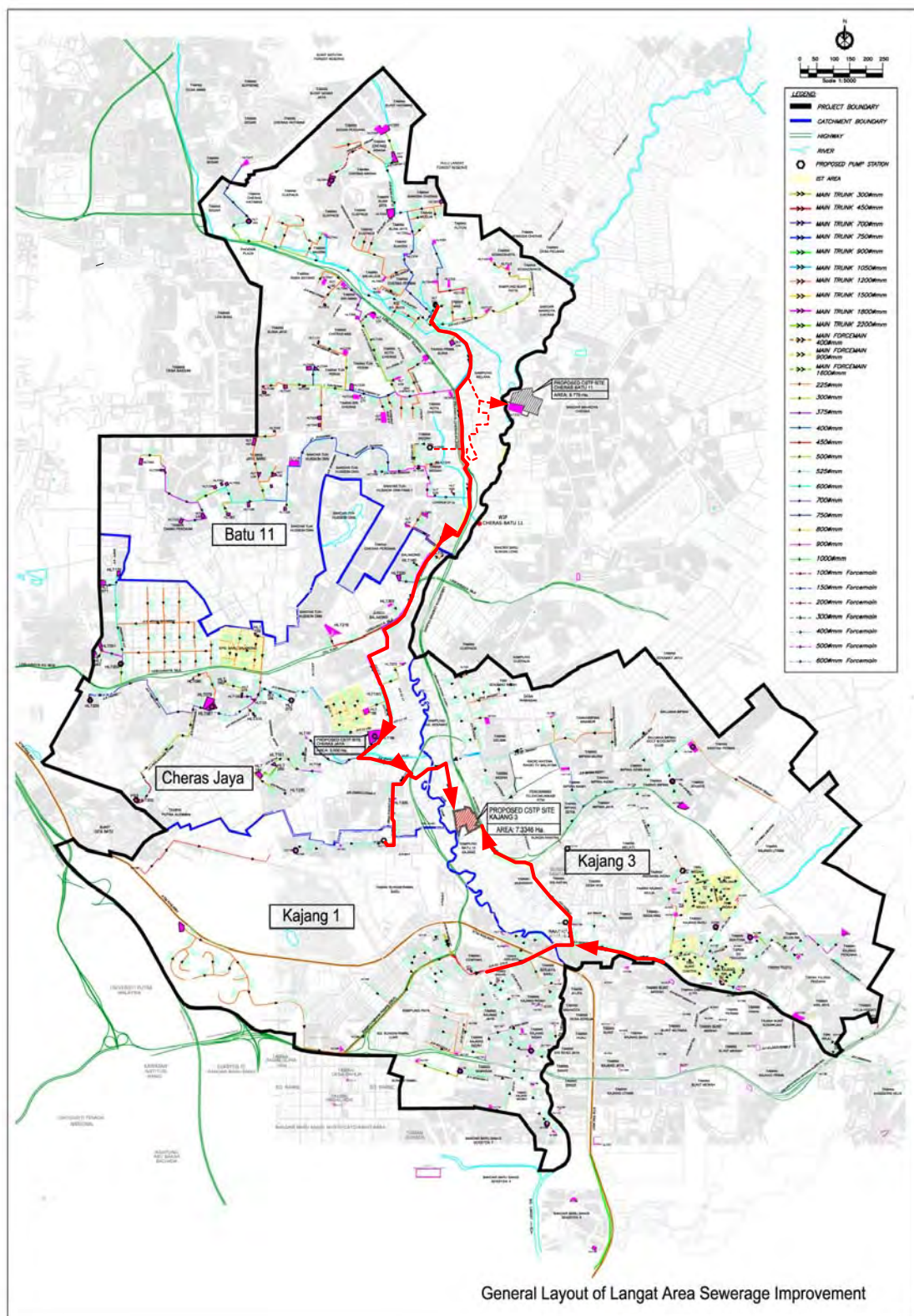
推奨案に係る下水道計画を **図 III-5.4** に示す。

調査対象地域においてランガット川は北から南へ流れ、これに左右からいくつかの支川が流れ込んでいるが、地形全体としては北から南に向かって下っている。Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の四つの Sub-catchment は、ランガット側右岸に川に沿って北から Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1 が並び、Kajang 3 はランガット川を挟んで Cheras Jaya、Kajang 1 と向かい合う形で左岸にある。

Kajang 3 統合下水処理場は、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の三つの Sub-catchment の境界が交わる地点近くにあつて、調査対象地域の中央よりやや南側のランガット川左岸より東に約 160m 離れたところにある。Kajang 3 統合下水処理場に対して、Cheras Batu 11 と Cheras Jaya は北に、Kajang 1 は南に位置し、左岸の Kajang 3 は南北に区域が広がっている。

Cheras Batu 11、Cheras Jaya 地区では北から Sg. Raja、Sg. Cheras、Hulu Sg. Balak の三つの支川が北西から南東に向かって流れてランガット川に注いでいる。このため小さな丘と谷が交互に形成され、その谷間を支川がランガット川に向かって流れている。Cheras Batu 11 から Cheras Jaya を経て Kajang 3 に至る北部幹線はランガット川にできるだけ沿うようにすることにより、地形の起伏の影響をあまり受けずに自然流下で下水を流すことができる。Kajang 1 subcatchment 北部地区の下水を集める幹線は Cheras Jaya との境界に地盤高に差があるためポンプ場をもうけて北部幹線に接続する。

Kajang 1 subcatchment 南部地区の下水幹線は Jalan Sg. Chua を西に向かいランガット川を渡って Kajang 3 subcatchment に流入して Kajang 3 の幹線と合流してから Jalan Cheras を北に向かい、途中から高速道路 E7 並行して走る未舗装の道路を通して Kajang 3 統合下水処理場に至るルートとする。この南部幹線は大きな起伏はないものの基本的に逆（昇り）勾配になるためポンプ圧送が必要である。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.4 推奨される Cheras-Kajang 地区下水道計画

## 5.8 下水処理場計画

### (1) 計画下水量

表Ⅲ-5.16 に計画下水量を示す。計画 PE は 1 人一日計画下水量の 225 L/capita/day に対する 10% の地下水浸透水量の人口換算分を含む。

表Ⅲ-5.16 計画下水量 – Ultimate (2035)

	PE	Sewage flow (Daily average)
Total	920,000	207,000 m <sup>3</sup> /day

Source: Prepared by the Study Team

### (2) 下水流入水の予想水質

「マ」国下水道施設基準 Vol.4 「下水処理」は、表Ⅲ-5.17 に示す水質項別の単位汚濁負荷量を与えており、流入水水質はこれに基づいて計算される。

表Ⅲ-5.17 流入水水質

水質項目	汚濁負荷量原単位 (g/capita/day)	流入水		
		汚濁負荷量 (kg./day)	流入下水量 (m <sup>3</sup> /day)	流入水水質 (mg/l)
BOD	56	46,760	206,663	226.3 ≒ 230
SS	68	56,780	206,663	274.7 ≒ 270
COD	113	94,355	206,663	456.6 ≒ 457
AMN	7	5,845	206,663	28.3 ≒ 28
TN*	11	9,185	206,663	44.4 ≒ 44
O&G	11	9,185	206,663	44.4 ≒ 44

Source: Prepared by the Study Team

### (3) 下水処理水の目標水質

Kajang 3 統合下水処理場は水道取水地点の上流に位置するために下水処理水排出基準 A の適用を受ける。「マ」国下水道施設基準 Vol.4 「下水処理」は、「下水処理水水質は処理場に流入する流量及び負荷の変動によって変わると予想されるため、処理場が通常運転にあるとき、いかなるグラブサンプルも下水処理水排出基準を遵守するように、処理水の計画水質目標は基準より厳しいものにする」として計画目標水質を表Ⅲ-5.18 のように定めている。

表Ⅲ-5.18 基準 A の計画目標水質

	Effluent Quality	
	Absolute (mg/L)	Design (mg/L)
BOD <sub>5</sub>	20	10
SS	50	20
COD	120	60
AMN	10	5
NO <sub>3</sub> -N	20	10
O&G (Oil and Grease)	5	2

Source: Malaysian Sewerage Industry Guidelines Volume IV: Sewage Treatment Plants

注) 計画流入水水質は TN で与えられているが、下水処理水排出基準は NO<sub>3</sub>-N で規制している

#### (4) 下水処理施設

##### 1) 下水処理方式

一般に下水処理には生物学的処理方式が適用される。安定化池及びエアレーテッド・ラグーンは小規模向きで、活性汚泥法とその変法はサイトの条件及び下水処理水排水基準にもよるが、大規模向きである。

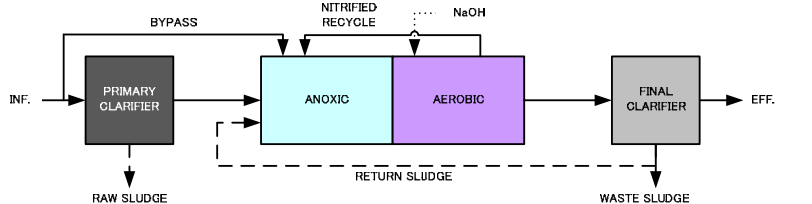
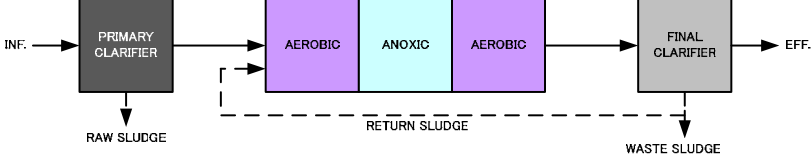
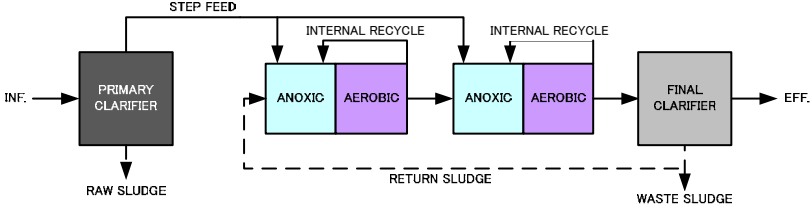
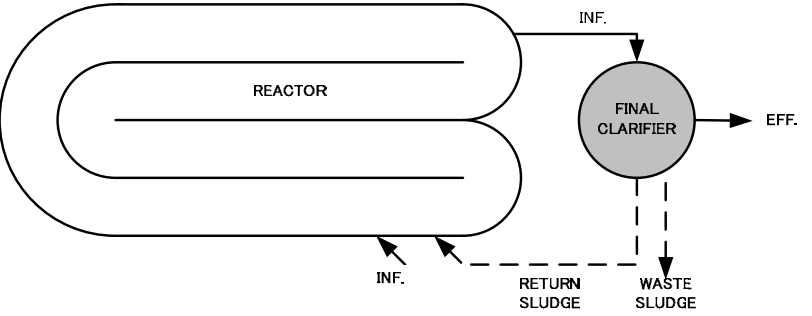
本プロジェクトでは、TN 10 mg/L 以下という計画目標水質を遵守するには表Ⅲ-5.19 に示す生物学的脱窒を伴う活性汚泥変法が必要である。内生呼吸脱窒法及び高度オキシレーションディッチ法は小規模処理場に適用され、一方、循環脱窒法及びステップ流入式多段脱窒法はお規模処理場に向いている。これらの処理方式の中で、内部循環を伴うステップ流入式二段脱窒法を採用する。

##### 2) 処理フロー

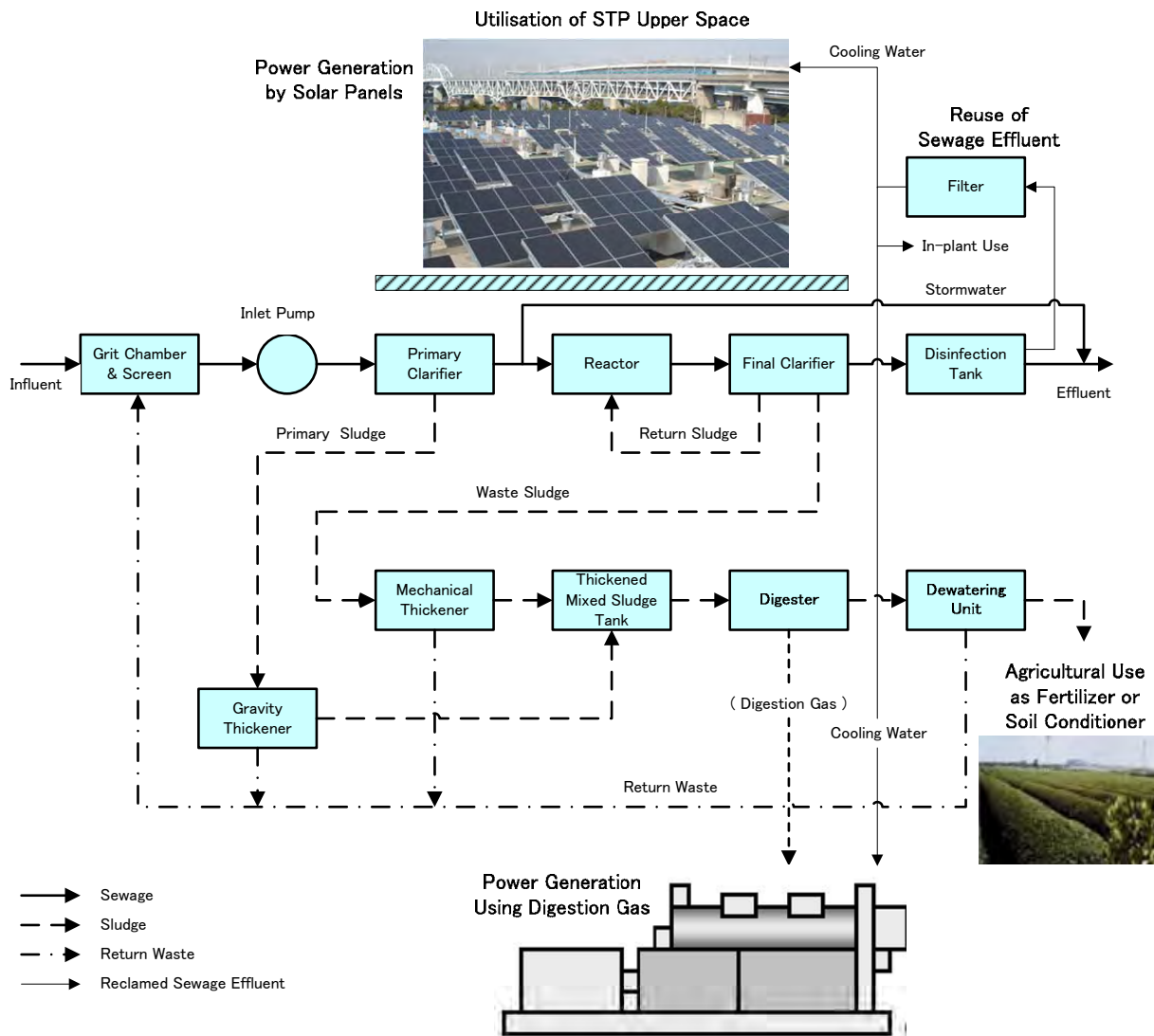
処理方式のフローを図Ⅲ-5.5 に示す。反応タンクの詳細は表Ⅲ-5.19 に示す推奨案に従うものとする



表Ⅲ-5.19 代表的な生物学的脱窒プロセス

Process	Nitrogen Removal Rate (%)	Application
<p>Recirculation denitrification modified activated sludge process</p> 	60~70%	Large scale plants
<p>Endogenous denitrification modified activated sludge process</p> 	75~85%	Large scale plants <b>(Recommend)</b>
<p>Step feed two-staged denitrification modified activated sludge process</p> 	70~90%	Small scale plants
<p>Advanced oxidation ditch process</p> 	More than 85%	Small scale plants

Source : "Sewerage System Planning and Design Guidelines", Japan Sewage Works Association, 2001



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.5 下水及び汚泥処理フロー

a) 予備処理

下水処理場に流入する下水は流入ポンプ場で予備処理施設へ圧送され、スクリーンで浮上物質、沈砂池で土砂、油脂除去タンクで油脂がそれぞれ除去される。

b) 一次処理

下水はその後最初沈殿池に流入し沈降性物質及びそれに付着するその他の物質を沈殿・分離する。これが一次汚泥と言われるものである。

一次処理の過程で処理場流入下水の BOD は 30~50%、SS は 40~60%、COD は 30~50%が除去される。

c) 二次処理

生物学的窒素除去は反応タンクとそれに続く最終沈殿池で BOD の削減とともに硝化脱窒を行うものである。内部循環を伴うステップ流入二段式生物学的脱窒去は表Ⅲ-5.19 に示すように流入水量を分割して二つの無酸素槽のそれぞれに配分する。施設配置に余裕を持たせるため東京都が開発した有効水深が 6~10 m のディープエアレーション方式を反応タンクに採用する。最終沈殿池より一部の活性汚泥は返送汚泥として反応タンクに返送され、残りは余剰汚泥として最終沈殿池から引き抜かれて汚泥処理施設へ送られる。

二次処理を経ると処理場流入下水の BOD は 90~95%、SS は 90~95%、COD は 75~85% 除去され、総窒素は 75~85% が除去され、目標水質の達成が図られる。

#### d) 消毒

消毒については、(a)塩素、(b)紫外線、(c)オゾンという三つの方法がある。オゾン消毒は一般に脱色・脱臭といった副次的効果を期待して使われるが、コスト的にはイニシャル及び O&M コストともに最も高い。紫外線消毒は最近小中規模処理場でよく使われているが、コスト、とくにイニシャル・コストは塩素消毒と比べてかなり高い。一方、塩素消毒は下水処理水に含まれる原虫及び一部ウイルスの不活性化が期待できない、トリハロメタン等の副次的生成物により放流先水域に悪影響がある、という欠点はあるが、これは堅実な注入率制御で最小限にとどめることができ、残留塩素効果という利点もある。したがって、今回の統合下水処理場には塩素消毒を採用する。

#### e) 放流

統合下水処理場用地はランガット川から約 160m 離れている。しかし、統合下水処理場からランガット川まで流れる既存の水路があり、これを下水処理水の放流水路として使用する。

#### f) ディープエアレーション方式

1960 年代まで、東京の下水道は十分に整備されていなかった。経済成長に直面して、都市部では急激な都市化と人口集中が起これ、東京都は極めて限られたスペースに下水道インフラを整備しなければならなかった。言い換えると、東京都は最小の土地に最大人口を処理する高度に効率的な下水道インフラを整備しなければならなかった。

土地の制約という状況下で、東京都は以下のような効率的な下水処理場設計と開発したが、いくつかの好例として以下のものが挙げられる。

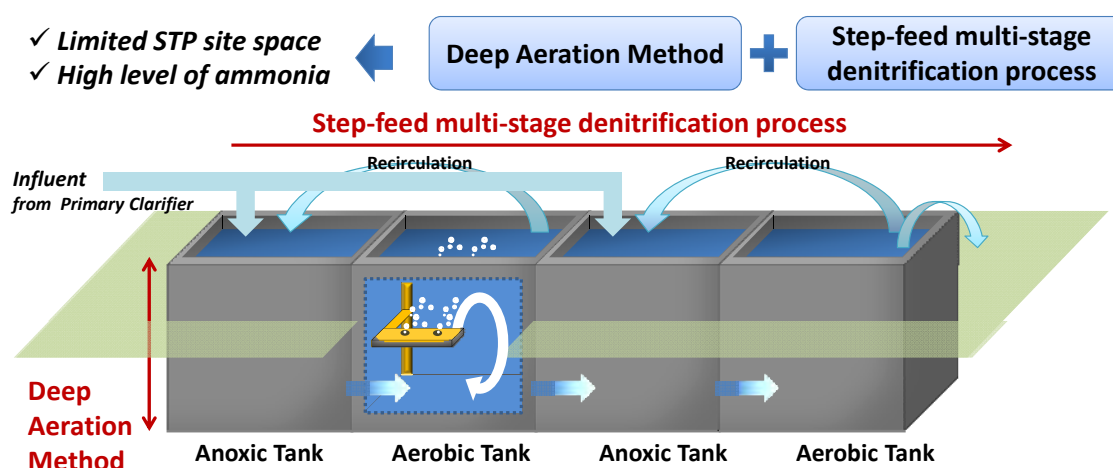
- 二階層沈殿池
- 下水処理場の上部有効利用
- ディープエアレーション方式

ディープエアレーション方式は、深さ 10 m のエアレーションタンクを設計することにより、用地を最大限利用することを目的とし、従来のエアレーションタンク（深さ 5 m）に比べて所要面積を半減するものである。一般に、タンクが深くなるとタンク内での汚

泥の沈殿と短絡流を引き起こし、空気の死水域が増大する。東京都の設計の特徴は、これらの問題を解決するタンク内に設置される阻流版とエアレーション装置の位置にある。

SPAN 発行の「マレーシア下水道施設基準」によれば、従来のエアレーションタンクでは 450,000 PE を処理するには約 9.36 ha 必要で、920,000 PE に至っては途方もない広さになる。Kajang 3 の用地は約 7.3 ha で、従来のエアレーションタンクで 920,000 PE の下水処理場を処理する下水処理場を収めるには十分でなく、よって、ディープエアレーション方式の採用を提案する。

図Ⅲ-5.6 は、ステップ流入二段式生物学的窒素法で運転されるディープエアレーション方式の概要を示したもので、ランガット処理区が直面する現行の課題を解決するものである。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.6 ステップ流入二段式生物学的脱窒法

## (5) 汚泥処理方式

### a) 汚泥濃縮

汚泥性状が異なるため一次汚泥と余剰汚泥は別個に濃縮するものとし、一次汚泥には重力式濃縮を最終沈殿池からの余剰汚泥には機械濃縮を適用する。

濃縮によって一次汚泥の含水率は 99% から 96% に、余剰汚泥は 99.2% から 96% に減少し、汚泥量はそれぞれ 1/4、1/5 に減少する。

### b) 汚泥消化

汚泥量削減及び汚泥安定化のために無加温式嫌気性中温消化法を採用する。タンクに投入する汚泥温度は 24～35℃の範囲とする。この消化プロセスの消化日数は 30 日とする消化によって汚泥量は大きく変わらないが、汚泥中の有機物の分解が進んで汚泥中の固形分の減少及び汚泥の安定化が図られる。汚泥は分解の課程でメタンガス成分を多く含

む消化ガスを発生するためグリーン・エネルギーとして発電に使われる。

c) 汚泥脱水

脱水によって消化汚泥の含水率は 80%まで減少し、汚泥量はさらに 1/5～1/10 まで減少する。汚泥は含水率が 80%まで低下すると液状のものがいわゆるケーキ状になり触ってもべとつかず取り扱いが容易になる。

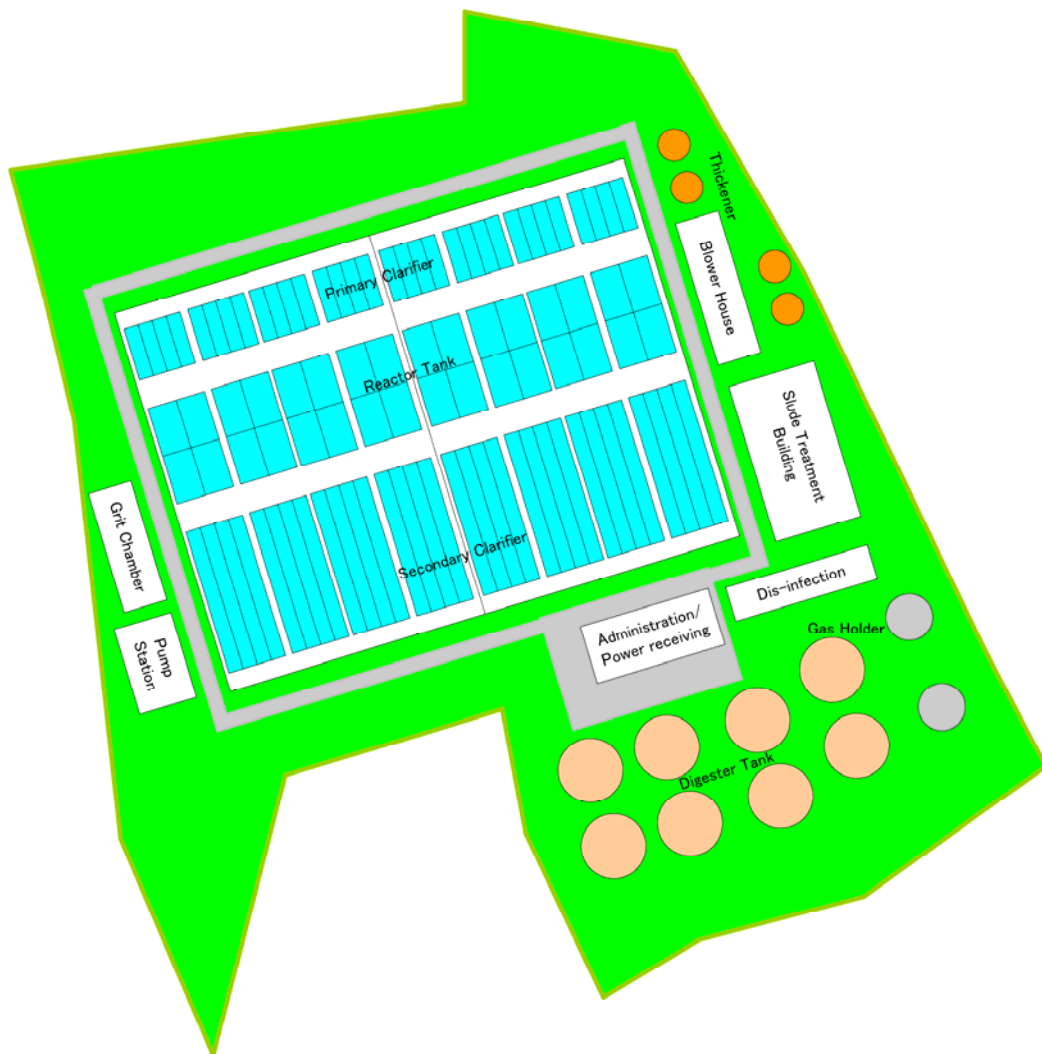
d) 汚泥処分

脱水汚泥は肥効成分としての窒素とリンを多く含んでいる。窒素とリンは、汚泥をゴム・プランテーション、造園、ガーデニングの有機肥料に変える主要成分である。窒素とリンを含む汚泥は肥料会社に引き継がれ、よって、汚泥処分費用は最小化される。提案している下水処理場汚泥が肥料会社に引き継がれると、汚泥は埋立処分場に投棄されないで、KL 大都市圏の深刻な環境問題は解決される。

## (6) 下水処理施設の配置

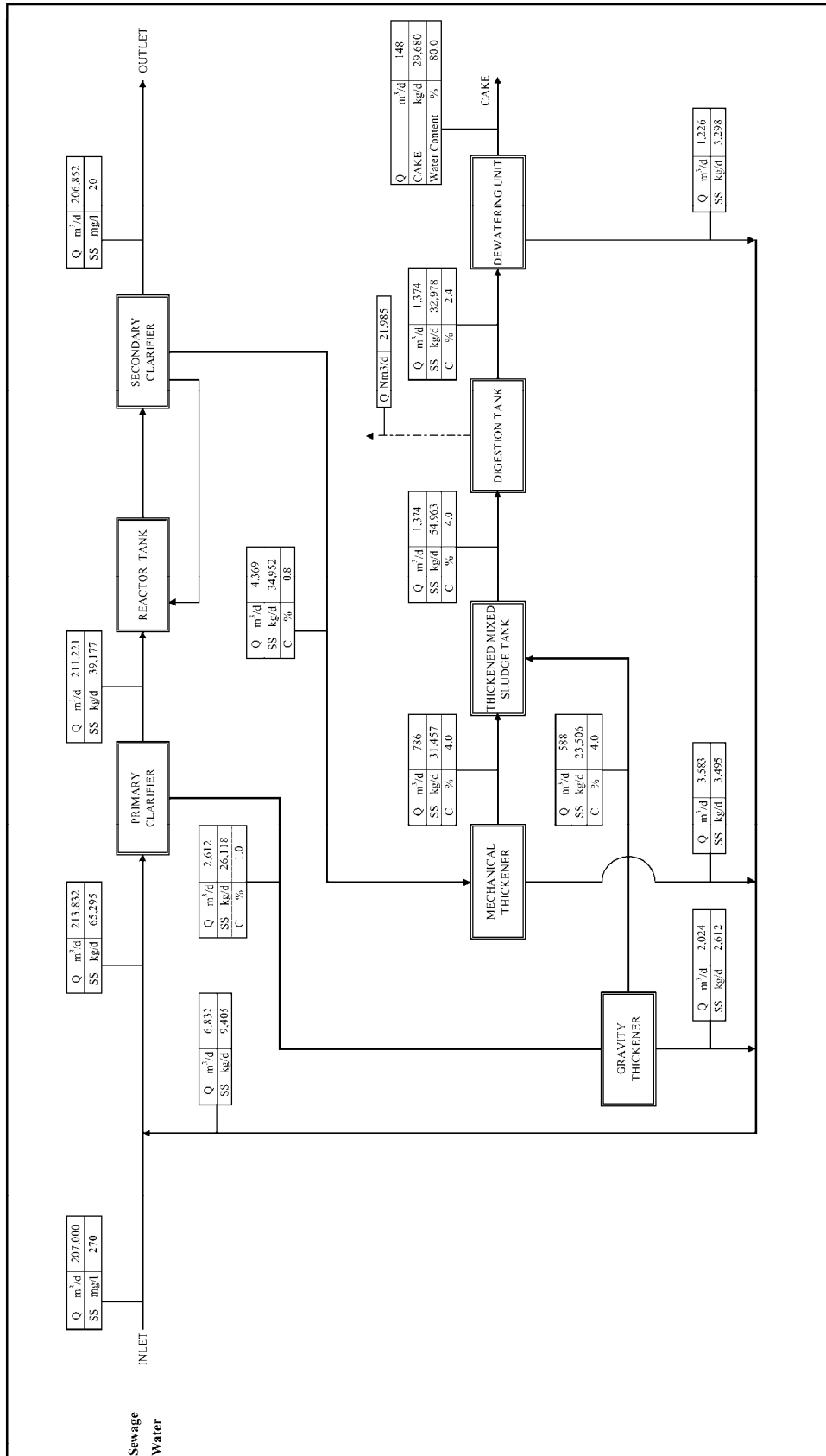
Kajang 3 統合下水処理場における下水処理施設の配置と物質収支をそれぞれ図 III-5.7、図 III-5.8 に示す。

表 III-5.20 に下水処理場主要施設・設備の一覧を示す。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-5.7 Kajang 3 統合下水処理場一般平面図



Source: Prepared by the Study Team  
 図Ⅲ-5.8 Kajang 3 統合下水処理場の物質収支

表III-5.20 下水処理場主要施設・設備の一覧

Category	Facility/ Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (104,000 m <sup>3</sup> /day)	Phase II* (207,000 m <sup>3</sup> /day)
Preliminary Treatment	Inlet pump	Type: Vertical Installed Centrifugal Pump Ø400 mm x 29 m <sup>3</sup> /minQ x 20 mH x 130 kW Ø600 mm x 54 m <sup>3</sup> /minQ x 20 mH x 250 kW	2 units 3 units (one as standby)	- 3 units
	Pumping station	59 m x 30 m x 33 mH (12 m + 21 m BF)	1 bldg.	-
	Grit chamber	1.8 mW x 24.0 mL x 5.0 mD	3 channels	3 channels
	Screen	Type: automatic screen 70,200 m <sup>3</sup> /dayQ x Opening 20 mm x 3.7 kW	3 units	3 units
	Odour control facility	Type: Biological scrubber 100 m <sup>3</sup> /min	1 unit	
Primary Treatment	Primary clarifier	5.0 mW x 18.5 mL x 3.0 mD	16 tanks	16 tanks
	Sludge collector	Type: Chain flight 5.0 mW x 18.5 mL x 3.0 mD x 2 trains x 0.75 kW	8 units	8 units
Secondary Treatment	Reactor	Type: Step-feed 2-stage denitrification process 10.0 mW x 74.0mL x 10.0mH	4 tanks	4 tanks
	Reactor facility			
	1 <sup>st</sup> mixer	Submersible mixer: Approx. 8.0 kW	4 sets	4 sets
	1 <sup>st</sup> air diffuser	Super fine membrane	4 tanks	4 tanks
	2 <sup>nd</sup> mixer	Submersible mixer: Approx. 6.0 kW	8 sets	8 sets
	2 <sup>nd</sup> air diffuser	Super fine membrane	4 tanks	4 tanks
	Recirculation pump	Centrifugal pump	16 units	16 units
	Blower	Type: Turbo Blower 92 m <sup>3</sup> /min x 70 kPa x 150 kW	4 units (one as standby)	3 units
Blower house	1F: 15 m x 50 m, 2F: 15 m x 25 m	1 bldg.	-	
	Secondary clarifier	5.0 mW x 52.0 mL x 4.0 mD	16 tanks	16 tanks
	Sludge collector	Type: Chain flight 5.0 mW x 52.0 mL x 4.0 mD x 2 trains x 2.2 kW	8 units	8 units
Disinfection	Disinfection tank	12.0 mW x 50.0 mL x 3.5 mD	One tank	-
Advanced Treatment	Utility water facility	Ø1,000 mm x 5.5 kW	2 units	0 unit
Sludge Thickening	Sludge thickener for primary sludge	Type: Gravity thickener Dia.11.0 m x 4.0 mD	2 tanks	2 tanks
	Sludge collector	Dia.11.0 m x 4.0 mD x 0.4 kW	2 units	2 units
	Sludge thickener for waste sludge	Type: Gravity-belt thickener 50 m <sup>3</sup> /hr x 6 kW	3 units	3 units
Sludge Digestion	Sludge digester	Dia.22.0 m x 9 mWall	4 tanks	4 tanks
	Digestion facility			
	Mixer	2,500 m <sup>3</sup> /hr x 22 kW	4 units	4 units
	Gas holder	2,500 m <sup>3</sup> /hr	1 units	1 units
	Desulfuriser	420 m <sup>3</sup> /hr	1 units	1 units
Gas combustion Unit	420 m <sup>3</sup> /hr	1 units	1 units	



Sludge Dewatering	Dewatering facility	Type: Screw press Ø900 mm x 450 kg/hr x (3.7 + 1.5)kW	4 units (one as standby)	3 units
	Sludge treatment bldg.	55 m x 31 m 21 mH (underground 7m)	1 bldg.	
Electrical Facilities	Power Supply	11 kV Switchgears, 3000jVA x2 Transformer, 2000kVA x2 Standby Diesel Generator	1 unit	1 unit
	Substation and Generator bldg.		1 bldg.	
Common	Administration bldg.		1 bldg.	

\*The number of facility/equipment in Phase II shows the additional number to Phase I.

Civil	Building	Equipment
-------	----------	-----------

Source: Prepared by the Study Team

### (7) Kajang 3 統合下水処理場におけるグリーンテクノロジー

気候変動及び地球温暖化による影響に関する環境意識の今日、生活のあらゆる面にグリーン・テクノロジーを組み入れる必要性は重大である。「我々は環境の世紀にいる」と言われており、かけがえのない地球上のすべての国、コミュニティ、あるいはいかなるその他の組織、または個人ですら、環境的持続可能性の追求に責任を負っている。

下水道インフラを計画する際に、妥当なレベルの投資的経費と環境的持続可能性が重要であるが、これらの二つは時には相反することもある。したがって、経済的合理性と環境的寄与の間の理想的なバランスが、下水道インフラ計画によって達成されなければならない。

以下に述べる東京都の経験に基づいて提案される技術は、コストと環境への寄与に関して大きな利点をもたらすものである。

#### (1) 嫌気性消化ガスによる発電

汚泥処理プロセスの消化（嫌気的条件下で有機性物質の生物学分解）期間中に発生するメタンガスは発電用の燃料として使用できる。下水汚泥から発生するメタンガスを使った発電は炭素循環法として知られている。この方法によれば、発生 CO<sub>2</sub> は生活サイクルの中を循環し、大気中の CO<sub>2</sub> レベルは増加しない。したがって、この施設は地球温暖化を引き起こす温室効果ガスの一つである CO<sub>2</sub> ガス排出量の削減に寄与する。

最終処理能力が 207,000 m<sup>3</sup>/day の提案下水処理場の場合、電力発生量は以下の計算から年間約 3,758,000 kWh となる。

	東京	モデルプロジェクト
汚泥消化タンクに注入する濃縮混合汚泥量	100.3 DS/day	54.69 DS/day
発電量	52,200 kw/day	28,000 kw/day

- 東京の場合とランガット・モデル・プロジェクト（LMP）の場合の加熱温度の違いを考慮した発電量は  
 $28,000 \text{ kw/day} \times 40\% = 11,440 \text{ kw/day}$
- ある程度のバッファ（信頼度係数）を考慮すると  
 $11,440 \text{ kw/day} \times 90\% = 10,296 \text{ kw/day}$
- $10,296 \text{ kw/day} \times 365 \text{ days} = 3,758,040 \text{ kWh/year}$
- $3,758,040 \text{ kWh/year} \times \text{RM}0.377/\text{kWh} = \text{RM } 1,416,781$
- 発電に適したガスを発生するには2~3ヶ月かかり、それからガス発電調整に1ヶ月かかる。したがって、消化ガス発電システムを稼働させてから4ヶ月かかる。

消化ガス発電は電力費節減だけでなく CO<sub>2</sub> ガス排出量削減にも寄与する。メタンガスは CO<sub>2</sub> 換算で 21 倍の温室効果を有する。



図Ⅲ-5.9 東京都森ヶ崎下水処理場下水汚泥ガス発電システム

### (2) 肥料として利用することによる汚泥サイクル

処理汚泥は肥料の主要化学成分である窒素とリンを含む。提案脱水施設は汚泥含水率を 80%まで下げる。脱水プロセスを経た汚泥は、5.3%のリンと 4.72%の窒素を含む。農業には一般に化学肥料が使われているが、下水汚泥はいくつかの場合、例えばゴム・プランテーション、造園、パーム油プランテーション用有機肥料の主要成分として有効利用できる。

### (3) 太陽光発電

下水道インフラに対する住民意識を高め限られた土地を最大限活用するために、東京都の下水処理場上部を有効利用する公園、運動場、テニスコート等多くの方法を見いだしている。太陽光パネルはそれらの様々な有効利用方法の一つであり、将来提案されている下水処理場の解決策の一つとして考えられる。太陽光発電は電力費節減のみならず、CO<sub>2</sub> ガス排出量削減に寄与する。また、太陽光パネルは住民の環境への意識を高める。東京における太陽光発電を図Ⅲ-5.10、図Ⅲ-5.11 に示す。

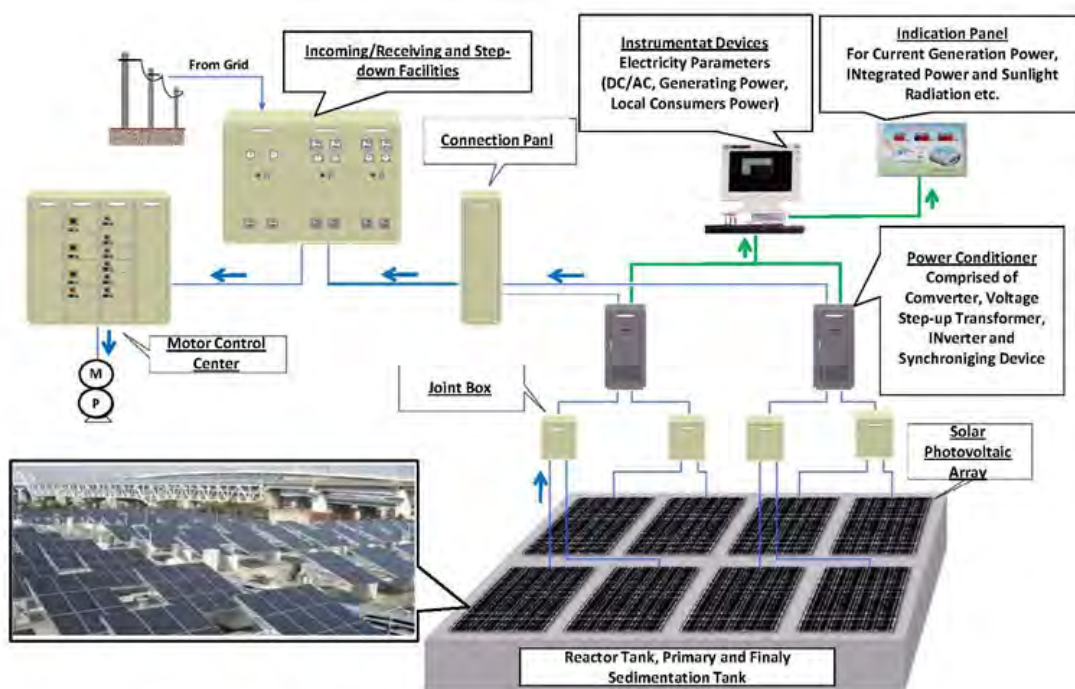


太陽光発電の仕様は以下の通り。

- 規模 : 約 1 MW
- 予想発電量 : 約 570,000 kWh/年
- 予想 CO2 ガス排出量削減 : 約 180 ton/年

Source: Tokyo Metropolitan Government

図 III-5.10 東京都葛西下水処理場の太陽光発電



Source: Tokyo Metropolitan Government

図 III-5.11 太陽光発電の概念図

懸案事項はランガット地区における高温による発電効率の劣化である。解決策としては、太陽光パネルの表面温度を下げるために水源に下水処理水再生水を使う散水装置を装備することが考えられる。

## 3) 下水処理水再生水

理想的な水循環及び使用水量の節水は再生水の効果的有効利用を通じて達成される。TGS は再生水導入方法開発に 20 年以上の経験を積んでいる。例えば、東京都落合下水処理場の再生水は東京都庁を含むトイレの水洗用水として有効利用されている。東京の中心にある国会議事堂地区の道路冷却には東京都芝浦下水処理場の再生水が使われている。有明下水処理場の再生水は高架鉄道車両の洗浄に使われている。高度処理により、下水処理水を飲料水レベルまで処理することが可能で、落合下水処理場の一定量の再生水は（デモンストレーション目的であるが）飲用になっている。東京都における再生水使用例を図Ⅲ-5.12 及び表Ⅲ-5.21 に示す。



Source: Tokyo Metropolitan Government

図Ⅲ-5.12 下水処理水再生水使用例

表Ⅲ-5.21 下水処理水再生水使用例（2009 年）

下水処理場	用途	使用水量 (m <sup>3</sup> /年)
芝浦	<ul style="list-style-type: none"> <li>洗浄用水／地域冷却水</li> <li>ガーデニング／噴水</li> <li>国会議事堂地区の道路冷却水</li> </ul>	1,415,527 54,639 1,863
有明	<ul style="list-style-type: none"> <li>高架鉄道車両冷却水</li> <li>道路冷却水</li> </ul>	800,597 2,114
落合	<ul style="list-style-type: none"> <li>東京都庁ビルのトイレ水洗水</li> <li>池の遊び場</li> <li>ガーデニング</li> </ul>	1,100,691 29,238,950 23
森ヶ崎	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業利用</li> <li>道路冷却水</li> </ul>	243,460 13,613
小菅等	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路冷却水</li> <li>ガーデニング</li> </ul>	1,634,240 87

	合計	34,505,804
--	----	------------

Source: Tokyo Metropolitan Government

Cheras 及び Kajang は人口増加は**表Ⅲ-5.22**のように予測されている。

**表Ⅲ-5.22 Cheras 及び Kajang 地区の予想人口**

Sewerage Sub-Catchment	2010	2020	2030	2035
Cheras Batu 11	118,800	152,700	189,200	209,400
Cheras Jaya	77,700	109,100	128,600	148,300
Kajang 1	44,800	58,700	72,000	78,700
Kajang 3	62,400	76,900	96,800	103,500
Total	303,700	397,400	486,600	539,900

Source: **表Ⅲ-5.3**

これらの区域は住居・商業地区として拡大することになり、水の持続可能性を確立することが不可欠である。したがって、これらの地区における（工業、トイレ水洗用水、造園・町の散水等）水利用は水の持続可能性に寄与し、近い将来良い潜在能力を有している。

## (7) 機械設備計画

### 1) 設計方針

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設のパンタイ等の下水処理場の実績や改善点を反映したものとする。主要検討項目を以下に示す。

- 場内ポンプ場の流入ゲート：緊急遮断ゲートとする。
- 場内ポンプ場の主ポンプの形式：既設の立軸斜流ポンプは故障頻度が高く、維持管理にも手間を要している。軸及び羽根車が一部故障しており、槽外型のポンプが推奨される。
- 送風機の型式：既設のロータリー式は大風量で防音カバーが設置されておらず、騒音と振動が激しい。そのため、先方の要求もありターボブロワが推奨される。
- 曝気形式：電気代の削減可能な、近年実績の増加している高効率の超微細気泡装置が推奨される。
- 汚泥機械濃縮機：近年実績の増加している重力式ベルト濃縮機が推奨される。
- 汚泥脱水機：パンタイ等で実績のあるスクリュープレス型を採用する。
- 脱臭設備の設置：生物脱臭設備を設置する。

### 2) 設計条件

機械設備に関する主要設計諸元を**表Ⅲ-5.23**に示す。

表Ⅲ-5.23 機械設備に関する設計諸元

施設名	設計条件 (Phase I + Phase II)	参照
場内ポンプ場	459,000 m <sup>3</sup> /day	(時間最大汚水量)
沈砂池設備	459,000 m <sup>3</sup> /day	(時間最大汚水量)
最初沈殿池設備	207,000 m <sup>3</sup> /day	(日平均汚水量)
生物反応槽設備	207,000 m <sup>3</sup> /day HRT Approx. 6.5 時間 MLSS Ave. 2,400 mg/L 水温 28°C 設計水深 10m	(日平均汚水量)
最終沈殿池設備	Proposed 207,000 m <sup>3</sup> /day	(日平均汚水量)
重力濃縮設備	流入固形物濃度 1.0 % 濃縮汚泥固形物濃度 4.0 %	
機械濃縮設備	流入固形物濃度 0.8 % 濃縮汚泥固形物濃度 4.0 %	
汚泥消化設備	無加温型 滞留時間 30days	
汚泥脱水設備	流入固形物濃度 2.4 % 汚泥含水率 Approx. 80%	

Source: Prepared by the Study Team

主要機械設備の機器リストを**表Ⅲ-5.20**に示す。

### 3) 前処理設備

前処理設備は沈砂池設備、ポンプ設備より構成され、これらは後続の水処理設備への負荷軽減を図るため重要な役割をもっている。

#### (a) 沈砂池設備

沈砂池は主ポンプ設備の前に設置され、全体計画で 6 池からなる。沈砂池設備の主要機器は、流入ゲート、粗目スクリーン、細目スクリーンから構成される。流入ゲートは、IWK の要望により緊急遮断ゲートとし、材質は鋳鉄製を推奨する。

スクリーン設備の主要な役割は、流入下水に含まれる落ち葉や紙類等からなる粗目及び細目のゴミを除去することである。これらのゴミは各自動スクリーンにより掻き揚げられ、スクリーンコンベヤにより貯留ホッパまで移送される。

また、沈砂池設備では有機物より比重の重い砂分が重力沈降により沈み、沈殿した砂は沈砂掻寄機により沈砂ピットに集砂され、サンドポンプにて沈砂分離機へ移送される。

#### (b) ポンプ設備

ポンプ設備は主に、二つに分割された吸込水槽と一つのポンプ設置スペースから構



- パンタイのエアレーション設備と比較し、25%程度の電気代の削減が可能である（パンタイ等が機械攪拌式であるのに対し、最新技術で効率の良い超微細気泡方式を推奨）。
- ターボブロワ型が推奨される。維持管理が容易で低騒音、低振動である新型のパッケージ型ターボブロワが推奨する。

空気の供給は、送風機と散気装置の組合せで行われ、生物処理のための酸素は下水中に溶解する。その気泡径は 1 mm 程度であり、効率的に溶解される。水中ミキサーは 24 時間連続運転で、ブロワと散気装置は回転数制御と DO 制御との組合せにより効率的に運転される。

#### (b) 最終沈殿池設備

最終沈殿池では、重力沈降により固液分離された流入下水中の汚泥は、汚泥掻寄機にて汚泥ピットに集められ、タイマー運転にて余剰汚泥ポンプにて汚泥貯留槽へ移送される。また、返送汚泥は、生物反応槽の MLSS を維持するために一段目脱窒槽へ返送汚泥ポンプにて返送される。

浮上スカムは、スカムスキマーにて分離され系統毎に設置されたスカムポンプにてスカムスクリーンまで移送され除去される。スカムピットは、同様にカバーを行い脱臭される。

#### 6) 消毒設備及び再利用設備

最終沈殿池処理水に次亜塩素酸ソーダ溶液を薬注ポンプにより注入し、消毒後放流する。消毒前の処理水は、生物反応槽の消泡水として利用され、消毒後の処理水は場内の各機器や配管の洗浄水等として利用される。

#### 7) 汚泥処理設備

##### (a) 汚泥濃縮設備

最初沈殿池の生汚泥は重力濃縮槽にて濃縮され、最終沈殿池の余剰汚泥は機械濃縮設備により分離濃縮される。重力濃縮汚泥と機械濃縮汚泥は、一旦濃縮汚泥貯留槽へ移送され混合後、消化槽へ移送される。

機械濃縮機の型式としては、容易な維持管理で高効率である重力式ベルト濃縮機を推奨する。

##### (b) 汚泥消化設備

濃縮汚泥貯留槽の混合濃縮汚泥は、消化汚泥ポンプにて消化槽へ移送される。消化後、消化汚泥は消化汚泥貯留槽へ移送される。消化機能の安定のため、消化ガス発電設備が設置されている場合にはその排熱を使って加温する。



## (c) 汚泥脱水設備

消化汚泥は、汚泥ポンプにより汚泥脱水機へ移送される。脱水機の型式として、パンタイ等の他処理場にて好評であり、低速運転のため電力消費が少なく、運転操作の容易なスクリーブレス脱水機が推奨する。

脱水汚泥は、汚泥ケーキ搬送コンベヤにて貯留ホッパに移送され、定期的にトラックにて搬出される。

## (8) 電気計装設備計画

## 1) 受変電設備

受電は TNB からの 11kV 50Hz 受電とし、受電した電力はモータ電圧に合わせ変圧器により全て 420V に降圧する。本処理場の最大需要電力は Phase1 で 1900kW=2600kVA と想定されるため、余裕をみて 3000kVA の変圧器を計画する。変圧器の一次電圧は 11kV であり 11kV スイッチギアを介して接続される。変圧器のタイプは屋外型油入変圧器自然冷却タイプとする。

## 2) 非常用電源

停電時を考慮し、非常用発電機を計画する。発電機容量は 2000kVA とし、対象負荷は汚水ポンプ、ブロウ、非常用設備などである。発電機のタイプは 3 相 420V ディーゼルエンジン発電機、レジエータ冷却、バッテリー始動タイプとする。主燃料タンクの容量は 24 時間分を計画し、騒音規制を配慮し機側 1m で 75db 相当の消音器を考慮する。受電電源と発電機電源の切り替えに ACB を用い、インターロック機構を設ける。

## 3) 電気室計画

サブステーション、ポンプ棟、ブロウ棟、汚泥棟にそれぞれ電気室を計画する。サブステーションにて 11kV で受電し 420-240V に降圧後、各電気室に低圧配電する。非常用発電機もサブステーションに設置するものとする。

電気室に設置する主要機器は下記のとおり。

表 III-5.24 主要電気設備

Equipment	Feature
11kV Switchgear	VCB
420V Switchgear	ACB, MCCB
MCC (Motor Control Center)	420V Form 3b
Capacitor bank	PF > 95%
UPS	240V 60 minutes backup for SCADA and instrumentation
PLC/RTU	Open protocol (Profibus)

Source: Prepared by the Study Team

## 4) 運転操作制御

原則として自動制御はプログラムの変更や調整または拡張性で自由度の高いPLC (Programmable Logic Controller)により行い、手動制御は機器の信頼性が高くメンテナンスの容易なハードリレーにて行う。制御機能を分けることによりPLC故障時もハードリレーによる手動運転が継続可能なものとする。

原則とし電動機器は現場(現場操作盤)、電気室(MCC)、監視室(SCADA)の各箇所から監視制御可能なものとする。安全性を考慮し、切り替えスイッチを設け、現場側に捜査の優先権を持たせる。さらに必要に応じて各機側に非常停止ボタンを設けるものとする。

汚水ポンプの始動・制御にはVFD (Variable Frequency Drive)を採用する。VFDは少流入時など自動制御の自由度が高く省エネルギーにも有効である。

汚水ポンプ自動制御にはポンプ井水位による台数制御＋スピード制御、ブロウ自動制御にはDO一定制御を採用するものとする。

## 5) 計装設備

自動制御及び維持管理に必要な計測・記録を目的として計装機器を計画するものとする。主な計測項目およびタイプを表に示す。

表III-5.25 計装設備

Measuring Items	Types
Sewage pump well level	Submersible water level meter
Inlet sewage flow	Electromagnetic or Ultrasonic flow meter
Aeration tank pH	Glass Electrode
Aeration tank temperature	Resistance Thermometer
Aeration tank DO	Polarographic oxygen electrode
Aeration tank MLSS	Penetration Light Type
Blower air flow	Orifice flow meter
Return sludge flow	Electromagnetic flow meter
Waste sludge flow	Electromagnetic flow meter
Effluent flow	Electromagnetic or Ultrasonic flow meter
Sludge holding tank level	Pressure gauge
Mechanical thickener sludge flow	Electromagnetic flow meter
Gravity thickener sludge flow	Electromagnetic flow meter
Digester pressure	Ultrasonic / Differential Pressure Type
Digester level	Differential Pressure Type
Digester sludge temperature	Resistance Thermometer
Dewatering sludge flow	Electromagnetic flow meter

Source: Prepared by the Study Team

## 6) SCADA システム

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)システムが処理場全体のモニタリングとコントロールを容易にするために計画される。警報、状態表示、計測値などの全ての項目はSCADAシステムにて一元的に監視・記録されるものとする。

管理棟監視室に設置されるSCADA用のマスターコンピュータは、各電気室に設置されるPLCとLANケーブルで接続され、イーサネットプロトコルによって通信を行うものとする。マスターコンピュータはインターフェイスとして機能し、グラフィックを用いて監視制御を行う。また故障履歴や各計測値はサーバコンピュータに蓄積され、データの有効活用が可能なものとする。

中継ポンプ場の無人化に対応するために、遠方監視制御を考慮するものとする。通信方式は携帯電話等の公共無線または専用線(光ケーブル)とする。

## (9) 段階的施工計画

段階的施工計画を立案するには現在流入下水量の把握が基礎となる。

第 I 部 2.4 (2) 1) で述べたようにセンサスに基づく 1 世帯平均人口は全国平均で 1980 年の 5.22 人から 2010 年の 4.31 人へと低下し、Selangor 州では 5.33 人から 3.93 人へと全国平均よりも下がり方が sharp になっている。センサス 2010 については州内の District 別の 1 世帯平均人口はまだ公表されていないが、統計局ではセンサス結果とは別に "Population, Household & Living quarters Malaysia" で District 別の人口、世帯数、1 世帯平均人口予測値を毎年公表している。表 III-5.26 に 2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値を示す。

表 III-5.26 2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値

State / District	Population (‘000)	Household (‘000)	Average Population Per Household
Selangor State	5,102.6	1,374.1	3.7
Gombak	681.3	179.8	3.8
Klang	832.6	208.2	4.0
Kuala Langat	242.1	54.3	4.5
Kuala Selangor	202.0	45.9	4.4
Petaling	1,508.9	438.0	3.4
Sabak Bernam	138.2	30.9	4.5
Sepang	151.7	40.1	3.8
Ulu Langat	1,149.6	325.1	3.5
Ulu Selangor	196.1	51.8	3.8

Source: Department of Statistics Malaysia

表Ⅲ-5.26によれば Cheras-Kajang が属する Ulu Lanagt の 1 世帯平均人口予測値は Petaling の 3.4 人に次いで低い 3.5 人となっている。全国的に見てもこれを下回るのは Pahang 州 Bentong の 3.2 人しかない。経年変化は 2008 年 3.8 人、2009 年 3.7 人、2010 年 3.5 人と減少傾向が続いており、若い世代の流入の多いことをうかがわせる。

このことはもはや 1 Connection = 5 PE が成り立たず、地域によって大きく異なることを示している。これは表 I -2.5 の 1 Connection = 5 PE より計算される州の人口が現在人口を大きく上回っているという事実からも裏付けられる。したがって、実際の流入下水量は Connected PE と以下に述べる 1 人一日計画下水量に基づいて計算されるものよりも 20%～30%少ないと予想される。

「マ」国では 1 人一日計画下水量として 225 Lpcd が標準値として用いられている。Selangor 州における 1 人一日平均使用水量は 212～239 Lpcd (2006～2010 年) であり、1 人一日計画下水量にほぼ等しい値となっている。1 人一日計画下水量について外に論拠のあるデータもないため、225 Lpcd を標準値として用いるものとする。

実測データとの比較例を表Ⅲ-5.27 に示す。これによれば HLT235、HLT165 は上記の結果に近いが、HLT217 は予想流量を遙かに上回る結果となっている。実測流量データは一日の計測結果なのか、ある時間の瞬間値なのかは不明であるが、後者の場合には必ずしも一日平均流量を表さないことに留意する必要がある。

表Ⅲ-5.27 計画流量と実測流量との比較

HLT CD		Connected PE (PE)	Estimated Flow		Measured Flow (m3/day)	Process
			5 PE/Conn. (m3/day)	3.5 PE/Conn. (m3/day)		
HLT235	Bandar Mahkota Cheras	25,944* <sup>1</sup>	5,837	4,086	4,079* <sup>1</sup>	IDEA
HLT165	CherasJaya	21,254* <sup>1</sup>	4,782	3,348	2,500* <sup>1</sup>	SBR
HLT217	Bandar Baru Bangi Sek 9	51,005* <sup>2</sup>	11,476	8,033	14,777* <sup>1</sup>	EA

Source: \*<sup>1</sup> IWK Data

\*<sup>2</sup> Antara Report

統合下水処理場の全体計画処理能力は地下水浸透量を見込んで 920,000 PE であり、これに対し現在の Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の Connectd PE は表Ⅲ-2.1 より 463,000 PE で、全体計画の約 1/2 相当であるが、処理能力をフェーズ 1 として全体計画の 1/2 規模としたときでも、上述したように実際の流下水量は 20～30%少ないと予想されるので、直ぐに満杯になる恐れは少ない。

これに加えて、既存小規模下水処理場はフェーズ 1 ですべて新設統合下水処理場に接続される訳ではなく、フェーズ 1 とフェーズ 2 分けて実施されるため、全体計画の 1/2 規模で

もしばらくは処理能力に十分余裕があると考えられる。

下水処理施設の建設には以下のオプションが考えられる。

- オプション1：全施設を全体規模で一度に造る。
- オプション2：土木・建築施設は全体規模で造り、機械・電気設備は段階的に設置する。
- オプション3：本館を含む建築施設は全体規模で造り、下水処理施設・汚泥処理施設及び機械・電気設備は段階的に設置する。

各オプションの比較を表Ⅲ-5.28 に示す。

**表Ⅲ-5.28 各オプションの比較**

	オプション1	オプション2	オプション3
財務的負担	先行投資は最も大きい 借入の場合、遊休施設の 建設費にも返済が生じ る	先行投資をやや小さく できる	先行投資を最小化でき る
施設の有効利用率	多くの施設が遊休化し 無駄が多い 実際の使用年数は短く なる	土木施設について、オブ ション1と同等	無駄がない
施設・設備変更の柔軟性	機種・方式の変更は難し い	土木施設は将来設置さ れる機械設備のタイプ は変わらないとして用 意されるため実際に設 置するときの柔軟性に 乏しい	既存施設の維持管理状 況を見ながら、増設の際 に機種・方式の変更が可 能 技術の進歩に伴う最新 の資機材が利用可能
維持管理作業への影響	大きな事故が発生した ときの予備として使え る 遊休施設であっても定 期的運転調整が必要と なるため維持管理作業 が増える	大きな事故が発生して も機械電気設備が入っ ていないため予備とし ても使えない	大きな事故が発生した ときには一部無処理で 放流ということも起こ り得る

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-5.28 の検討結果より下水処理施設の建設の考え方としてはオプション3を採用する。下水処理施設の建設は施設の遊休化を防いで財務負担の軽減を図るために、全体計画を2系列として、実際の予想流入下水量に合わせて Phase I、Phase II で各1系列を建設する。

## 6 建設費及び維持管理（O&M）費

### 6.1 事業概要

本プロジェクトの事業概要を表Ⅲ-6.1に示す。

表Ⅲ-6.1 事業概要

No.	施設名	フェーズ 1	フェーズ 2	備考
1	下水処理場	104,000 m <sup>3</sup> /日	103,000 m <sup>3</sup> /日	合計: 207,000 m <sup>3</sup> /日
2	幹線施設 管渠 ポンプ場	300~2,000 mm L=16.5 km 2 箇所		
3	枝線施設 管渠 ポンプ場	100~1,050 mm L=89.7 km 24 箇所		
4	個別腐敗槽(IST)接続 枝線管渠 各戸接続	L=約 69.0 km 約 12,000 戸		

Source: Prepared by the Study Team

### 6.2 建設計画

#### 6.2.1 下水処理場

下水処理場は Kajang 3 の予定地に 2 期（フェーズ 1 及びフェーズ 2）に分けて建設する。フェーズ 1 では 104,000 m<sup>3</sup>/日、フェーズ 2 では 103,000 m<sup>3</sup>/日を建設する予定である。

- 建設期間: フェーズ 1 とフェーズ 2 においてそれぞれ 3 年間
- 処理能力: フェーズ 1 104,000 m<sup>3</sup>/日、フェーズ 2 103,000 m<sup>3</sup>/日、  
合計 207,000 m<sup>3</sup>/日
- 用地面積: 約 7.33 ha
- 建設予定地: Kajang-Semenyih バイパス沿いの Kajang 3 区域下水処理場予定地
- 施設概要: 汚水処理施設  
沈砂池・ポンプ棟、最初沈殿池/反応槽/最終沈殿池、塩素混和池  
汚泥処理施設  
重力濃縮槽、機械濃縮機、脱水機、消化槽、ガスホルダー

#### 6.2.2 幹線施設

新規下水処理場へ枝線管渠を接続する幹線管渠をフェーズ 1 に建設する。

- 建設期間: 約 3 年間 (フェーズ 1)
- 口径: 300mm~2000 mm
- 管材: VCP、RCP、DIP (圧送管用)
- 管延長: 16.5 km
- ポンプ場: 2 カ所

### 6.2.3 枝線施設

既存の小規模下水処理場から幹線管渠へ接続する枝線管渠を建設する。

- 建設期間: 約 6 年間 (フェーズ 1、フェーズ 2 各 3 年間)
- 口径: 100mm~1,050 mm
- 管材: VCP、RCP、DIP (圧送管用)
- 管延長: 89.7 km
- ポンプ場: 24 カ所

### 6.2.4 個別腐敗槽 (IST) 接続

個別腐敗槽 (IST) 地区における約 12,000 戸を下水道に接続する。個別腐敗槽地区までの枝線管渠の建設及び各家庭の個別腐敗槽との接続工事で構成される。

- 建設期間: 枝線管渠: 約 5 年間 (フェーズ 1 2 年、フェーズ 2 3 年)  
各戸接続: 約 5 年間 (フェーズ 1 2 年、フェーズ 2 3 年)
- 口径: 225 mm
- 管材: VCP
- 管延長: 約 69.0 km
- 各戸接続: 約 12,000 戸

## 6.3 建設費

建設費算定のための条件を以下に示す。請負業者の現場経費、間接費、利益は、各経費項目に含む。

### 6.3.1 土木工事

土木工事に関する建設費は、工種ごとの工事単価により算定した。それぞれの項目の工事単価を付属資料 6.1 に示す。これらは収集した他の下水道関連プロジェクトやその他データから集められたコストを分析して作成した。工事単価は以下の項目を含む。1) 人件費、2) 建設資材の価格、3) 建設機器の価格、4) 請負業者の間接費・収益、5) 税金

### 6.3.2 幹線管渠及び枝線管渠

管路建設の単価は、最近の建設工事実績をもとに査定して採用した。

管路建設費は、掘削、埋戻し、管基礎、アスファルト舗装工等を積み上げ、単位数量当たりの単価をベースに算定した。なお、CCTV による点検費用、路面復旧、小規模処理場の廃止費用も見込んだ。

### 6.3.3 機械設備及び電気設備工事

主要な機械及び電気設備については業者見積を行い、その他の機械及び電気設備にかかるコストは、過去の建設費をもとに査定して採用した。

### 6.3.4 建築工事

建築工事にかかる費用は、最近の建設工事実績をもとに建築面積当たり単価によって算出した。

表Ⅲ-6.2 に建設費を示す。建設費の内訳は付属資料 6.1～6.3 に示す。

表Ⅲ-6.2 建設費

(Unit: RM)

No.	施設	概要	項目	フェーズ 1	フェーズ 2	合計
1	下水処理場	汚水処理施設	土木建築工事	146,278,000	84,240,000	230,518,000
			機械工事	97,733,235	80,581,875	178,315,110
		汚泥処理施設	電気工事	62,837,112	42,745,408	105,582,520
			小計	<b>306,848,347</b>	<b>207,567,283</b>	<b>514,415,630</b>
2	幹線管渠	φ300～2,000 mm, L=16.5 km, 2 PS	管路	115,112,520		115,112,520
			ポンプ場	38,553,130		38,553,130
			小計	<b>153,665,650</b>		<b>153,665,650</b>
3	枝線管渠	φ100～1,050 mm, L=89.7 km, 24 PS	管路			291,419,620
			ポンプ場			70,556,350
			小計			<b>361,975,970</b>
4	個別腐敗槽 (IST) 接続	φ225mm, L=68.9km, 12,000 戸	枝線			33,915,342
			各戸接続			71,946,000
			小計			<b>105,861,342</b>
合計			RM			1,135,918,592
			Round RM			<b>1,135,919,000</b>
			円換算			<b>29,893 mil. Yen</b>

Source: Prepared by the Study Team



#### 6.4 建設工程

建設工事は、発注者の行う基本設計実施後に行う。詳細設計及び建設工事の全工程は 36 ヶ月と想定される。請負業者によって建設工事開始される前に実行する詳細設計は、準備工及び人員、設備動員、整地を含み約 6 ヶ月と見積る。工事期間は、下水処理場、ポンプ場建設及び幹線管渠・枝線管渠の敷設に約 30 ヶ月と想定される。個別腐敗槽地区に対する各戸接続工事は工事期間を 60 ヶ月と見積る。図Ⅲ-6.1 に建設スケジュールを示す。



## 6.5 維持管理 (O&M) 費

O&M 費は各年次における人件費、薬品費、電気代、補修費、その他経費に対して算出した。下水管の維持管理作業は専門業者に委託することを想定している。

運転維持管理における年間経費は、下水処理場に対して 20,970,000 RM、ポンプ場に対して 6,400,000 RM、下水管に対して 192,000 RM と算定した。O&M 費の内訳は表Ⅲ-6.3、表Ⅲ-6.4 及び表Ⅲ-6.5 にそれぞれ示す。O&M 費の内訳を付属資料 6.5 に示す。

表Ⅲ-6.3 下水処理場の維持管理にかかる年間経費

	項目	維持管理費(RM/年)
1	人件費	1,926,000
2	塩素	2,115,540
3	高分子凝集剤	3,704,896
4	電気代	8,288,004
5	汚泥処理費	-
6	補修費	1,295,925
7	その他	1,733,037
8	予備費 (10%)	1,906,340
	合計	20,969,742

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-6.4 ポンプ場の O&M にかかる年間経費

	項目	維持管理費 (RM/年)
1	電気	5,713,000
2	スクリーンかす処理費	96,000
3	補修費	286,000
4	その他	305,000
	合計	6,400,000

Source: Prepared by the Study Team

表Ⅲ-6.5 下水管の維持にかかる年間経費

	項目	維持管理費 (RM/年)
1	委託による下水管の清掃	192,000

Source: Prepared by the Study Team

## 7 「全国下水処理事業フェーズⅡ」との関係性

3.1 で述べたように 2009 年 11 月に JPP が策定した”Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat River Basin”では、Selangor 州の Cheras 及び Kajang Sewerage Catchment をそれぞれ、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 2、Kajang 3 の 5 つの sub-catchment に細分し、個々に統合下水処理場を有する独立した処理区にすることを提案している。

一方、2009 年 9 月に作成された JICA の「マレーシア国第二次全国下水処理場事業準備調査」においては、表Ⅲ-7.1 に示す 17 の下水処理場建設事業が優先プロジェクトとして取り上げられ優先順位付けが行われた。この中で、Selangor 州の Batu 11（優先順位 3 位）、Kajang 3（同 4 位）、Kajang 1（同 7 位）、Cheras Jaya（同 7 位）の 4 つのプロジェクトは高い優先順位が与えられているが、前述した JPP が策定した Cheras 及び Kajang Catchment の 5 処理区案の 4 処理区と同じものである（5 処理区のうち残りの Kajang 2 はすでに 2012 年 1 月現在、JPP によりコントラクターの選定が終わり工事着手の段階にある）。

本調査で提案する PPP スキームは、これらの 4 処理区を統合して Kajang 3 の予定地に建設される一つの統合下水処理場の下で管理しようとするものである。

表Ⅲ-7.1 「全国下水処理事業フェーズⅡ」優先プロジェクト

State	Location	Assessment Result	Land Status	Priority
W.P.K.L.	Pantai	40	Completed	1
W.P.K.L.	Jinjang Kepong	39	Under process	2
Selangor	Batu 11	36	Completed	3
Sabah	Kota Kinabalu	34	Completed	4
Selangor	Kajang 3	34	Under process	4
Perak	Papan	33	Completed	6
P. Pinang	Batu Feringghi	32	Completed	7
Selangor	Kajang 1	32	Under process	7
Selangor	Cheras Java	32	Completed	7
Johor	Johor Baru City	29	Under process	10
Sarawak	Miri	29	Under process	10
Pahang	Bandar Kuantan	27	Completed	12
Terengganu	Kuala Terengganu Selantan	26	Under process	13
Johor	Taman Kota Kulai & Taman Puteri Kulai	26	Completed	13
Pahang	Bandar Bentong	22	Under process	15
Kedah	Kota Setar	21	Completed	16
Perak	Kuala Kangsar	21	Under process	16

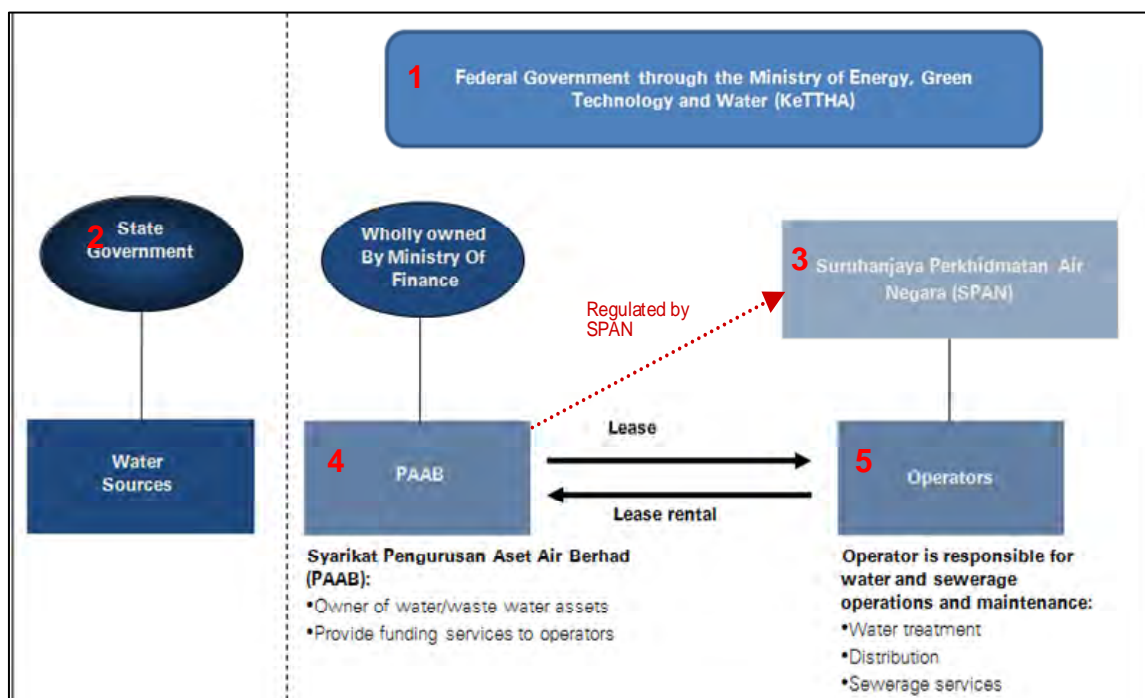
Source: “Preparatory Survey for Sewage Treatment Plant project (II)”, JICA, September 2009

なお、表Ⅲ-7.1 で最上位にランクされている Pantai については、第 I 部 3.4 で述べたように中国系企業により EPC で建設が開始されている。

## 8 案件ストラクチャー

### 8.1 PPP フレームワークの提案

2004年、マレーシア連邦政府は、水サービス産業（上下水道セクター）の改革を実施し、新しい事業モデルを導入。当モデルには、連邦政府、州政府、水事業規制当局、水事業資産保有会社、水事業オペレーターの5者により構成される。当該新規オペレーションモデルの図は以下のとおり。



Source: *The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008*

図Ⅲ-8.1 マレーシア上下水道事業の新しい事業モデル

当該オペレーションモデルの改革は、National Water Service Commission 2006 と Water Services Industry Act 2006 の発布を拠り所としている。

#### 8.1.1 水事業の改革-2006年上下水道事業法（WSIA）施行後

- 制度改革: 水サービス産業にライセンス制度が導入され、Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (以下“SPAN”)又は「水事業規制当局」の下に管理されることとなった。
- 金融改革: 当該改革の下、水サービス産業は、新規設備投資への資金調達を Pengurusan Aset Air Berhad (以下、“PAAB”又は“Water Asset Management Company”)が行うことにより、オペレーターが資産を持たずにオペレーションを行う環境に移行。

新たなオペレーションモデルにおいては、財務省（以下、“MOF”）傘下にPAABが設立された。水サービス産業は、PAABを活用することで、新規設備の資金調達負担を軽減。水事業のオペレーターは資産を持たないオペレーションのみ行う事業体として、またPAABは既存及び新規資産の資金調達を行う主体として、それぞれの役割を分担。また、PAABは以下に挙げる役割も担っている<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> “Inside PAAB” - <http://www.paab.my/inside-paab>

- a) 水関連インフラ資産及びその他関連資産の建設、改装、改善、向上、維持、修繕を行う。
- b) マレーシア国における水資産の開発に関し競争力のある資金調達を行い、SPANにより運営・維持のライセンスを付与された水事業のオペレーターに対しリースを行う。
- c) マレーシア政府が目指す効率的で品質の良い水事業サービスを提供するというビジョン実現に向けて、SPANが行う同国の水サービス産業の改革をサポートする。

更に重要なのは、PAABは通常の産業主体ではコストを回収できないような、長期設備投資資金の調達を行う手法として設立された点にある。

上下水道事業法（WSIA）のコンセプトは、水事業のオペレーターが資産を持たず、PAABが資金調達と水資産のリースを行うことにより、資金調達負担からの開放を実現する手法であると理解される。ただし、水道資産や下水道資産の改善に多額の投資が必要となることを見据えると、PAABは既存資産の集中化と新規資産の建設のため、いずれ財務体質の悪化に直面するものと考えられる。

モデルプロジェクトは、PPPスキームを導入し、公的機関（PAAB、またはJPP/IWK）の新たな下水道整備（下水処理場、下水管ネットワーク）への資金調達負担を軽減させるとともに、PAABが現行上水セクターと同様の役割を担うスキームを提案する。

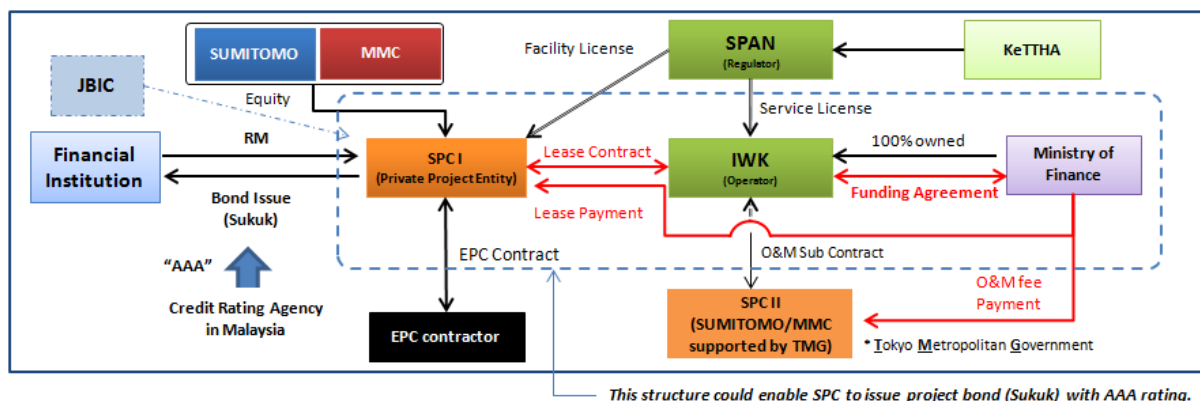
この点、モデルプロジェクトのコンセプトは、下水道セクターの改革を、現行の水道セクターの改革に追いつくべく、推進させるものである。PPPスキームの下水道インフラ開発への導入により、PAABは水道セクターの改革に注力することが可能となる。

下水道セクターが、PPP主導の下、オペレーションの効率化や財務体質の改善により合理化された際には、上下水道セクター双方の統合にも寄与できる。

## 8.2 投資ストラクチャー

株主からの拠出金がモデルプロジェクトの資本金となる。MMCと住友商事は二つの特別目的会社（以下、“SPC”）を設立予定：

- SPC Iは、開発・設計・エンジニアリング・調達・建設・資金調達を実施。SPC Iは、IWKとMOFとの間でリース契約を締結。SPANからファシリティライセンスを取得後、SPC Iはプロジェクトの資産所有会社となり、MOFからリース料の支払いを受ける。
- SPC IIはプロジェクトの運営・管理を実施。SPC IIは、IWKとMOFとの間でO&M下請契約を締結し、オペレーションの対価はMOFより支払われる。SPC IIは、IWKからサービスライセンスを下請けする。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-8.2 マレーシアの下水道事業を合理化するための PPP スキーム案

### 8.3 ファイナンスストラクチャー

プロジェクトの借入金部分は、民間機関アレンジによるプロジェクトファイナンス仕立ての下、マレーシアリング建債券の発行により行う。適切な契約形態を確立することで、長期投資家を確保。詳細は第 10 章にて後述。

### 8.4 契約ストラクチャー

上下水道事業法（WSIA）での現行のライセンス制度の下、モデルプロジェクトの中核契約をリース契約とする、リーススキームの適用を計画。今後のステージにおいて協議されるべき主たる契約書は以下のとおり。

- SPC I、MOF、及び IWK、3 者間におけるリース契約
- SPC I と EPC コントラクター間における EPC 契約
- SPC II、MOF、及び IWK、3 者間における O&M 契約

本モデルにおいては、連邦政府と IWK がコンセッション契約上の排他的権利を SPC I に対し放棄することにより、SPC I は上下水道事業法（WSIA）スキーム上でのファシリティライセンスを獲得できることを想定。

SPC I は、ファシリティライセンスの所有者として、プロジェクトの設備を IWK（下水道のサービスライセンス保有者）へリースを行う。

O&M 下請契約においては以下の点を強調したい：

上下水道事業法（WSIA）の第 12 条は以下のとおり規定：

“(1) The grant of an individual licence under Section 9 shall be personal to the individual licensee and the individual licence shall not be assigned, sub-licensed or transferred to any other person except with the prior written approval of the Minister.

<和訳>

(1) 第9章の下許可された個別ライセンスは、当該個別ライセンス保有者に属するものとし、当該個別ライセンスは、所管大臣の事前の書面による承認なく、第三者へ譲渡、下請、又は移転させてはならない。

(2) An individual licensee who assigns, sub-licenses or transfers its individual licence to any other person without the prior written approval of the Minister commits an offence and shall, on conviction, be liable to a fine not exceeding three hundred thousand ringgit or to imprisonment for a term not exceeding three years or to both.”

<和訳>

(2)所管大臣の事前の書面による承認なく、個別ライセンス保有者が、個別ライセンスを第三者に対して譲渡、下請、又は移転させた場合、有罪確定をもって、300千リング未満の罰金、又は3年未満の禁固刑に処する。

上記のとおり、個別ライセンスの譲渡または下請けは、所管大臣の書面による承認が必要となっている。また、IWKが既存のコンセッション契約を保有する関係上、IWKのライセンスが下請け可能なのかどうかは確認が必要である。

MMC及び住友商事は、SPC Iのスポンサーとして、下水道設備及び下水管ネットワーク設備の設計・施工の責務を負う。SPC Iは有能かつ信頼できるEPC契約者を選定。しかしながら、IWKは引き続き政府とのコンセッション契約主体であり、以下の条項「条項(c) 計画、設計、建設、及び新規公共下水システムの稼働を行う」があるため、当該排他的権利を持つIWK及び連邦政府に対し、新規下水道システムの建設を行うことにつき許可を要請したい。

当該モデルは上下水道事業法（WSIA）により求められるモデルに合致している。上下水道事業法（WSIA）は、ファシリティライセンスとサービスライセンスは、それぞれ別の主体により保有されるべきものと想定。これは、より効率的なサービスの提供を実現するため、上下水道事業法（WSIA）スキームが形成された際に打ち出された考え方である。



## 9 ファイナンスプラン

### 9.1 ファイナンスプランの提案

モデルプロジェクトのファイナンスプランを検討するにあたり、その前提として、マレーシア政府は以下の点を考慮すべきである：

- **民間ファイナンス**を下水道プロジェクトに導入することで、公的セクターによる資金調達責任、及び建設・運営責任を軽減すること。前述のとおり、PPP ストラクチャーによる民間主導のファイナンスを導入することで、建設・運営責任及び資金調達責任を、そのまま民間側に負担させることが可能。しかしながら、マレーシアにおける債券マーケットの投資家は特にリスク逃避的である等、同国債券市場には、斯様なハードルが存在するのも事実。このため、保険会社や労働者共済組合等の年金基金が主たる投資対象とするのは、同国内格付けで AAA クラスの債券になることが通常である。
- リスク逃避的な機関投資家を、**長期資金調達が必要となる下水道インフラストラクチャープロジェクトに活用**するために、公的セクターと民間セクターのリスクシェアリングを最もバランスの取れた形で合意させる必要がある。
- 取引量において世界屈指のイスラム金融市場であるマレーシア国の金融市場環境を活用し、モデルプロジェクトとしてより多くの投資家を募ることができる。

上記に基づき、モデルプロジェクトのファイナンスについては、SPC (MOF とのリース契約による保全あり) からイスラム債を発行する形態による資金調達をベースケースとして提案したい。

#### 9.1.1 MOF とのリース契約により保全される SPC がイスラム債を発行するスキーム

##### 概要

本プロポーザルによるファイナンスプランにおいては、MOF とのリース契約により保全される SPC (民間セクターが株主となる) が、イスラム債 (スクーク) を発行し資金調達を行う (図Ⅲ-8.2 参照)。

##### ファイナンスの詳細

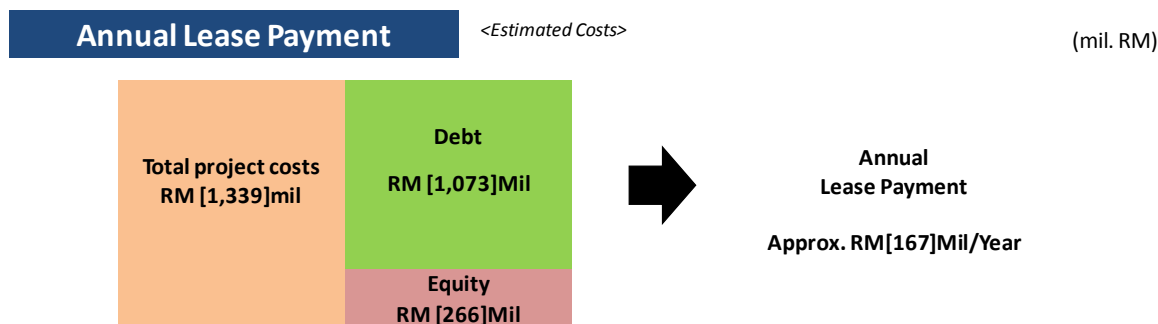
当該ストラクチャーにおいて、SPC は債券保有者に対してクーポンの支払いを行う。SPC によるイスラム債 (MOF とのリース契約により保全) にかかるファイナンスコストは以下のとおり想定；

(1)参照レート： 5.24%(20年)

- 2011年10月24日付マレーシア国債利回りを参照
- プレミアム：約 1.13% (AAA 格付保有の一般事業法人の平均水準)
- マレーシア 20年国債の利回りは 4.11%

#### 9.1.2 設備投資に対する年間リース料

総額約 1,339 百万リングとなるプロジェクトコスト想定額は、借入金及び資本金の比率 80:20 の割合で資金調達される。(借入金：約 1,073 百万リング、資本金：約 266 百万リング)。年間リース料は、操業開始となる 2016 年から開始され、20 年間に亘って MOF より支払われる。当該前提で、年間リース料は約 167 百万リングと試算。詳細は下記のとおり。



Source: Prepared by the Study Team

### 図Ⅲ-9.1 MOF が SPC 1 へ支払う予想年間リース料

本件によるマレーシア政府にとっての利点は以下 2 点:

- モデルプロジェクトの建設にかかる資金は、全額民間セクターにより競争力のある水準で調達される点。
- 年間リース料の支払は、下水処理場完工後から開始となるため、建設にかかる大規模な資金を初期段階で一気に負担せねばならないと言う状況から、政府を解放することができる点。

当該前提条件の鍵は、MOF が下水処理場完工後の年間リース料支払いに合意すること。

#### 9.1.3 年間のオペレーション費用

モデルプロジェクトで建設する下水処理場のオペレーションに関与すべく、MMC 及び住友商事は O&M 下請け会社を設立予定。当社は 2016 年の操業開始から 20 年間に亘り、オペレーションサービスを行う予定。

オペレーション費用の予想年間平均コストは約 31 百万リングで、当該コストには、汚泥の廃棄にかかるコストも含む。下水汚泥には、肥料の主要成分となるリンと窒素が豊富に含まれるため、適切に処理された汚泥を肥料会社に無償で供給する場合、汚泥の廃棄にかかるコストがセーブできるので、約 6.2 百万リングのオペレーションコスト削減が見込まれる。

#### 本提案のファイナンスプランの利点

プロジェクトファイナンスをベースとする資金調達の場合、保証料まで勘案すると 1.5% ~ 2.5% 程度 PAAB の推定ファイナンスコストより割高となる。しかしながら、本プロジェクトにおいては民間セクターに資金調達をさせるため、政府として債務負担軽減のメリットを享受できる。

本件は、MOF が年間リース料を支払うスキームとなっており、SPC が発行するイスラム債は同国内において AAA と格付される可能性が高く、多くの投資家を募ることが可能となる。

加えて、長期イスラム債の活用は、マレーシア政府が掲げる、国際イスラム金融市場のハブとして同国金融市場を拡大する、との方針に合致するものでもある。

## 9.2 海外からのファイナンスプログラム

#### 日本政府のファイナンス支援の可能性

現在、日本政府は、日本企業が関与する国際的なインフラ事業を支援するため、様々なファイナンスプログラム（以下、「日本ファイナンス」と呼ぶ）がある。日本ファイナンスは、案件の信用力次第では、期間 20 年に達するような長期資金を供給することが可能であ

り、本件のようなケースも含め、プロジェクトホスト国の便益に資する資金調達を支援することが可能。

今回提案のモデルプロジェクトのファイナンスは、SPC が発行するマレーシアリング建イスラム債による資金調達により行われることを想定しているが、JBIC もまたモデルプロジェクト向けの競争力あるファイナンススキームを検討中である。

このほか、2007 年、JBIC は Bank Negara Malaysia とアジア地域におけるイスラム金融推進に貢献すべく MOU を締結。JBIC はイスラム金融の研究、及びイスラム金融とのネットワーク構築に向け熱心に活動している。

日本ファイナンスの活用を通じ、日本とマレーシア両国の政府間(G2G)の関係強化に資することも見込まれ、長期間に亘るインフラ事業にとって重要な要素となりうる。

日本政府は、実際に、JICA を通じた IWK 技術者の派遣受け入れ、及びマレーシアにおける OJT での技術指導を実施するなど、インフラ整備向け資金のサポートだけでなく、下水道セクターの技術向上のための支援も視野に入れている。

本モデルプロジェクトが無事成功した際には、将来他の下水道事業にも同じスキームの適用が可能となり、マレーシア国の下水道事業は長期に亘って持続可能なものなるだろう。そのためには、長期ファイナンスが必ず必要となり、日本ファイナンスは大きな助けとなる可能性を秘めている。

## 10 金融・経済分析

### 10.1 概要

マレーシア政府は、将来の経済発展を見据え、実効性の高い公共投資を計画・実行しなければならないが、実際の計画においては効率性や効果面で疑問が持たれている。特に、途上国においては、限られたリソースの中、公的サポートなくして最良の投資計画を選択するのは困難である。

マクロ経済指標という点で、確かに GDP は政府による直接支出により成長する。しかしながら、効率性や効果を十分に検証しない公共投資は、巨額の財政赤字を生み、将来世代に大きな負担を強いるという結果をもたらす。これは、多くの先進国が既に歴史的に経験しており、かつ現在も続いている事実である。

投資の効果及び効率性を査定する方法として、費用便益分析（Cost-Benefit Analysis, 以下「CBA」と呼ぶ。）が通常適用される。この方法においては、「便益」として定量化できる要素と、「費用」として定量化できる要素の比較を行う。まずは、当該ビジネス、或いは社会全体が最終的に差し引きでどれだけの「便益」を享受できるか数量化することから始める必要がある。

当該方法においては、想定される計画によりもたらされる全ての便益と費用をシステムチックに見積り、その他選択肢との比較を行う。CBA は、想定される計画により影響を受ける全てのコミュニティに発生する利益と損失を考慮する。当該分析は、単にプロジェクトの財務的側面だけではなく、それ以外の有形無形の外的要因も含めて行われる。

本章においては、当該方法を参照のうえ、モデルプロジェクトに関係する要素の定量化を試み、定量面と定性面それぞれで比較優位であることを確かめたい。

5.7 にて言及のとおり、モデルプロジェクトの前提として、既存の Langat 地区に点在する小規模の下水処理設備は取り壊したうえで、東京都の持つ技術面での知見を活かし、Kajang 3 サイトに大型の下水処理場を建設する。これに対し、JPP の計画は、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 3 の 3 箇所に下水処理場を建設するもの。JPP の計画については、合理的な想定値を用いて、モデルプロジェクトとの比較を実施した。

### 10.2 財務及び経済分析における主要想定条件

#### 10.2.1 ストラクチャー

##### (1) Langat Model Project Proposal

8.2 にて言及のとおり、MMC と住友商事が設立する SPC I と SPC II により EPC、O&M 及び資金調達までを実施。民間セクターの長期間に及ぶ深い関与が本ストラクチャーの鍵となる。

##### (2) JPP Project

JPP が従来からの方法に従い、コンサルタント入札及び建設工事入札を行い、下水処理場を 3 箇所に建設する計画。

#### 10.2.2 設備投資

##### (1) Langat Model Project Proposal

設備投資は、実際に必要となる処理能力（PE）に応じ、二段階に分けて実施。6.3 に記述

のとおり、両方の段階において、下水処理場、下水管ネットワーク、環境技術設備を含む。本案件で提案の下水処理設備は、4 エリア (Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 3) をカバーする大規模下水処理場を限られた土地に建設するため、東京都により開発された深層曝気法を取り入れる。

## (2) JPP Project

設備投資は、当方提案と同じく、2 段階に分けて行われるものと推定した。3 箇所に散らばる下水処理場を別々に建設するため、規模の観点から、設備投資額はモデルプロジェクトより高くなるものと想定。

### 10.2.3 オペレーションコスト

#### (1) Langat Model Project Proposal

モデルプロジェクトのオペレーション費用は、塩素、ポリマー、電気代、人件費、修繕費、またポンプ場と下水管渠における電気代、及び修繕費が含まれる。汚泥処分コストも含めて試算しているが、汚泥を肥料会社が引取る場合には、汚泥処分コストの削減も可能となる。

#### (2) JPP Project

JPP プロジェクトにおけるオペレーション費用は、モデルプロジェクトと同じベースで試算している。JPP プロジェクトの場合、3 箇所の異なる場所でオペレーションが行われるため、非効率なオペレーションとなることが想定され、それ故、消費財の余剰ストックやより多くの人員配備が必要となる点を勧告し、オペレーション費用は高めになるという結果を想定。

### 10.2.4 ファイナンス

#### (1) Langat Model Project Proposal

モデルプロジェクトの資金調達には、資本金 20%、借入金 80%を想定。借入金は SPC 発行のスクーク債による調達を想定。詳細は下記のとおり；

表Ⅲ-10.1 LMP ファイナンスの想定

Funding source	Equity	SPC Sukuk
Share	20%	80%
Tenor	-	24 years including construction period
Assumed Rate	-	5.24%

Source: Prepared by the Study Team

なお、上記期間及び金利については、今後より精緻な検証が必要でありその結果によって変わりうるものである点を補足する。

#### (2) JPP Project

JPP プロジェクトについては、資金調達は政府の予算配分により行われるため、参考となる金利水準は存在しない。ただし、このような形で調達を続ける場合、政府の負債は拡大し財務体質をより悪化させる結果をもたらす。本件においては、モデルプロジェクトと同じ金利水準を想定した。

表Ⅲ-10.2 JPP Project ファイナンスの想定

Funding source	Commercial Bank
Share	100%
Tenor	24 years including construction period
Assumed Rate	5.24%

Source: Prepared by the Study Team

### 10.2.5 収入

モデルプロジェクト及び JPP プロジェクト共に、収入は予想利用人口×平均料金とし、同じ条件を想定した。

### 10.2.6 経済便益

モデルプロジェクトと JPP プロジェクトの経済便益に関する詳細は後述。本分析においては全ての便益をカバーするのではなく、まずは最も明確化できかつ計測可能なものとして土地再開発に伴う便益の分析を行った。当該方法を採用した理由は、他の方法での定量化が困難という理由だけでなく、本便益はいかなるケースにも適用可能な方法だからである。また、他の可能性の高い経済便益についても検討項目として取り上げることとした。

#### (1) Langkat Model Project Proposal

##### 1) 土地再開発

下水処理場を集約化することで、既存の下水処理施設を廃止し、廃止となった設備の跡地は別の目的での再利用が可能となる。また、JPP 計画では下水処理場の用地として考えられている Cheras Batu 11 と Cheras Jaya についても、モデルプロジェクトの場合は、別の目的での土地利用が可能となる。費用便益分析においては、当該利用可能となった土地の見積価格を活用した。

##### 2) 電力コスト削減

環境技術（バイオガス発電設備）の導入により、本設備にて発電する電気を下水処理場の運転に利用できる。バイオガス発電による想定発電量は、およそ 3,500,000kwh/年。

##### 3) CO<sub>2</sub> の削減

コペンハーゲン気候変動サミットにおいて、ナジブ首相は 2020 年迄に CO<sub>2</sub> 排出量を 2005 年の水準比 40% まで削減する宣誓を行った<sup>2</sup>。これは、42.2 百万トンに及ぶ CO<sub>2</sub> の削減に相当する<sup>3</sup>。汚泥から発生するメタンガスを燃料に発電を行うことにより、CO<sub>2</sub> 換算で 21 倍もの温暖化ガス削減効果をもたらす。

##### 4) 再生可能エネルギー（RE）の将来

マレーシアが先進国入りするための重要戦略として、新経済モデルと第 10 次マレーシア計画は、その基礎をなすものである。特に、民間セクターの参画こそが変革を進める原動力となる点が強調されている。新経済モデルに沿う形で、マレーシア政府は環境技術や持続可能な開発を促進しようとしている。

再生可能エネルギー法の下、フィードインタリフ（“FiT”）が認められる 4 つの再生可能エネルギー（“RE”）は、バイオガス、バイオマス、小規模水力、太陽光発電。現在、

<sup>2</sup> Najib Returns from Copenhagen, The Star Online, 20 December 2009

<sup>3</sup> Enter a New Era of Green Energy, The Star BizWeek, 3 December 2011

発電された電力は下水処理場の運転に利用することを想定するが、今後当該発電設備を拡張して、フィードインタリフ(“FiT”)制度を適用することも可能になる。斯様に環境技術を取り入れて行くことで、マレーシアの火力発電への依存度を軽減することができる。

#### 5) Langat 川の汚染軽減

Langat 川は高レベルのアンモニアにより汚染されている。その他、Langat 川汚染の要因は、工場排水、不法投棄、ごみ埋立地からの漏出、家庭排水、河川の環境変化に伴う水質変化などである。これらの状況に加え、既存下水処理場が正常に機能しないため、下水処理場からの排水が排出基準値を満たしておらず、更なる河川の汚染を引き起こし、Cheras Batu 11 浄水場での取水停止と言う事態に至ったこともある。モデルプロジェクトでは、大型下水処理場の建設により、Langat 川上流にある既存下水処理場を廃止することができ、上述した問題の解決に繋がる。また、ステップ流入二段式生物学的脱窒法により、高レベルの脱窒作用を通じて、アンモニアを抑えることが可能となる。

#### 6) 技術移転

東京都による技術移転を予定。技術移転による効果を定量化するのは困難だが、モデルプロジェクトを通じてオペレーションを効率化できる点は、追加的な価値向上と言える。

### (2) JPP Project

JPP プロジェクトにおいては、モデルプロジェクト同様に、既存の下水処理設備を取り壊すことにより、別目的に利用できる土地の価格を経済便益として考慮。ただし、Cheras Batu 11 と Cheras Jaya は下水処理場の用地として必要となるため、これらの土地価格が含まれない分、モデルプロジェクトよりも低い価値となっている。

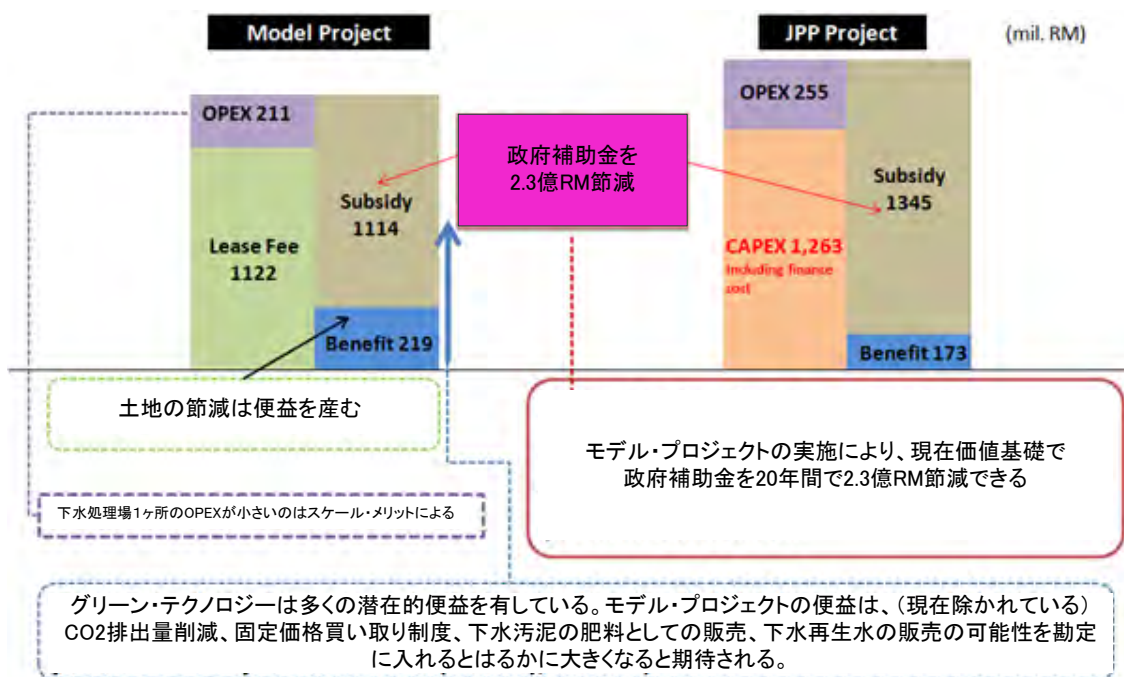
## 10.3 財務・経済分析による評価

上記想定条件の下、モデルプロジェクトと JPP プロジェクトの財務・経済分析を実施。現在価値ベースでの分析結果は図 III-10.1 のとおり。

分析の結果、主要な財務・経済便益の詳細は以下のとおりとなる：

- 投下資金及びオペレーションコストの低減—現在価値ベースで、モデルプロジェクトの初期投資コストは 1,122 百万リング、20 年間に亘るオペレーションコストは 211 百万リングとなる。また、経済便益としては 219 百万リング。一方、JPP プロジェクトは、初期投資コストが 1,263 百万リング、オペレーションコストは 255 百万リング、経済便益は 173 百万リングとなる。その結果、JPP プロジェクトに比べて、モデルプロジェクトでは、230 百万リング分の政府補助金節約効果をもたらす。
- 優位な借入条件での民間ファイナンス活用 —モデルプロジェクトは借入金：資本金比率が 80:20 での資金調達を計画。借入金の調達コストは借入金部分の 80% に対し 5.24% を適用。JPP プロジェクトに関しては 100% に対して同等の金利を適用。

経済便益—モデルプロジェクトは様々な経済便益をもたらすが、とりわけ Cheras Batu 11 と Cheras Jaya の土地利用価値に係る部分のインパクトが大きい。その他の経済便益としては、オペレーションコストの削減、CO<sub>2</sub> 排出量の削減が挙げられる。環境技術を活用した Langat 川の汚染への対応や、東京都の専門家によるマレーシアへの技術移転も経済的価値となり得る。



Source: Prepared by the Study Team

図Ⅲ-10.1 LMP と JPP プロジェクト間の現在価値基礎での比較

#### 10.4 事業採算性分析

本章においては、第8章の案件ストラクチャーに記載されている、SPC I について採算性を分析する。SPC I について現時点で想定している条件を表Ⅲ-10.3 に記載する。

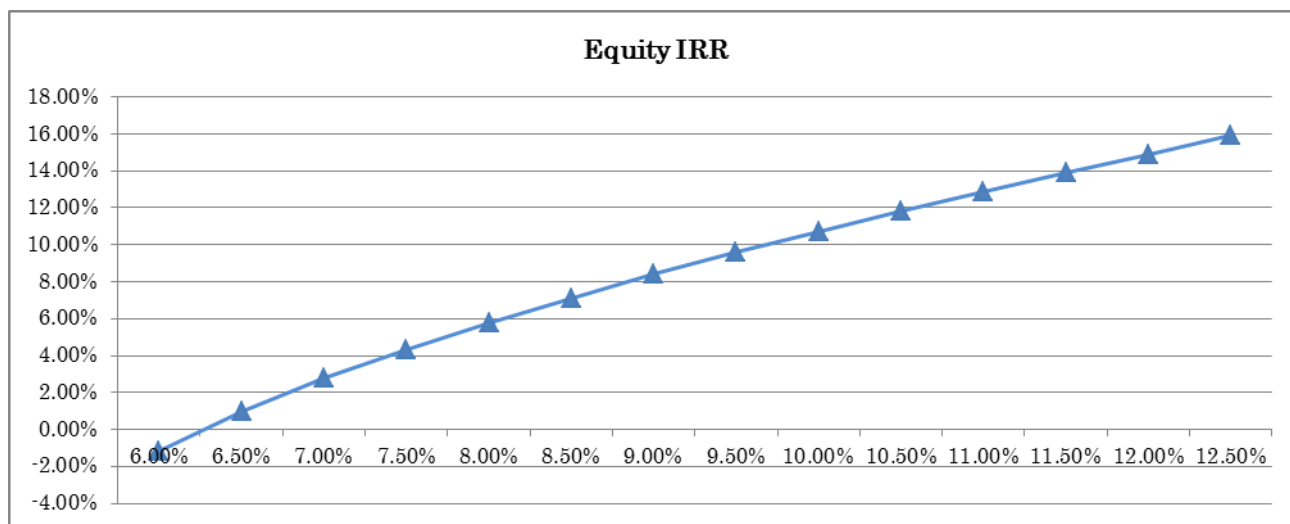
表Ⅲ-10.3 事業採算性分析の条件

	Phase I	Phase II	Total
総プロジェクトコスト	RM 800,000 千 (216 億円)	RM 600,000 千 (162 億円)	RM 1,400,000 千 (378 億円)
借入コスト	6.0% p.a.	6.0% p.a.	
借入期間	20 年	20 年	
ファイナンス・クローズ	2012/9/30	2015/3/31	
建設期間	3.5 年	3 年	
リース期間	20 年	20 年	
Debt : Equity	80:20	80:20	
事業者出資額	RM 80,000 千 (21.6 億円)	RM 60,000 千 (16.2 億円)	RM 140,000 千 (37.8 億円)

総プロジェクトコストは、建設期間中の金利を含む前提で、表Ⅲ-6.2 記載の建設費より高



めに設定した。借入コストについては、**10.2.4**において、5.24%を想定しているが、保守的に6%で設定した。SPC Iは前述のとおり、下水道処理施設と下水管網をIWKにリースする事業形態であることから、リース利回りを変動要素として、株主の内部収益率(Equity IRR)にどのような影響を与えるかを分析した。リース利回りに対する株主の内部収益率の推移をグラフにすると、**図III-10.2**のとおりとなる。



**図III-10.2 リース利回り (X 軸) に対する株主の内部収益率 (Y 軸) の推移**

仮に、Equity IRR を15%と目標とする場合、リース利回りは12.03%となる。Equity IRRの計算においては、ファイナンスクローズからリース料が回収される操業開始までの建設期間中は出資金が払い込まれ、いわば株主の目線に立った場合、キャッシュアウトの状態となることから、完工後に回収を開始するリース料の利回りと借入コストを単純に比較できるものではないが、相応の採算性を確保するためには、リース利回りは少なくとも2桁レベルを維持したいところである。Equity IRRを15%、リース利回りを12.03%とした場合の、キャッシュフロー計算書、損益計算書、貸借対照表を**表III-10.4**に示す。

表III-10.4 キャッシュフロー計算書、損益計算書、貸借対照表

<b>Cash Flow Statement</b>										
(000M YR)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cash Flow from operating activities	0	0	0	50,220	51,335	93,017	95,154	97,464	99,961	102,663
Cash Flow from investing activities	-228,571	-228,571	-428,571	-200,000	-200,000	0	0	0	0	0
Cash Flow from financing activities	228,571	328,571	314,286	149,780	48,665	-93,017	-95,154	-97,464	-99,961	-102,663
<b>Cash Flow</b>	<b>0</b>	<b>100,000</b>	<b>-114,286</b>	<b>0</b>	<b>-100,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>Income Statement</b>										
(000M YR)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Lease Revenues	0	0	0	95,967	94,653	165,151	162,504	159,530	156,187	152,429
Finance Costs	0	0	0	-38,145	-37,096	-64,592	-62,624	-60,536	-58,321	-55,971
General Adm n. Costs	0	0	0	-5,000	-5,000	-5,000	-5,000	-5,000	-5,000	-5,000
<b>Profit before tax</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>52,822</b>	<b>52,557</b>	<b>95,559</b>	<b>94,881</b>	<b>93,994</b>	<b>92,866</b>	<b>91,458</b>
Tax	0	0	0	-13,205	-13,139	-23,890	-23,720	-23,499	-23,216	-22,865
<b>Profit after tax</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39,616</b>	<b>39,418</b>	<b>71,669</b>	<b>71,160</b>	<b>70,496</b>	<b>69,649</b>	<b>68,594</b>

<b>Balance Sheet</b>										
(000M YR)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cash	114,286	214,286	100,000	100,000	0	0	0	0	0	0
Lease Assets	0	0	800,000	789,397	1,377,479	1,356,131	1,332,137	1,305,169	1,274,857	1,240,788
Construction in Progress	342,857	571,429	200,000	400,000	0	0	0	0	0	0
<b>Total Assets</b>	<b>457,143</b>	<b>785,714</b>	<b>1,100,000</b>	<b>1,289,397</b>	<b>1,377,479</b>	<b>1,356,131</b>	<b>1,332,137</b>	<b>1,305,169</b>	<b>1,274,857</b>	<b>1,240,788</b>
Debt	365,714	628,571	880,000	1,022,770	1,084,490	1,052,174	1,017,890	981,518	942,931	901,994
Capital Stock	91,429	157,143	220,000	260,000	280,000	280,000	280,000	280,000	280,000	280,000
Retained Earnings	0	0	0	6,627	12,989	23,958	34,248	43,651	51,926	58,794
<b>Equity</b>	<b>91,429</b>	<b>157,143</b>	<b>220,000</b>	<b>266,627</b>	<b>292,989</b>	<b>303,958</b>	<b>314,248</b>	<b>323,651</b>	<b>331,926</b>	<b>338,794</b>

キャッシュフロー計算書においては、現時点では便宜的に借入返済後の余剰資金は全て株主に還元される前提で作成している。損益計算書においては、リース会計を導入しており、プロジェクトコストを金融資産としてとらえ、金融資産に対する金利収益を Revenue として計上していることから、事業年度前半の方が会計上の利益が大きくなる計算となる。即ち、リース料を元利均等返済金額としてとらえており、リース料に占める金利支払額と元本返済相当の割合が、初期の方が金利支払い額の割合が大きいということである。また、法人税の計算においては、マレーシアの税率である 25%を使用した。貸借対照表については、リース会計を適用していることから、リース対象物件である下水処理場、下水管網は固定資産ではなく、金融資産として計上されている。

Phase II 完工後の 2018 年度において、税後利益はリングギット建てで 71,733 千となる。仮に、SPC I の日本側出資比率を 50%、レートを 27 円と想定した場合、持分法損益として約 10 億円の利益が期待できる事業となる。2018 年度がリース会計を適用している関係上、最高益が見込まれる。ただし、これがリース利回り 8%となると、4 億円以下となり、如何に

リース利回りを高いレベルで契約するかが、事業採算上大きな要素となっている。

なお、SPC II については、その業態上、大きな設備投資を必要とせず、O&M コストをカバーする O&M フィーを何%のマージンを乗せて回収するか、という収益構造となることから、多数の利益変動要素は存在しないと見込んでいる。

## 11 運用・効果指標

提案プロジェクトの進捗状況及び効果を把握するための運用・効果指標を表Ⅲ-11.1、表Ⅲ-11.2のように定める。

### 11.1 運用指標

運用指標は目標を達成するために、どれだけ効率よく下水道事業を運用しているかを示すものである。

調査対象地域においてはすでに多数の既存小規模処理場において下水処理が行われているが、ここでは新設される統合下水処理場として運用状況を示すために現況はゼロとなる。

- 汚水処理人口と汚水処理量は既存小規模下水処理場流入下水の公共下水道への接続替え、個別腐敗槽地区の公共下水道への接続によって増大する。汚水処理人口は家庭接続数と平均1世帯人口によって求められるが、平均1世帯人口は1接続=5PE=5人ではなく、統計局が発表する人口と住宅に係るセンサス結果を基に発表する実際の平均1世帯人口とする。
- 施設使用率は増設の必要性の判断基準となるもので、増設が完成すると施設使用率は大きく低下する。
- 今回のプロジェクトは多数の小規模処理場を一つに統合することを目標の一つにしており、下水道事業の進捗状況を測る目安となる。
- 個別腐敗槽の公共下水道接続が公費負担でプロジェクトに含まれる場合には個別腐敗槽接続率も下水道事業の進捗状況を測る目安となる。
- 幹線管渠整備率はあらかじめ幹線に指定された区間における下水道事業の進捗率を測る目安となる。
- BOD<sub>5</sub>除去率は統合下水処理場が所定の機能を発揮しているかをチェックするものである。
- 汚泥再利用率は発生汚泥が埋立処分以外に有効利用されたどうかを測るもので、消化ガス発電、肥料としての再利用が想定される

### 11.2 効果指標

効果指標は住民生活が快適になることと水環境が保全されることを示すものである

- 放流先の水質改善状況はランガット川のDOEの水質観測地点におけるBOD<sub>5</sub>測定結果の平均値として、調査対象地域の下水が集まるランガット川とその支川のジェロー川合流点の上流(L04地点)とする。
- 下水道人口普及率は下水道の利用状況を示すもので調査対象区域内の人口はセンサス人口を基準とし、センサス実施後に見直しを行うものとする
- 有機性汚染の代表的指標としてのBOD<sub>5</sub>、処理方式に採用した窒素除去プロセスの効果を示すT-N、既存下水処理場で最も達成状況の悪いO&Gに着目して、下水処理水排水基準達成状況をチェックする。
- 電力削減率はグリーンテクノロジー効果を測る目安とする

表III-11.1 下水道運用指標

区分	指標名	指標計算方法	目標値				目的
			現在	2016	2020	2025	
基本	汚水処理人口	$= (\text{家庭契約数}) \times (\text{平均所帯人口})$	0	570,000	670,000	750,000	
基本	汚水処理量	指標名の通り	0	128,000 m <sup>3</sup> /day	151,000 m <sup>3</sup> /day	169,000 m <sup>3</sup> /day	小規模下水処理場の統合が進んでいるかを評価
基本	施設使用率	$= (\text{日平均処理量}) / (\text{処理能力})$	0	62%	73%	82%	
補助	既存処理場統合率	$= (\text{接続処理場数}) / (\text{既存処理場数})$	0	30%	100%	100%	小規模下水処理場の統合が進んでいるかを評価
補助	個別腐敗槽接続率	$= (\text{接続個別腐敗槽数}) / (\text{既存個別腐敗槽数})$	0				(オプシオン)個別腐敗槽の解消が進んでいるかを評価
補助	幹線管渠整備率	$= (\text{整備済み延長}) / (\text{計画総延長})$	0	100%	100%	100%	下水道整備が適切に実施されているかを評価
補助	BOD <sub>5</sub> 除去率	$= (\text{流入BOD}_5 - \text{流出BOD}_5) / \text{流入BOD}_5 \times 100$	0	95.6%	95.6%	95.6%	下水処理が適切に行われているかを評価
補助	T-N除去率	$= (\text{流入T-N} - \text{流出T-N}) / \text{流入T-N} \times 100$	0	66%	66%	66%	下水処理が適切に行われているかを評価
補助	汚泥再利用率	$= (\text{再利用量}) / (\text{発生量})$	0				(オプシオン)
補助	消化ガス発電量		0				(オプシオン)グリーンテクノロジーが適切に行われているかを評価

Source: Prepared by the Study Team

表III-11.2 下水道評価指標

区分	指標名	指標計算方法	目標値				目的
			現在	2016	2020	2025	
基本	放流先水質改善状況	BOD <sub>5</sub> を指標として年間24回測定 of 平均値					対象地域において下水道整備による水質改善効果が発揮されているかを評価
基本	下水道入口普及率	$= (\text{下水道接続人口}) / (\text{計画区域内予想人口})$					整備された下水道が利用されているかを評価
補助	BOD <sub>5</sub> 排水基準達成率	$= (\text{基準値以下のサンプル数}) / (\text{総サンプル数})$ 測定頻度: 週1回		100%	100%	100%	代表的有機性汚濁指標の排水基準遵守状況
補助	T-N排水基準達成率	$= (\text{基準値以下のサンプル数}) / (\text{総サンプル数})$ 測定頻度: 週1回		100%	100%	100%	処理方式の窒素除去効果が発揮されているか
補助	O&G排水基準達成率	$= (\text{基準値以下のサンプル数}) / (\text{総サンプル数})$ 測定頻度: 週1回		100%	100%	100%	難しいとされるO&G除去に対応できているか
補助	電力削減率	$= [(\text{消化ガス発電量}) + (\text{太陽光発電量})] / (\text{総電力使用量})$					(オプシオン)代替エネルギーによる電力量の節減効果を評価

Source: Prepared by the Study Team

## 第IV部 環境社会配慮

## 1 環境と社会配慮に係る一般条件

### 1.1 環境社会配慮に係る法的枠組み及びその組織

#### 1.1.1 環境社会配慮に係る法制度

表IV-1.1 に、環境社会配慮に係る法律・規則を示す。

表IV-1.1 環境社会配慮に係る法と規則

環境法	内容
環境質法 1974 年、修正法 1985 年	本法は、環境影響評価 (Environment Impact Assessment: EIA) 手続き、EIA を必要とする指定活動、及び EIA に係る住民参加を規定する。
環境質 (指定活動) (環境影響評価) 命令 1987 年、修正命令 1995 年	環境影響評価に係る環境命令
環境質 (下水と工業流出水) 規則 1979 年、修正規則 1997 年、修正規則 2000 年	本規則は、下水及び工業流出水の基準値及びその環境コントロールを規定する。
環境質 (下水) 規則 2009 年	本規則は、2009 年以前に建設された既存下水処理場、及び 2009 年後に建設された新規下水処理場の陸水域への排水基準を定める。
環境質 (工業流出水) 規則 2009 年	本規則は、工業流出水に係る基準値とその環境コントロールを規定する。
環境質 (クリーンエア) 規則 1978 年; 修正規則 2000 年	本規則は、大気汚染を防止するための環境コントロールを規定する。
環境質 (指定廃棄物) 規則 2005 年	本規則は、危険物を指定廃棄物に指定し、指定廃棄物処分場、マニフェストによる廃棄物輸送・処理システムの管理、環境庁への通知、許可制度等の処分方法を規定する。
環境質 (固形廃棄物中継場と処分場の汚染コントロール) 規則 2009 年	本規則は、固形廃棄物中継所及び処分場の汚染コントロールを規定する。
工場と機械 (騒音暴露) 規則 1989 年、及び職業健康と安全法 514、1994 年	本規則は、工場及び機械に係る騒音コントロールを規定する。
侵食堆積防止に係るガイドライン、灌漑排水局、2010 年	工事建設現場からの土砂侵食や流水路における土砂堆積を防止するために、排水の濁度や TSS 基準を設け、排水濁度を減少させるための対策施設例等を示す。
環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、環境中における騒音限界値、手続き、及び環境騒音測定と環境影響評価を規定する。本ガイドラインは、「工業立地と工業地区化のためのガイドライン」及び「発電機を設置するための申請ガイドライン」に設定された騒音限界値に優先する。
騒音ラベルと戸外騒音源の放出限界値のためのガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、戸外騒音源の騒音放出の測定とラベル化のための騒音放出レベル、騒音ラベル化と手続きを規定する。本ガイドラインと「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン」は、「発電機を設置するための申請ガイドライン」に設定された騒音限界値に優先する。
振動限界値とコントロールのための計画ガイドライン、環境庁、2004 年	本ガイドラインは、環境中の振動限界値、環境振動測定、及び環境影響評価方法を規定する。しかしながら、指定された振動限界値は、助言値としてのみ示される。

社会配慮関係法	内容
土地収用法 1960 年 (法令 486)、修正法 1992 年	本法は、公共目的のための用地取得手続きと必要なフォームを規定する。
国家遺産法 2005 年	本法は、国家遺産を保存するための組織、手続き、遺産資金規則、遺産保存管理プランを規定する。
工場と機械法 1967 年、修正法 1974 年	被雇用者の安全を保つために、工場は常に清潔に保ち、その構造は、安全で負荷に耐えるように頑丈に建設されていること、資格のない人は、機械を運転してはならないこと、被雇用者の安全を損なうような危険物質を扱うには安全対策が取られていなければならないこと等、安全に工場を運営し、機械を取り扱うための規則を示す。
労働の安全と健康法、1994 年	被雇用者の作業の安全と健康及び福利厚生を保証するために、雇用者はあらゆる責任を有するとし、協議会・安全健康担当者の設置及び安全な作業システムや安全なプラントの設備と維持、監督責任等を規定している。

Source: Prepared by the Study Team

### 1.1.2 環境社会配慮に係る関係省庁と組織

環境問題は、連邦、州、地方自治体のそれぞれのレベルで取り扱われている。連邦レベルにおける主要官庁は、自然資源・環境省所属の環境庁である。それぞれの州政府は、州全土の土地所有権や管理及び経済開発に責任を負っており、経済活動から発生する環境問題に深く関わっている。

自然資源・環境省は、2004 年 3 月に設立された。その組織には、環境影響評価等に係る重要な役所が所属している。自然資源・環境大臣の下に、副大臣及びその傘下に次官 (Secretary General)、その下部に自然資源管理担当の副次官 (Deputy Secretary General)、環境管理担当の副次官、及び組織管理担当の事務局長 (Under secretary) が所在する。これら関係者の下部に、以下の機関が設置されている。

表IV-1.2 自然資源・環境省の組織

No.	部局名	英語名
1.	マレー半島森林局	Forestry Department Peninsular Malaysia (JPSM*)
2.	森林研究所	Forest Research Institute Malaysia (FRIM*)
3.	鉱物・地球科学局	Minerals and Geosciences Department Malaysia (JMG*)
4.	環境庁	Department of Environment (JAS*: DOE**)
5.	マレー半島野生生物・国立公園局	Department of Wildlife & National Parks Peninsular Malaysia (PERHILTAN*)
6.	灌漑排水局	Department of Irrigation and Drainage (JPS*: DID*)
7.	国立水理研究所	National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM*)
8.	土地・鉱物庁	Department of Director General of Lands and Mines (JKPTG)
9.	調査・地図局	Department of Survey & Mapping Malaysia (JUPEM)
10.	土地・調査国立研究所	National Institute of Land and Survey (INSTUN)

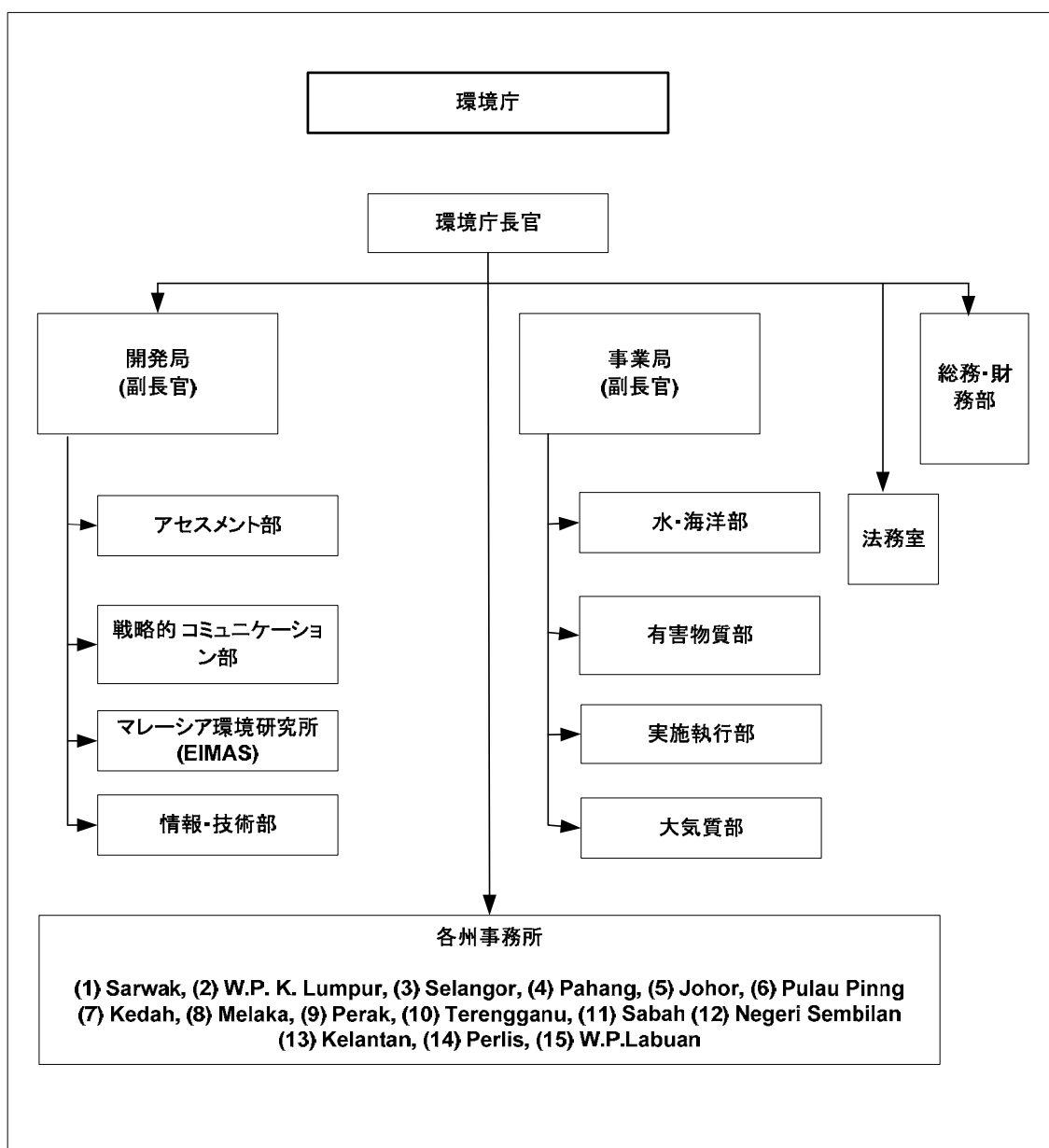
Source: Ministry of Natural Resources and Environment

(注：\*マレー語による略名称、\*\*英語による略名称)



これらの機関の中で、環境庁は、環境影響評価(EIA)や環境管理計画(EMP)等を主導し、灌漑排水局は、工事に係る土壌侵食防止に関係する許認可権を有する重要な部門である。

環境庁は、「環境質法（1974年）」により管理・運営されている。その組織図を図IV-1.1に示す。環境庁の組織は、環境庁長官の下に、開発局と事業局の2つの主要局に分けられる。



Source: Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment

図IV-1.1 環境庁組織

### 1.1.3 環境社会配慮に係る IEE/EIA の法律手続き

#### (1) EIA の必要性

「環境質法（1974年）と修正法（1985年）」は、指定活動を行う提案者が環境庁長官に EIA 報告書を提出しなければならないと規定している。「環境質法（1974年）」の下で、「環境質命令（1987年）」は、都市下水処理場の建設を EIA 報告書の提出に該当する指定活動の一つとして規定している。

本プロジェクトは、Selangor 州の Kajang 市の幾つかの支流地域から下水を収集する統合下水処理場を建設する目的を持っているため、EIA 報告書を必要とする。以下に EIA の手続きを示す。

## (2) EIA 手続き

### 1) 予備的アセスメントと予備的 EIA 報告書の作成

プロジェクト実施初期に、予備的アセスメントが、環境庁の登録コンサルタントにより実施されなければならない。

予備的アセスメントの実施段階で、住民参加が、次の3通りの方法のどれかにより実施される必要がある。即ち、① 住民意見の抽出調査、② 住民協議又はワークショップ、③ 市民委員会との定期協議である。これらの住民参加方法は次のような特徴を有する。

**表IV-1.3 予備的 EIA 手続きにおける住民参加方法**

住民参加方法	特徴
① 住民意見の抽出調査	本調査は、比較的大きな村落を対象として、複雑な調査内容を取り扱う場合に適しており、有用な結果を得るために、注意深く計画される必要がある。
② 住民協議又はワークショップ	本法は、種々の問題に係る住民意見を得るために利用される。
③ 市民委員会との定期協議	本法は、大規模なプロジェクトの計画と開発段階で有効である。市民委員会は、村落の真の代表により構成される必要がある。

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

予備的アセスメントを実施する登録コンサルタントは、村落規模、都市化/農村地域、及び人口密度等を考慮した上で、住民参加のために最も適切な方法を選択しなければならない。

予備的アセスメントに於いて、評価者は、①サイト代替プラン、②処理場デザインの代替プラン、③予測される重大な環境影響と緩和手段等を含む技術的及び経済的フィージビリティの検証、をしなければならない。

アセスメント結果は予備的 EIA 報告書に集約され、承認と検証のために、環境庁長官に提出される。

### 2) レビュープロセスと時間的枠組み

環境庁への予備的 EIA 報告書の提出後、環境庁の州事務所により、報告書のレビューが実施される。承認手続きは、州環境管理事務官の助言と共に、アセスメント部長により実行される。アセスメント部長は、EIA 技術委員会（環境庁の組織内委員会）に予備的 EIA 報告書のレビューを諮問する。その結果を参考にして、アセスメント部長は、予備的 EIA 報告書の承認/拒否を決定する。

**表IV-1.4** に示すように、予備的 EIA 報告書のレビューには、約 5 週間必要である。しかし、環境庁が更に多くの情報を必要とし、予備的 EIA の拒否を決定したならば、プロジェクト提案者（コンサルタント）は、環境庁が必要とする追加情報を提出し、予備的 EIA 報告書を修正しなければならない。その場合、EIA 法は同じ手続きを再度繰り返すことを義務付けているため、そのレビュー期間は 2 倍の期間が必要となり、合計で 10 週間となる。

そのため、EIA 手続きは、一般的に 10 週間になる（70 日間に相当）。更に、この期間は、EIA 報告書の修正と追加調査期間を含んでいないため、環境庁によるレビューを完了するためには、より長期間が必要となる。

**表IV-1.4 環境庁による予備的 EIA のレビュー活動と時間的枠組み**

レビュー活動	レビュー期間
(1) 環境庁へ予備的 EIA 報告書の提出 環境庁は EIA の説明・提示のためにコンサルタントを参集させる(環境庁による技術レビュー協議)	2 週間
(2) 1ヶ所参集協議 (関係機関: 地方自治体、灌漑排水局、下水道局及びその他関係機関等) 関係機関によるコメント及び環境庁による追加情報の要求	2 週間
(3) 環境庁による承認/拒否の決定	1 週間

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

注) 上記ステップは、順調に手続きが進行した場合である。環境庁が追加情報を要求し、承認しなかった場合、同じ手続きが繰り返される。

### 3) 詳細環境アセスメント

環境庁長官による予備的 EIA 報告書のレビュー後、提案プロジェクトが重要な環境影響を及ぼすと予想された場合、環境庁は詳細な環境アセスメントを要求する。この場合、プロジェクト提案者は、詳細アセスメントのための TOR を提出しなければならない。その TOR 及びプロジェクト内容が政府の政策や決定に違反していないかどうかを、レビューパネルが検証する。レビューパネルは、関係機関に所属する関係分野の職員/大学の専門家/NGO スタッフにより構成される。その議長は環境庁長官が務める。

詳細 EIA 報告書は、環境庁のホームページや新聞による公示と共に、環境庁本庁舎/環境庁州事務所/公共図書館/関係地方自治体事務所で公開閲覧される。住民コメントは、新聞への最初の公示日から 45 日以内に提出される規定である。詳細 EIA 報告書のためのレビュー期間は 12 週間と想定される。

表IV-1.5 環境庁による詳細 EIA のレビュー活動と時間的枠組み

レビュー活動	レビュー期間
(1) 詳細 EIA 報告書のための TOR 作成 (TOR は、プロジェクト提案者とレビューパネルにより作成される)。 (2) レビューパネルは、大学、NGO、及び関係機関の専門家から構成される。その議長は環境庁長官である。	1 ヶ月
(3) EIA 報告書のレビュー 4 週間の EIA 報告書の公開閲覧、住民コメントの受領（新聞への公共閲覧の通知から 45 日以内）、及びレビュー協議の開催を含む。	12 週間 (84 日間)
(4) 環境庁による承認/拒否の決定	

Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

環境庁が詳細 EIA のための追加情報を要求し、その承認の拒否を決定した場合、プロジェクト提案者（コンサルタント）は必要な情報を提出し、詳細 EIA 報告書を修正しなければならない。その場合、EIA 法は同じ手続きを再び繰り返すことを規定している。そのレビュー期間は合計 24 週間になる。EIA 手続きのフローチャートは図IV-1.2 に示される。

### (3) EIA の許可条件

EIA の承認時に、通常、許可証とともに、承認するに当たっての許可条件が付帯される。この付帯条件に関して、類似の下水処理場建設プロジェクトを参考にしてその概要を示す。

付帯条件には、1)プロジェクト概念に係る確認事項、2)環境管理計画 (EMP)に係る要求事項、a) 土木工事及び建設時期における土木工事及び建設に係る環境防止事項、b)施設完成後の施設運転時の環境防止事項、3)環境庁への各種報告書の提出事項、4)環境監査時の要求事項、5)施設建設完了時の報告事項、6)環境管理組織に係る事項、7)その他、関係各省からの承認条件として、自然資源・環境省、灌漑排水局 (DID)からの EIA 承認条件が記載されている。EIA 承認付帯条件は 65 項目にもなり、その他、灌漑排水局からの承認条件として、3つのコメントが付帯されている。その特徴は、以下のようなものである。

#### 1) プロジェクト概念における確認事項

- EIA 報告書に記載されたプロジェクト概念の変更は、環境省長官の許可が必要である。
- 環境法への違反や周辺地域への汚染の発生や妨害があった場合は、環境省は、プロジェクトサイトの開発活動への停止を求める権利を持つ。

#### 2) 環境管理計画(EMP)に係る要求事項

##### a) 土木工事と建設時期

- 土木工事により発生する土壌浸食と土砂堆積には大きな注意が払われ、「土壌浸食と土砂堆積防止ガイドライン(2010) (灌漑排水局発行)」に基づいて、土砂浸食と土砂堆積防止プランを準備し、EMP 報告書に記載しなければならない。
- 河川と排水施設の変更とデザインは、土木工事に先立って、灌漑排水局の承認を

得なければならない。

- 工事車両・機械類のタイヤは、車両が公道に進入する前に、高圧洗浄機等により洗浄すること。
  - 残土処理は法的に認められた処理場に捨てること。
  - 建設資材や土砂の輸送ルートは、予め、地方自治体から承認を得ること。
- b) 土壌侵食防止
- 土木工事により裸地となった部分は、土木工事の完了日から 14 日以内に被覆されなければならない。
- c) 表流水流出防止
- 工事現場からの表流水は、沈殿池やシルト捕捉装置を通じて排水路に排水されなければならない。その排出水の水質濃度は、濁度 250 mg/L、TSS 50mg/L 以下とする。
- d) 土砂堆積防止
- e) 水質汚染防止とモニタリング
- 土木工事期間中の土壌侵食は、常にモニタリングされ、TSS が 50mg/L を超えなければならない。水質モニタリング (TSS) は、土木工事開始から建設が終了するまで、毎月実施されなければならない。
- f) 大気汚染防止とモニタリング
- 非常用発電機やボイラー等の燃料燃焼機器の設置は、環境規則 (クリーンエア) 法 (1978 年) に示されるように、設置前に環境庁からの承認が必要である。
  - PM10 以下の浮遊粒子のモニタリングは、土木工事開始から建設完了まで毎月実施されなければならない。
- g) 騒音防止とモニタリング
- 騒音モニタリングと解析は、土木工事開始から建設完了まで、毎月実施され、モニタリング頻度と測定場所は、環境庁に通知され承認される必要がある。
- h) 施設完了後の稼働時期
- 施設建設時期と同様に、水質モニタリング/大気質モニタリング/騒音モニタリングとそれらの環境汚染防止、固形廃棄物管理について、EMP 報告書に許可条件を記載する。

### 3) 環境庁への報告

#### a) 土木工事に係る報告

- 土木工事、建設過程に関する概要説明書を、EIA 報告書の承認日から 90 日以内に提出する。詳細報告書は、土木工事開始から建設の完了まで 3 カ月ごとに提出する。
- EIA 順守報告書は、土木工事開始から建設の完了まで 3 カ月ごとに提出する。

#### b) モニタリング報告

##### 土木工事開始から建設完了まで

- 騒音/水質(TSS)/大気質モニタリング報告書を毎月提出する。

##### 施設建設完了後の操業時

- 大気質/騒音モニタリング報告書を3カ月毎に提出する。

#### 4) 環境監査

- 環境庁に登録した監査人（第三者）によって実行されなければならない。
- 土木工事期間中は4カ月ごとに報告書を環境庁に提出する。
- 建設期間中と施設稼働時は、1年毎に1回、報告書を環境庁に提出する。
- 環境監査報告書は、毎年環境庁に提出する。

#### 5) 環境管理組織に係る事項、

- 環境管理と緩和対策に責任をもつ環境担当者が指名され、その情報を土地整地作業の開始14日前に環境庁に提出しなければならない。

上記のように、EIA 承認条件書には、工事中の順守事項、注意事項、モニタリング内容と頻度、環境庁への報告内容、報告書提出頻度等について事細かに記載されている。これらの EIA 承認条件への具体的対応を記載したものが環境管理計画(EMP)報告書である。

### 1.1.4 環境管理計画（EMP）報告書

環境管理計画は、EIA の承認後、及び施設建設が始まる前に、プロジェクト提案者により委嘱されたコンサルタントにより作成される。その内容は、EIA 承認条件を実際的な行動につなげるものである。EMP は、最小限以下の内容を含む（環境庁「環境管理計画の準備と提出のためのガイドライン資料（2010年）」による）。

- (1) 序論（地方自治体により開発承認されたプロジェクト概要及び実施スケジュール）
- (2) 政策、環境管理と保護に係る法人の方針
- (3) 実施体制（環境管理者、技術コンサルタント、コントラクター、サイト管理者等）
- (4) 環境要請（EIA 承認条件とその緩和手段、侵食/堆積、水質汚染、大気汚染や騒音防止のための具体的な実施プラン）
- (5) 資材やごみ管理
- (6) 緊急時対応プラン

環境管理計画は、建設工事の実施に当たって、プロジェクト提案者により確実に実行されることが要求され、それを保証するために、宣誓書の提出が要求される。この宣誓書は、環境管理計画書と共に環境庁に提出する。

### 1.1.5 環境監査報告書

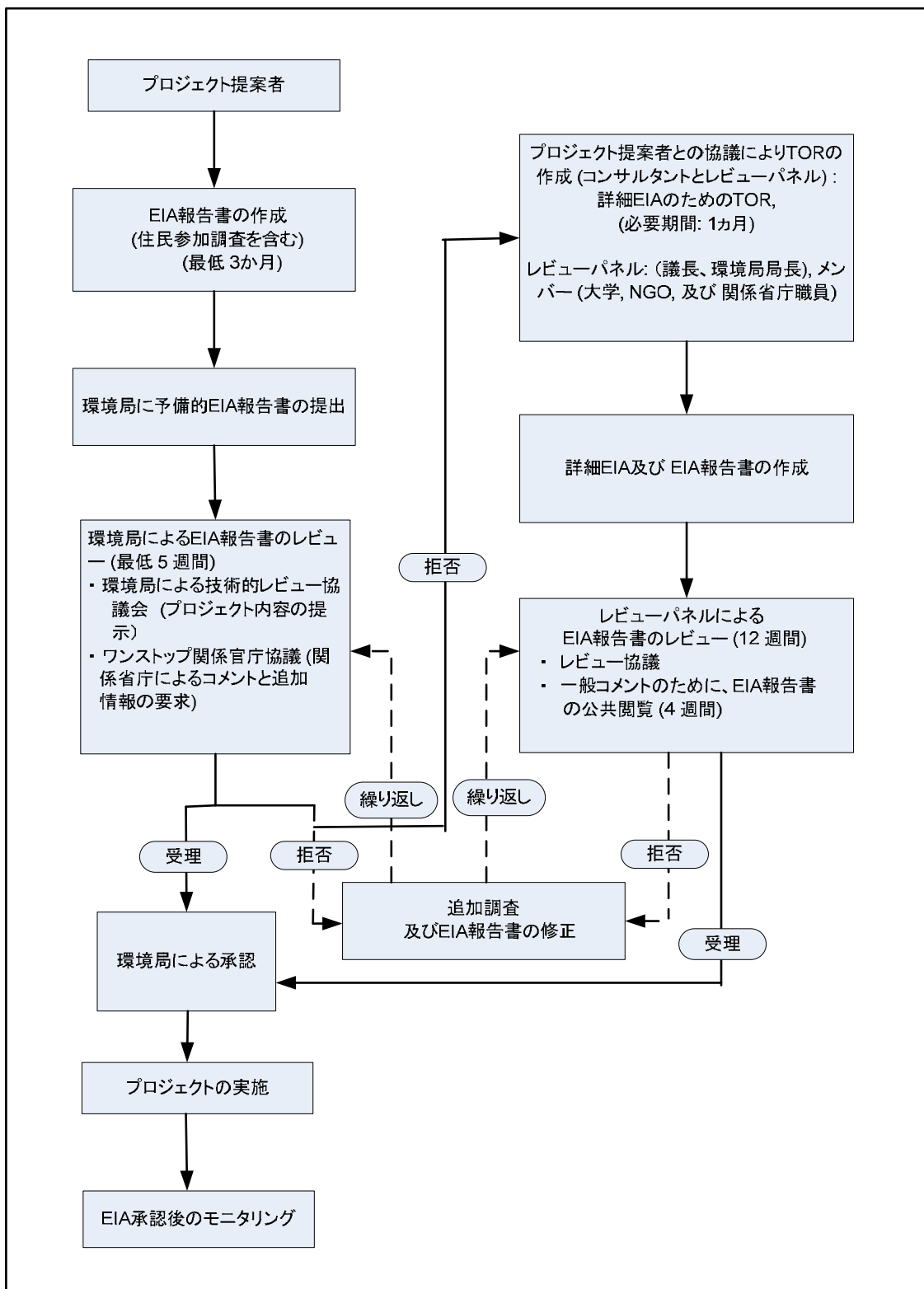
工事中或いは施設稼働時に、EIA 承認条件として環境監査の実施が要求され、工事や施設運営が、「環境質法（1974年）及び関連法」を順守しているかどうかを確認し、違反している場合は修正させられる。環境監査は、環境庁に登録した第三者（環境監査人）により実施される。

環境監査人は、最初に環境監査の準備段階として、(1)監査のスコープを作成し、予備的情報を監査対象組織から入手し、(2)監査プラン、(3)サイト監査チェックリストを作成する。

次にサイト監査を、以下の手続きにより実施する。(1)調査対象組織との公開会議、(2)建設関連やモニタリング記録等の書類審査、(3)建設や稼働状況等の確認、(4)環境サンプルの収集（DOEが事前のモニタリングデータに疑念がある場合等に限られる。）、(5)監査確認事項の確認、(6)最終会議により、調査結果を監査対象組織へ伝達する。

最終段階では、監査報告書を作成し、その中に、監査確認事項、監査提言事項をまとめ、環境庁に提出する。一方、監査対象組織は、環境監査が修正を要求した監査結果に対して、修正行動報告書を作成し、その修正後、完了報告書を環境庁に提出しなければならない。

以上のように環境監査は、工事や施設の稼働が、環境法が要求しているような条件で実施されているかどうかを確認し、実行させるシステムである。環境監査の費用は、プロジェクト提案者又はその事業実施主体により負担される。



Source: "A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines" by DOE (October 2009)

#### 図IV-1.2 EIA 承認プロセスのフロー

注) もし、環境影響評価報告書が環境庁、又はレビュー委員会によって承認されなければ、同じレビュープロセスが繰り返されることになる。もし、環境庁が予備的環境評価書の最終審査段階で詳細環境影響評価書が必要であると決定すれば、詳細環境影響評価のための TOR が最初に作成される。)



## 1.2 スコーピング

2011年9月～10月までの滞在中に実施されたフィールド調査を含む第1回目予備調査後、スコーピングリストが環境社会配慮に関わる法及び規則、収集資料、下水処理場予定地の現況を考慮してレビューされた。スコーピング結果は**表IV-1.6** スコーピングリストに基づいてカテゴリ B と判断される。

表IV-1.6 スコーピングリスト

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワー・モーターは、常時供給される電力により稼働するため、特に大気汚染は考慮されない。
	2	水質汚濁	B-	B+	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。工事現場及び排水管の敷設工事、排水口設置工事により、濁水が既存人工排水路に排水される可能性がある。 供用時：下水処理排水質は、マレーシア下水工業ガイドラインの基準 A（水道原水取水の上流での排水用）を適用することで計画している。従来、河川に処理場や浄化槽から処理水を直接流していたのを基準以下の水質に下水処理して排水するため、水質汚濁は改善されると考えられる。
	3	廃棄物	B-	B-	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：運転管理者等により通常の固形廃棄物の発生が想定される。下水汚泥は、肥料会社が全量引き取ることが計画されている。それが、不可能な場合、廃棄処分となる。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設用機材のオイルの流出等による土壌汚染の影響が考えられる。 供用時：特に影響は考慮されない。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設工事、建設用重機、車両の稼働等により騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワーの稼働による騒音等が想定される。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	供用時：汚泥処理施設等から悪臭が発生すると予想される。しかし、処理場周辺に緩衝帯を設けており、しかも、下水処理施設は密閉式で、脱臭設備を設置しているため、環境への影響は少ない、若しくはないと考えられる。
	8	底質	D	D	底質に影響を及ぼすような作業は想定されない。
自然 環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	D	事業対象地は、人工林やバナナプランテーションであ

					り、希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	D	工事中：河川へ下水処理水を直接排水せず、既存人工水路を介するため、河川の水流や河床の変化を引き起こすような影響は想定されない。 供用時：上記と同様
	12	地形・地質	D	D	本事業は、平地をそのまま利用して、施設建設をすることから、大規模な切土や盛土は計画されておらず、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会 環境	13	住民移転	D	D	下水処理場及びポンプ場は、公供用地に建設され、下水幹線は公共道路脇に建設され、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	D	事業対象地及びその周辺に、貧困層住民は存在しない。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民は居住していない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	事業は下水処理場の建設であり、周辺住民の生活・生計に変化を及ぼさず、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	事業は、下水道処理施設の建設であり、周辺住民の土地利用・水域利用に及び地域経済への影響をほとんど影響を及ぼさない。
	18	水利用	D	D	放流予定河川の15 km 下流に水道水源の取水施設がある。そのため、放流水を Standard A（下流に水道取水施設がある場合）に合致するような水質にして放流し、水道取水が継続してできるように計画する。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	工事中：事業対象地付近の道路で交通渋滞が予想される。 供用時：スラッジ、塩素、凝集剤の輸送トラックが時折通行するのみであり、交通の影響はほとんどない。 下水処理により、河川へ水質浄化した処理水が排水されるため、河川環境は改善、かつ、衛生的になり住民生活は改善されるので、社会サービスの向上となる。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	下水道事業は、社会インフラの一部である。計画下水処理場は、監督官庁により運転管理される。地域が整備されるに従って順次 STP 設備もフル稼働運転に近づく。
	21	被害と便益の偏在	D	D	下水処理場へ地域の下水が一ヶ所に集められるために、悪臭が一ヶ所に集中し、処理場周辺が悪臭で迷惑する。しかし、閉鎖式施設や脱臭設備により、悪臭が生じるような施設にはなっていない。悪臭には対処されている。
	22	地域内の利害対立	D	D	下水処理場の立地について、土地利用に係る対立が生じるかもしれない。しかし、関係機関が調整しており、地域内の利害対立は発生しないと考えられる。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	本事業は、下水処理場の建設であり、その計画対象地域の周辺は住宅もかなり少ない、高架高速道路と河川に挟まれた林間地であり、また、リクレーション地でもないため、景観に与える影響はほとんどない。
	25	ジェンダー	D	D	本事業は下水道建設計画であり、ジェンダーへの影響

					はない。
	26	子供の権利	D	D	本事業は下水道建設計画であり、子供の権利への影響はない。
	27	HIV/AIDS の感染症	D	D	特に工事による HIV/AIDS の感染症への影響はないと 思料される。
	28	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：運転機器の取り扱いに配慮する必要がある。
その他	29	事故	B-	B-	工事中：工事用重機、車両の取り扱い、事故に対する 配慮が必要である。高所からの作業員の転落防止に 対する配慮が必要である。 供用時：塩素ガス漏れ、運転機器の取り扱い事故に 配慮する必要がある。下水幹線の維持管理においては、 硫化水素や酸欠の発生に留意する必要がある。高所 からの転落防止に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響、及び気候 変動	D	B+	本事業は、下水処理場の建設であり、越境への影響は ほとんどないと考えている。地球温暖化に対処する ため、消化ガス発電を行い、下水処理場の消費電力の 一部を賄う計画である。

Source: Prepared by the Study Team

注) STP: 下水処理場 (Sewage Treatment Plant)

A+/-: 重要な正/負のインパクトが期待される。

B+/-: ある程度の正/負のインパクトが期待される。

C+/-: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)

D: インパクトが無いと想定される。

### 1.3 環境社会配慮分野に係る TOR

環境社会配慮調査に係るスコーピング結果に基づいて、環境社会配慮調査に係る TOR が作成された。環境社会配慮調査に係る TOR (案) を表IV-1.7 に示す。

表IV-1.7 環境社会配慮調査に係る TOR (案)

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	① 環境基準等の確認 ② 現地調査 調査項目：TPS (全浮遊物質)、PM <sub>10</sub> 、 SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>	① 既存資料調査 ② ベースラインデータ測定 測定予定位置 (敷地南側境界地：住宅地との境界等) 測定時間：TPS、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> (24 時間)、NO <sub>2</sub> (1 時間)、(測定時間等は、マレーシア大気質ガイドライン、環境基準) による。
水質汚濁	① 環境基準等の確認 ② 現地調査 分析項目：27 項目 (℃、pH、 DO、EC、濁度、TSS、NH <sub>4</sub> -N、BOD、 COD、Oil & Grease、Fe、Zn、Cu、Ni、Hg、 Cd、Cr <sup>6+</sup> 、Cr <sup>3+</sup> 、Mn、Pb、CN、Sn、S、Phenol、 B、一般細菌、糞便性大腸菌 ③ 河川水への下水排出状況	① 既存資料調査 ② ベースラインデータ測定 測定予定位置 (Langat 川で、提案 STP 排水口設置位置から 500m、1,000m 上流側に 2 箇所、500m、1,000m 上流側に 2 箇所の採水地点を設けて水質測定。 (水質分析項目は、マレーシア国家インテリム水質基準による河川水質分類評価分析項目) ③ 既存資料
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法 ② 下水汚泥処理	① 関連機関へのヒアリング、類似事例調査 ② 処理基準、関係機関からの処理場の位置、所有

		者、面積、処分費用等、処分許可等の情報確認
土壌汚染	① 工事中のオイル漏れ防止策	① 防止策の検討
騒音振動	① 環境基準の確認 ② 現地調査 等価騒音レベル、最大/最小騒音レベルを測定	① 既存資料調査 ③ ベースラインデータ測定 測定予定位置（敷地南側境界地：住宅地との境界） 測定予定時間：日中及び夜間の2回、
悪臭	① 脱臭	① 脱臭方法の検討
既存の社会インフラや社会サービス	① 交通規制方法調査	① 管路敷設時の道路工事許可に係る官庁、手続き、道路使用許可の調査、類似事例調査
労働環境(労働安全を含む)	① 労働安全法調査	① 労働安全法に係る官庁、法令等の調査、類似事例調査
事故	① 工事中/供用時の安全規則調査	① 労働安全法、工事と機械の安全作業に係る官庁、法令等の調査、類似事例調査
越境の影響、及び気候変動	② 消化ガス発電調査	② 汚泥からの消化ガス発生量検討、発電量

Source: Prepared by the Study Team

## 1.4 プロジェクト地域の現況

### 1.4.1 プロジェクトサイトの現況

プロジェクトの計画予定地（Kajang 3 下水処理場建設予定地）は、Selangor 州の東部、Hulu Langat 郡、Kajang 市に立地している。予定地の面積は 7.3 ha であり、アクセス道路によって西側を、南北方向に走る Cheras Kajang 高速道路（E7）により東側を限られている。

プロジェクトサイトの西側境界に沿って、道路幅約 17 m（道路部分は 14.3 m、両側の側溝 1.2 m ずつを含めると 16.7 m の道路幅）のアクセス道路が走っている。このアクセス道路は南西側敷地付近で、小さな河川を渡って 2 つに分かれ、一方は東側に向かいイスラム学校や個人住宅に沿って伸び、やがて南へと曲がっている。この道路は未舗装で道路幅は約 4 m である。他の一方は、林地の中の未舗装道路となり南に延びている。予定地の北西部境界外には、人工林を挟んで住宅が存在し、また、アクセス道路沿いに北西部境界地付近に住宅がまばらに分布している。そのアクセス道路とその外縁部を南北に流下する Langat 川の間の空地は、樹木がまばらに植えられており、その一部は固形廃棄物のごみ捨て場として利用されている。プロジェクトの計画予定地の南側半分は、現在バナナ畑として利用されている。なお、下水処理場予定地の南西側を走る小さな河川は、住民によれば、Langat 川の旧河道であり、現在、プロジェクトサイトの西側を南北に走る Langat 川は、新しく造られた人工河道であるとのことであった。本報告書では、プロジェクトサイトの西側を南北に走る新規人工河川を Langat 川とし、予定地の南西側を流れる小川を旧河道と呼ぶことにする。旧河道は、幅 4 m 程度であり、南西側に流れ、Langat 河に注いでいる。

プロジェクトの計画予定地の地形はほぼ平らである。アクセス道路の西側では、Langat 川に向かって地形は僅かに傾いている。数軒の個人住宅がアクセス道路の西側で、北側と

南側の境界付近に存在する。建設予定地の概要を図IV-1.3に示す。



Source: Prepared by the Study Team Using Google Map

図IV-1.3 Kajang 3 下水処理場建設予定地の概要

#### 1.4.2 地方自治組織

本プロジェクト対象地域は、Selangor 州、Hulu Langat 郡 (District) の Kajang 市 (Kajang Municipality Council) に立地する。地方自治組織としては、Kajang 市は、独立した行政組織であり、Hulu Langat 郡役所と同等の行政機能を有している。そのため、Kajang 市の上位行政機関は、Selangor 州政府となる。

Kajang 市は、78,761 ha (787.61 km<sup>2</sup>) の広さの行政区画を有し、図IV-1.4に示すように、Kajang, Cheras, Semenyih, Beranang, Hulu Langat, Julu Semenyih の6つの亜区 (sub-district) からなる。

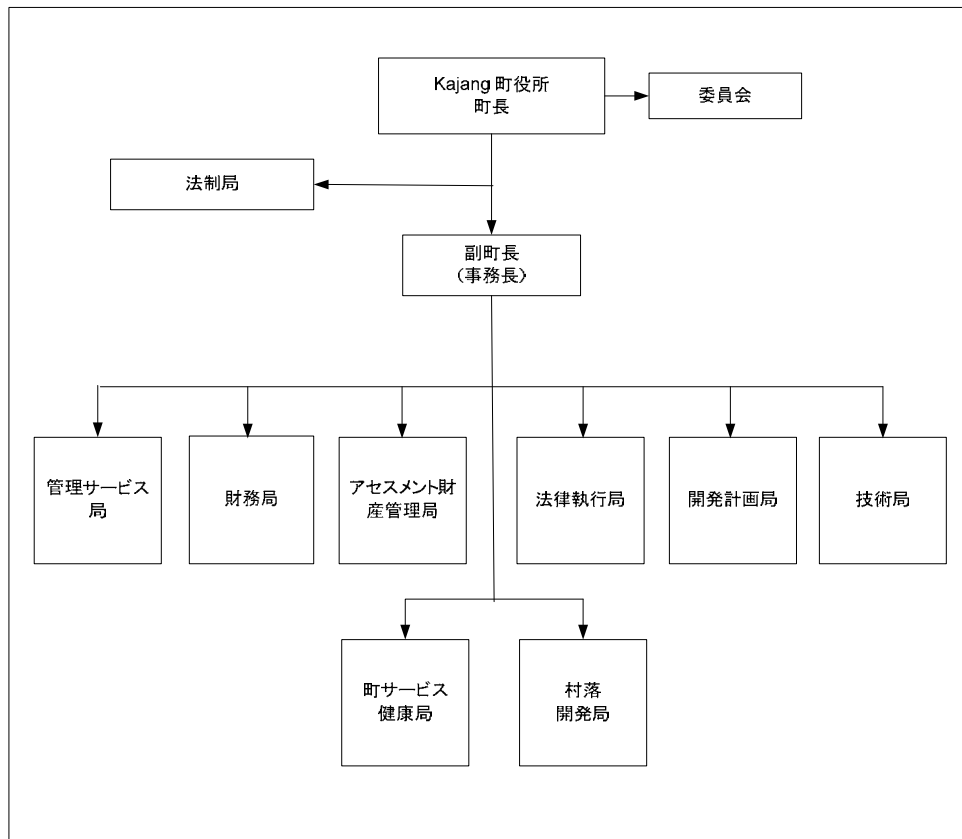


Source:

<http://www.mpkj.gov.my/home>

図IV-1.4 Kajang 市の行政区画

Kajang 市の行政機構を図IV-1.5に示す。Kajang 市の行政組織は、市長の下に8局が存在し、市のあらゆる分野の行政に携わっている。



Source: <http://www.mpkj.gov.my/home>

図IV-1.5 Kajang 市の行政機構

主要な局の行政機能は以下の通りである。

- アセスメント・財産管理局 (Assessment and Property Management Department)  
全ての不動産税の徴収、市所有財産を良好な状況に保つこと
- 村落開発局 (Community Development Department)  
社会・村落開発活動を組織化すること
- 開発計画局 (Development Planning Department)  
地方計画・政策・実施ガイドラインに基づいて、均一な土地利用を保証する、都市・地方計画法 1976 年に基づいて、計画許可のための申請を処理すること
- 技術局 (Engineering Department)  
インフラ及び公共施設の維持管理
- 管理サービス局 (Management Services Department)  
総務部、人材開発、情報システム管理等
- 市民サービス・健康局 (Town Service and Health Department)  
環境・公衆衛生や食品質のコントロール
- 財務局 (Treasury Department)

## 1.5 代替案 (ゼロオプション)

代替え案（ゼロオプション）として、以下に下水処理状況の現況を記載しその問題点を明らかにして、計画下水処理場建設の必要性を説明する。

(1) 下水処理状況の現況

計画下水処理場の対象地域には、Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 1、Kajang 3 の 4 つの下水集水区域よりなる。それぞれの下水集水区域の中で、169 ヶ所の既存公共下水処理場があり、下水を処理して Langat 川に放流している。これは、IWK により運営管理されている公共下水道場であり、これ以外に多くの民間下水処理場がある。表IV-1.8 に計画下水処理場の対象地域内に所在する既存公共下水処理場数/下水処理人口/処理下水量を示す。

**表IV-1.8 計画下水処理場の対象地域内、既存公共下水処理場数/下水処理人口/処理下水量**

No.	下水集水区域	既存公共下水処理場数	下水処理人口 (PE)	処理下水量 (m <sup>3</sup> /日)
1	Cheras Batu 11	64	188,189	42,343
2	Cheras Jaya	30	10,8259	24,358
3	Kajang 1	32	69,425	15,621
4	Kajang 3	43	110,810	24,932
合計		169	476,683	107,254

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

これらの下水処理場の規模を表IV-1.9 に示す。下水処理場の規模は、一般的に極めて小さく、最大でもその処理能力は 20,000 人以下となっており、しかも、その規模別分類によれば、2,000 人以下が 91 処理場で全体の 54%を占め、5,000 人以下が 47 処理場で全体の 28%を占めている。この両者を合わせると全体の 82%となり、処理場の規模は極めて小規模のものが大部分を占める。

**表IV-1.9 調査対象地域内既存公共下水処理場の規模別処理場数**

No.	下水集水区域	下水処理人口 (PE)			
		≤2,000	≤5,000	≤10,000	≤20,000
1	Cheras Batu 11	33	19	9	3
2	Cheras Jaya	11	11	7	1
3	Kajang 1	21	7	4	0
4	Kajang 3	26	10	5	2
合計		91	47	25	6
%		54	28	15	3

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

計画下水処理場の対象地域内に分布する既存公共下水処理場の処理方式は、活性汚泥法のうち、長時間エアレーション法 (EA)、中間静置式長時間エアレーション法 (IDEA)、オキシデーションディッチ法 (OD)、回分法 (SBR)、Actil Bio 法 (AB)、Hi Kleen 法 (HK)、Solar Air 処理法 (SATS) 等であり、そのうち、54 %を EA 処理法が占めている。

## (2) 既存下水処理施設の問題点と統合下水処理場の建設計画による改善点

既存下水処理場での処理水質の、マレーシア国の基準「環境質規則(下水)2009年」(BOD5、COD、NH4-N、SS、油脂類)への適合状況を表IV-1.10に示す。

表IV-1.10 下水処理場の排水基準値への適合状況 (単位: %)

No.	下水集水区域	下水処理水の水質基準項目					全体*
		BOD	COD	NH <sub>4</sub> -N	油脂類	SS	
1	Cheras Batu 11	67.2	90.6	39.7	14.1	85.9	7.9
2	Cheras Jaya	70.0	83.3	50.0	6.7	80.0	0.0
3	Kajang 1	76.0	87.5	21.9	28.1	87.5	9.4
4	Kajang 3	72.1	83.7	34.0	81.4	81.4	4.7
合計		70.4	87.0	36.0	84.0	84.0	6.0

Source: Prepared by the Study Team based on the data from IWK

注) 全体\*は、水質基準5項目をクリアーしていた既存処理場が、全体で6.0%であることを意味する。  
1項目でも水質基準値を超えていれば、適合しないと判定される。

下水処理場への個々の排出基準値で見れば、BOD、COD、SSはかなり高い適合率を示すが、全体としては、全ての排水基準値に適合していたのは、169箇所の既存下水処理場のうち、10箇所(6%)のみであったことを示す。これは、実際には、下水処理が良好に機能していないことを示し、排水されている河川の水質汚染を引き起こしていることを示す。

このような多数の既存下水処理場を廃止して、統合下水処理場を建設し、流域から集水される下水を一括して処理する計画である。これにより以下のような利点が生じる。

- 統合下水処理場を建設することにより、下水処理水排水基準値以下に処理水質を抑えることができようになり、Langat川の約15km下流にある水道取水場で安定した基準値以下の水質で取水できるようになる。これは、河川環境の改善にもつながる。
- 多数の下水処理場を1ヶ所に統合させるために、必要な運転要員が集約され、その人員数が縮減され、余った人材をほかの部署に振り分けることができる。

## 1.6 労働環境 (労働安全法)

労働安全を管轄する役所は、人的資源省、労働安全健康局である。計画事業の建設が開始される1カ月前に、州労働安全健康事務所に労働安全管理に係る登録申請をしなければならない。具体的な指示は、EIA報告書をレビューするときに、DOEが職業安全健康局を含めた関係省庁に諮問するため、通常、EIA許可条件の付帯事項の中に、職業安全健康局から作業安全管理許可を得ることについての条件が付帯されるので、それに対応することになる。

労働安全に係る重要な法律は、「工場と機械法1967年(修正法1974年)」と「労働の安全と健康法1994年」である。以下にその概要を述べる。



### (1) 「工場と機械法 1967 年（修正法 1974 年）」の概要

この法律によって指名される検査官は、強い権限をもち、工場への立入り権/質問権/工場から排出されている全ての物質のサンプルを採取する権限/この法律に従わない危険な機械等にシールをはり、停止させる権利/作動不能にする権利を有している。

工場は、土台/屋根/階段共に負荷に耐える頑丈な作りになっていなければならない。床の全ての開口部は作業員の落下を防ぐために、フェンスを設置していなければならない。また、照明/換気を良くして、通路は妨害のないようにし、消火活動のための機器は有効に保つこととしている。

爆発物/有害物質等の危険物を取り扱う場合は、工場においてリスクを除外するような手段が取られなければならない。また、機械の危険なパーツは安全のために、フェンスされるべきであり、もし、従業員の安全が確保できない場合は、自動化すべきである。その他、作業員の安全を保つために、ゴーグル/手袋/安全靴/帽子/作業衣服等を付けるべき等としている。これらに違反した場合の罰則事項を定める。

### (2) 「労働の安全と健康法 1994 年」

この法律は、製造業、鉱山/砕石業、建設業、農業/林業/漁業、公益企業（電気、ガス、水道、衛生サービス、輸送/貯蔵/通信等のあらゆる業種に適用され、下水処理施設を建設する本事業は、その適用対象の中に入っている。

この法律目的は、作業で生じる安全/健康へのリスクに対して、作業員の安全・健康・福利厚生を確保し、作業員の良好な職場環境を確保するように促進することである。

職場の安全と健康を図るために、雇用主と従業員及び関係省庁職員から構成される協議会を設置し、作業場の責任者は、安全健康担当者としてその促進のために行動する職員を 1 名雇用しなければならない。安全健康担当者は、安全と健康の確認のために、作業場への強制的立入り検査、プラント/物資/物品の調査権/サンプルの採取権/使用停止用シールを貼る等の強力な権限を有している。また、雇用主は、職場で発生した事故/危険の発生/職業病を近くの安全・健康管理事務所に通知することにより、職場の安全と健康を図る。

## 1.7 ステークホルダー協議

本プロジェクトは、まだ初期の段階にあり、プロジェクトの実施担当官庁もまだ、決定されていない。プロジェクトデザインもまた作成中である。このような状況下で、計画下水処理場周辺の関係住民とステークホルダー協議を持つことは、それが予期せぬ事態を生じることも想定されるために、まだ、時期尚早であると判断される。そのため、ステークホルダー協議は、実施担当官庁、プロジェクト実施計画が固まった後、実施担当官庁を通じて実施するのが適切であると考えられる。

## 2 用地取得と住民移転

### 2.1 マレーシアにおける土地所有制度

マレーシアでは、土地の管理権は、基本的に州政府に属している。州政府のこの権限は、土地が州政府の権限の下にあるという「マレーシア連邦憲法(1957年)」の国家の承認条項に由来するものである。これは、「国家土地法(1965年)」にも記載されている。土地の所有権は、土地登録を通じて認知されており、そのため、承認なしに、州の土地を占拠している人は、だれでも不法占拠者と見なされる。

### 2.2 用地取得と住民移転に係る法的枠組みと実施機関

用地取得に関わる行政機関は、Selangor 州政府の土地鉱山局長 (State General of Land and Mines) である。「マレーシア法 486、土地収用法 (1960年)」によれば、州政府の土地鉱山局長は、土地収用法に関して大きな権限を有しており、その傘下の土地管理官(Land Administrator) が実際の用地取得の実務に携わっている。

用地取得により事業用地を獲得するためには、以下の条件を満たすことが必要である。

- 用地取得に係る事業が公共目的であること。
- その計画事業がマレーシアの経済開発に有益であり、一般市民に役立つと州政府が判断した場合

その用地取得は、以下のようなプロセスにより実施される。用地取得手続きのフローを **図IV-2.1** に示す。

- (1) 州土地管理官へ用地取得の申請
- (2) 州土地管理官による用地取得の申請適否の検証
- (3) 上記土地の申請書のうち、土地管理官は「用地取得計画及び事業の概要計画」を州経済計画室(State Economic Planning Unit)/委員会に送付し、用地取得が公共目的のためであり、開発承認の適否を審査する。
- (4) 州経済計画室/委員会は、指定期間内に開発予定地の所有者と用地取得の申請者が土地の獲得について交渉する指示をする。州経済計画室/委員会は、土地購入交渉が不成立である場合、用地取得の申請プロセスを進めるように州政府に提言する。
- (5) 州政府は、州経済計画室/委員会の提言を参考にして、用地取得申請の承認/不承認を決定する。
- (6) 予備的公示：州政府が用地取得申請を必要であると判断した場合、官報に公示される。
- (7) 収用予定地へ調査/確認のために立入ることを、州土地鉱山局長が許可権限を与える。
- (8) 州土地管理官は、用地取得計画と収用予定地のリストを作成する。
- (9) 開発予定地が公共目的に適っていると、州政府が判断した場合、その宣言を官報に

- 公示する。
- (10) 州土地管理官は、用地取得に係る予定地の境界を定め、その土地を登録する。
  - (11) 州土地管理官は、用地取得補償費の見積りのために、州都市国家計画局長 (Director of Town and Country Planning) に情報の提供を要求する。4 週間以内に必要な情報が提供される。
  - (12) 州土地管理官は、用地取得手続きを開始する。
    - 1) 収用予定地に関係する利害関係者と用地取得補償費に関する協議を行う。そのための通知を関係者に送付する。
    - 2) 土地補償協議会を開催し、用地取得地の価値について、土地の利害関係者から情報を収集・質問を行い、収用予定地の土地価値を査定し、土地補償費を決定する。
    - 3) 収用予定地の補償費について裁定を行う。裁定は、用地取得にかかわる最終的な証拠となる。
  - (13) 用地取得手続きの完了

### 2.3 用地取得の進展状況

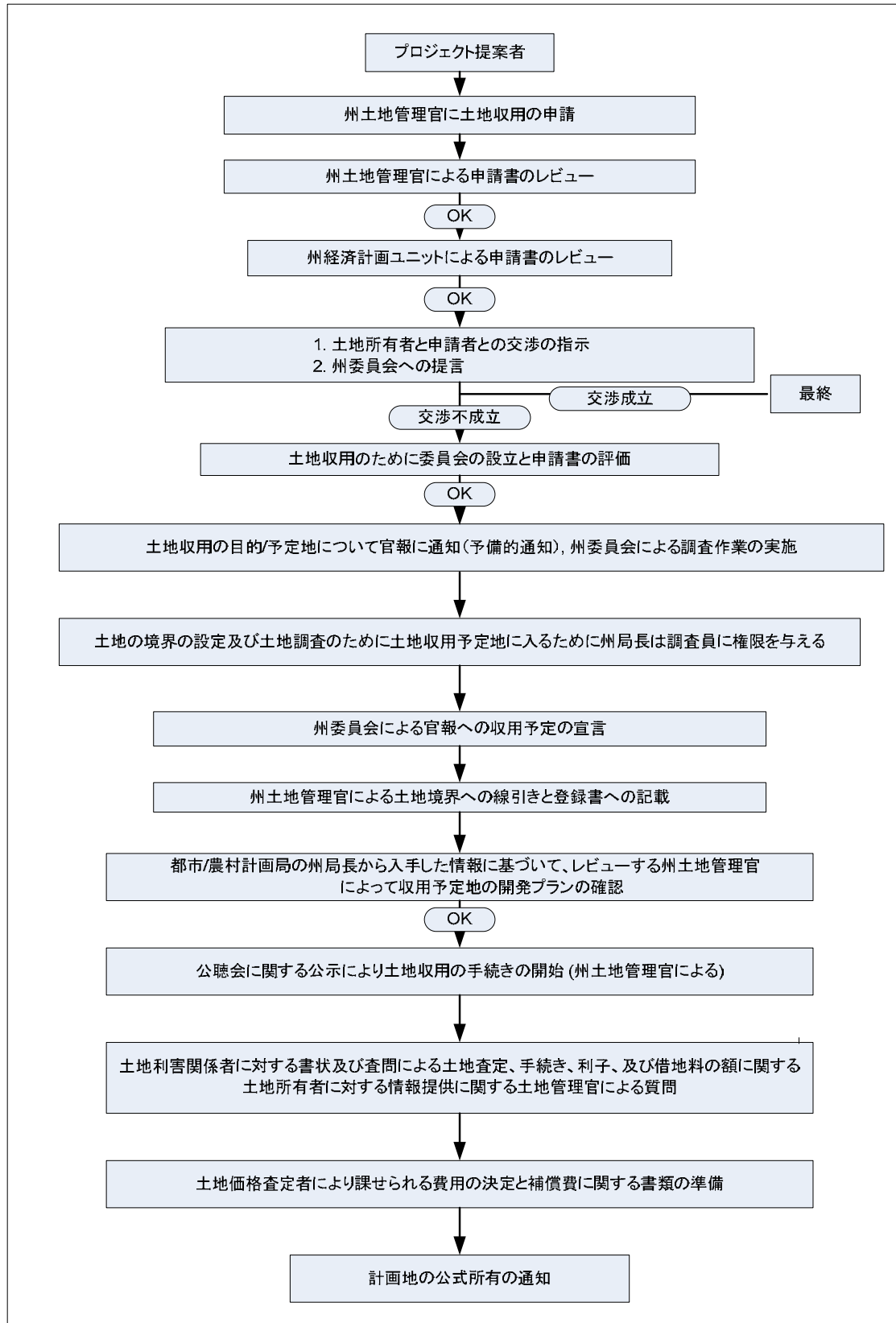
IWKによる情報に基づく計画下水処理場予定地の用地取得の現在状況(2011年12月現在)を示す。下水処理場建設予定地は、全て土地収用法に基づいて実施されている。用地取得手続きは、2011年4月に「土地収用法(1960年)」に基づいて開始された。現在、**図IV-1-3**に示す北半分側の土地(図中の赤色部分)が土地所有者と交渉中であり、南側半分の土地(図中の紫色部分)が既に用地取得を完了して州所有の土地になっている。ここで、州所有の土地とは、下水処理場用地として確保されたことを意味する。**図IV-2.2**に下水処理場予定地の用地取得地番図を、**表IV-2.1**に計画下水処理場予定地の用地取得状況を示す。

土地の購入手続きは、政府予算(National Government Fund)により、エネルギー・環境保全技術・水省傘下の下水道局(JPP)が行っている。

### 2.4 用地取得と住民移転の必要性

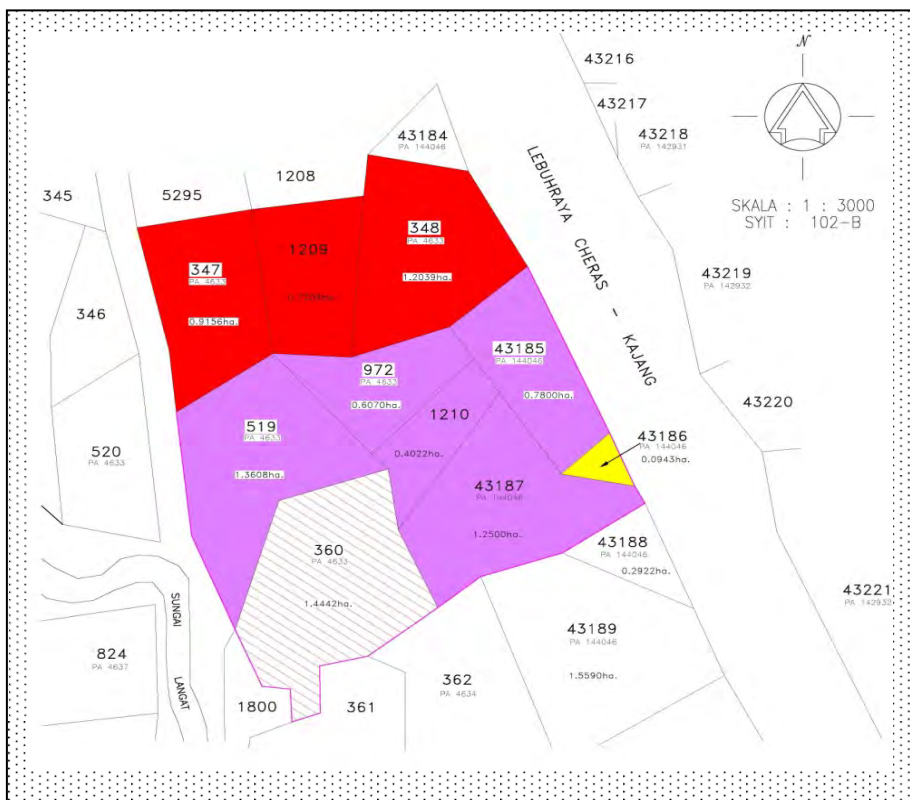
用地取得地の地番347に5軒の住居があるほかは、不法占拠者等は存在しない。IWKによれば、「この5軒の住宅は、元来、土地所有者が商業ビジネスとして、家を建てて他人に貸しているもので、所有者がどのようなビジネスをしようが彼らの自由である。土地収用法により土地所有者との売買が成立すれば、土地所有者との協議により、テナントは他の土地に移転する。ただし、この場合、通常、少なくとも1~2カ月前の通告が必要である」とのことであった。

下水処理場予定地の獲得は、土地収用法に基づいて行っており、しかも、計画対象地域には、いわゆる不法占拠者といったものは存在しないとのことであり、したがって、合法住民及び不法占拠者による住民移転の問題はない。



Source: Valuation and Property Services Department, Ministry of Finance

図IV-2.1 用地取得手続きのフロー



Source: IWK

図IV-2.2 下水処理場計画予定地の地番

表IV-2.1 下水処理場建設予定地の用地取得状況

No	下水処理場 予定地 の土地地番	用地取得状況	用地取得開始日	用地取得完了日 /完了予定日
1	347	用地取得最終段階、直ぐに購入代金の支払いに入る。	2011年4月	2012年2月予定
2	1209	用地取得最終段階、土地購入の交渉完了。	同上	同上
3	247	用地取得最終段階、土地購入代金の支払いは交渉中。	同上	同上
4	519, 972, 43185, 1210, 43186	土地収用法により、既に州所有の土地になっている。	2011年3月	2011年9月6日に手続き完了
5	43186	道路局所有地 2011年4月に土地所有権の変更について道路局とJPPとで合意された。	道路局(JKR)と下水道局(JPP)により 2011年4月に土地移管の同意されているために、何時でも移管が可能である。	

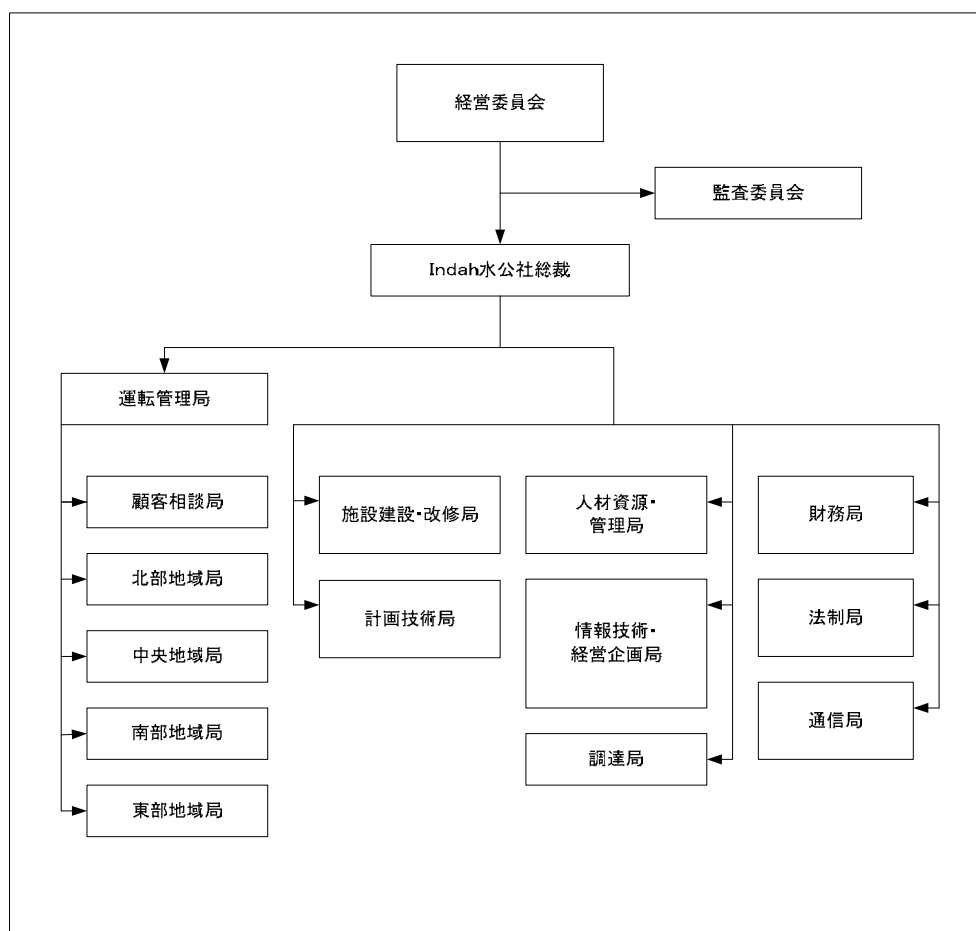
Source: IWK

## 2.5 苦情処理システム

用地取得に伴う苦情処理システムは、「土地収用法 (1960 年)」に組み込まれており、州土地法の下に指名された州土地管理官が、用地取得に当たって、その補償額を決定するために、土地補償協議会を開催し、収用予定地に係る全ての利害関係者を集め、彼らの意見を聞き、利害関係の調整を行う。州土地管理官は、用地取得補償協議会では、裁判所と同じ権限を有する。なお、用地取得補償協議会に利害関係者全てを徴集できなかった場合は、その開催は無効となる。

一方、財務省 (Ministry of Finance)、査定財産サービス局 (Valuation and Property Services Department)の公定査定人や土地所有者により指名された民間査定人による補償費の見積もりを勘案した上で、補償費の裁定をする。

IWK によれば、下水処理場予定地での用地取得に係る苦情処理といった問題はない。ただし、騒音がする、臭気があるとの苦情に関しては、IWK、運転管理局 (Operations Unit) が対応にあたるとのことであった。図IV-2.3にIWKの組織図を示す。



Source: IWK

図IV-2.3 IWK 組織

## 2.6 住民移転費用と財務手当

「土地収用法(1960年)」により開催される用地取得補償協議会には、この土地の占有者、登録所有者、登録した利害関係者、利害を持つと想定される人等全てに用地取得補償協議会開催の通知がなされ、土地の価値について質問し、補償を要求する全ての人々にそれぞれ関係する利害について質問を行う。州土地管理官は、これにより用地取得補償費を決定する。もし、用地取得予定地の中に、不法占拠者や借地人が居住していた場合、彼らに対する補償は、用地取得費の中に含まれ、用地取得申請者は、土地購入代金にその補償費を含めて土地購入代金として支払わなければならない。ただし、本プロジェクトの実施対象サイトである、下水処理場建設予定地には、不法占拠者は居住しておらず、住民移転の必要性はなく、そのための財務手当も発生しない。

### 3 EIA チェックリストに関係する調査項目

#### 3.1 許可と説明

EIA 承認以外に、工事に着手するために必要な承認事項として以下が挙げられる。

##### (1) 環境管理計画(EMP)報告書

EIA 承認後、EIA 承認条件を具体的な行動につなげるものとして、環境管理計画報告書を環境庁に提出して承認を得ることが必要である。なお、環境管理計画を確実に実施する証明書として、宣誓書の提出が同時に要求される。

##### (2) 開発承認書

EIA 以外に、工事に着手するために必要な承認事項として、下水処理場予定地の開発承認が必要である。Kajang 市役所、アセスメント財産局、土地価格差定・資産課職員によれば、開発用地が、用地取得或いは土地所有者との交渉により、確保された後で、建設工事に着手する前に、開発計画アセスメント書を Kajang 市役所に提出する。環境庁より EIA が承認されていることも開発承認評価対象になるため、開発承認を得る前に、EIA 承認を得ておくことが望ましいとのことであった。開発承認は、承認までに 2 回委員会が開かれ、条件付き又は無条件で承認される。開発承認まで、1～3 カ月間必要である。

##### (3) 道路工事許可

公共事業省(Ministry of Public Works : JKR)、道路局(Road Department) が地方道を除く主要道路を管轄している。JKR Hulu Langat 事務所が、プロジェクト対象地域を含む、Ampang, Cheras, Kajang, Semenyih, Beranang, Langat, Bandar Baru Bangi の 7 つの亜区(sub-district)を管轄している。下水本管のパイプ敷設工事の実施前に、「交通管理プラン(Professional Traffic Management Plan)」を提出して、道路使用許可を得る必要がある。許可のための審査に係る期間は約 2 週間である。

なお、JKR では、「建設時の交通管理のための想定手続きに関するガイドライン」「交通整理機器：一時的な標識に関するマニュアル」等種々の参考資料を発行しており、それらを参考にしてパイプ敷設工事時中の道路管理計画を立案すべきである。

##### (4) 土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可

土工事が開始前に、土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可を得るために、排水に係るデザインを、自然資源・環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment)、灌漑排水局 (Department of Irrigation and Drainage: DID) に提出しなければならない。土壌侵食・土砂堆積を防ぐためには、工事敷地内に沈殿池やシルトトラップを設置し、そこからの上澄水を排水することが必要である。

##### (5) 作業安全管理登録

建設作業開始の約 1 カ月前に、人的資源省 (Ministry of Human Resources)、労働安全健康



局 (Department of Occupational Safety and Health: DOSH) 、州事務所(State office) に、労働安全管理に係る登録申請をしなければならない。

### 3.2 汚染コントロール

(1) 計画下水処理場のポンプ、送風機、非常停電時駆動の発電機による騒音の発生

計画下水処理場では、水処理のために、以下のような騒音発生駆動機器が処理場内に設置される予定である。なお、発生騒音量は、騒音源での大きさである。

- 1) ポンプ 6 台 : 250 KW/台、発生騒音量 85 dB/台
- 2) 送風機 6 台 : 150 KW/台、発生騒音量 100 dB/台
- 3) 非常用発電機 2 台 : 2,000 KVA/台、発生騒音量 85 dB/台

これらの計画下水処理場での騒音発生駆動機器、及び周辺の住宅・学校の概略位置関係を図IV-3.1 に示す。計画下水処理場の南西側境界外側にイスラム学校及び住宅地があり、北西側のアクセス道路沿いにも多少住宅地が分布している。



Source: Prepared by the Study Team

(注) 黄色の正方形部分 : 騒音対策で考慮された住宅地、  
赤の正方形部分 : 計画下水処理場での騒音発生機器の設置位置 (JICA 調査団計画案による)

図IV-3.1 計画下水処理場での騒音発生機器及び周辺住宅の概略位置関係

「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」により以下の騒音

限界値が示されている。この騒音限界値は、敷地境界で測定される値である。なお、WHO 基準（推奨騒音暴露限界値）は、マレーシア基準とほぼ同じであるために、マレーシア基準を適用する。

表IV-3.1 計画及び新規開発土地利用による最大許容騒音レベル(LAeq)

分類	日中 (7:00 am – 10:00 pm)	夜間 (10:00 pm – 7:00 am)
騒音静謐地域 疎らな住居地域、公共施設（学校、病院）、 ワークショップ地域	50 dB	40 dB
半都市化地域（中間的密度地域）公共スペース、公園、リクレーション地域	55 dB	45 dB

Source: "Planning Guideline for Environmental Noise Limits and Control (2004), Schedule 1"

#### 南西側境界外側のイスラム学校及び住宅地での騒音

イスラム学校所在地は、上記ガイドラインにより、騒音静謐地域に相当する。ただし、夜間は、生徒が在籍しないため、昼間のみ騒音静謐地域の規定が適用され、日中の騒音規制値は、50 dB である。夜間は、半都市化地域の住宅地の騒音が適用されるために、夜間の騒音規制値は、45 dB となる。

送風機から南西側敷地境界までの距離は、直線距離で約 260 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 350 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 340 m である。この場合の送風機 6 台、ポンプ 6 台、発電機 2 台を同時に稼働させた場合の南西側敷地境界における合成騒音は、59.6 dB となり、騒音防止基準値の騒音静謐地域の日中 50 dB 及び半都市化地域住宅地の夜間 45 dB を超えている。

そのため、騒音防止装置（サイレンサー）により、最も騒音の大きな送風機 (100dB) の騒音を 15 dB 低下させ、音源で 85dB、ポンプ (85 dB) 及び発電機 (85 dB) を同様に騒音防止装置により、その騒音を 10 dB 低下させて、それぞれ音源で 75 dB とする。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の南西側敷地境界における合成騒音は、44.8 dB となり、騒音防止基準値の学校が存在する場合の日中 (50dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

従って、騒音基準値をクリアーするためには、騒音防止装置を付けることにより、送風機は 15 dB、ポンプ及び発電機はそれぞれ 10 dB ずつ音源レベルを低下させることが必要である。

#### 北西側住宅地での騒音

北西側住宅地での騒音規制値は、上記ガイドラインにより、半都市化地域での住宅地域の騒音規制値が適用され、日中の騒音規制値は、55 dB、夜間での騒音規制値は、45 dB である。

上記に示したように、送風機 6 台・ポンプ 6 台・発電機 2 台を同時に稼働させた場合の南西側境界外側のイスラム学校及び住宅地での合成騒音を計算したところ、騒音基準値をクリアーするためには、騒音防止装置を付けて、送風機は 15 dB、ポンプ及び発電機

はそれぞれ 10 dB ずつ音源レベルを低下させることが必要であることが判明した。

従って、同じ条件で、北西側住宅地での合成騒音値を計算し、その騒音レベルが騒音基準値に合致しているかどうかを検討する。

送風機から北西側住宅地境界までの距離は、約 385 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 305 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 315 m である。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の北西側敷地境界における合成騒音は、41.9 dB となり、騒音防止基準値の半都市化地域住宅地での日中 (55dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

#### 北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地での騒音

上記と同様に、騒音防止装置を送風機・ポンプ・発電機に設置して、送風機の音源レベルを 15 dB 低下させ、85 dB とし、ポンプ及び発電機の音源レベルを 10 dB 低下させ、75 dB とした時のそれらを同時に稼働させた場合の合成騒音を計算する。

送風機から北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地境界までの距離は、約 320 m、ポンプから敷地境界までの距離は、約 150 m、発電機から敷地境界までの距離は、約 130 m である。この場合のそれぞれの機器を同時に稼働させた場合の敷地境界における合成騒音は、44.8 dB となり、騒音防止基準値の半都市化地域住宅地での日中 (55dB)、及び夜間の半都市化地域住宅地の夜間 45 dB をクリアーする。

以上の検討結果から、騒音防止装置を送風機 6 台・ポンプ 6 台・発電機 2 台に設置して、送風機の音源レベルを 15 dB 低下させ、85 dB とし、ポンプ及び発電機の音源レベルを 10 dB 低下させ、75 dB とした時、南西側敷地境界外に立地するイスラム学校・住宅地、北西側住宅地、北西側アクセス道路沿いの計画下水処理場隣接住宅地でのそれらの機器を同時に稼働させた場合の合成騒音は、いずれもマレーシア国の騒音基準値以下となる。そのため、送風機・ポンプ・発電機には、騒音防止装置を付けて、それぞれ、15 dB、その他の機器は 10 dB 音源レベルを低下させることが必要である。

なお、騒音計算に利用した騒音計算関係式を下記に示す。

#### 騒音計算関係式

騒音関係式： $L_2 = L_1 - 20 \log_{10}(d_2/d_1)$

$L_2$ ：予測距離での騒音レベル (dB)、 $L_1$ ：基準距離での騒音レベル (dB)、 $d_2$ ：予測距離、 $d_1$ ：基準距離 (点音源とする。)

騒音が重なった場合の合成騒音量： $L \text{ (dB)} = 10 \log_{10} (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots)$

$L$ ：合成した騒音レベル、 $L_i \text{ dB}$ ：個々の音源による騒音レベル

#### (2) 工事騒音

「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」によれば、建設の工事騒音基準は、スケジュール 6 として示されている。その概要を表IV-3.2に示す。騒音限界値は、日中(朝 7:00～午後 7:00)、夕方(夕方 7:00～夜 10:00)、夜間(夜間 10:00～朝

7:00)までの3期間に区分され、日中は比較的大きな騒音が許されるものの、夕方は、少し許容騒音値が小さくなり、夜間は、通常の住宅地域と変わらなくなる。そのため、大きな騒音のでる建設工事は、なるべく日中(朝7:00～午後7:00)に実施するのが望ましい。工事手順上やむをえない場合や急ぐ場合は、小さな騒音を起こす機械類を使用する場合に限り、夕方(夕方7:00～夜10:00)までとする。この場合も大きな騒音がでないように、小型の機械を利用するとか、機械に消音器を付けて、騒音の軽減を図るようにする。特に、学校・病院等の付近では、工事スケジュールを工夫して、工事期間を短くするように配慮する。

表IV-3.2 建設作業中の最大許容騒音レベル

騒音影響区域	騒音パラメータ	日中 (朝7:00-午後7:00)	夕方 (夕方7:00～夜10:00)	夜間 (夜10:00～朝7:00)
住宅地域	L <sub>90</sub>	60 dB	55 dB	50-55* dB
	L <sub>10</sub>	75 dB	70 dB	50-55* dB
	L <sub>Max</sub>	90 dB	85 dB	50-55* dB

Source: "Planning Guideline for Environmental Noise Limits and Control (2004), Schedule 6"

注) 夜間の最大許容騒音レベル\*は、規定に従って、スケジュール1による。小さい方の騒音値(50 dB)は、病院・学校等がある場合、大きい方の値(55 dB)は一般住宅地の場合を示す。

### (3) 臭気の発生

マレーシア国の環境法令には、悪臭防止に係る法令は現在存在しない。

予備的計画では、建設予定下水処理場の汚泥処分施設等は、密閉式の施設となることが計画されている。臭気を閉じ込めるために、沈砂池、最初沈殿池、反応槽、汚泥設備関連タンク、スカムピット、各機械類は覆蓋、脱臭設備により脱臭する。

脱臭は、充填塔式生物脱臭法による生物脱臭装置を用いて脱臭する。これは、生物脱臭塔の中に種々の微生物を保持した担体を充填し、微生物を繁殖させ、そこに、臭気を送気し、微生物により臭気成分を分解する方法である。

この利点として、維持管理が容易である。運転費は主に送風機の電気代であり、安価である。装置が小型である等が挙げられる。

## 3.3 自然環境

### (1) 環境保護地域

下水処理場予定地及びその周辺地区には、環境保護地域及び国際条約で承認された保護地区等は存在しない。また、下水処理水を排水する Langat 川の河口付近にも環境保護地域は存在しない。

### (2) 生態系

下水処理場予定地域は、人工林地やバナナプランテーションであり、特別に生態系に重

要な地域となっていない。

### 3.4 社会環境

#### 3.4.1 少数民族と先住民

##### (1) 少数民族

マレーシアでは、約 2,831 万人の国家人口(2009 年)のうち少数民族は、マレー人(65 %)、中国系マレー人(26 %)、インド系マレー人(8 %)及びその他(1 %)である。これらの住民のうち、中国系及びインド系マレー人が少数民族に区分される。マレーシアでは、これらの人々の生活水準は一般的に高く、経済力を持っている。そのため、プロジェクトの実施は、かれらの生計に負の影響を与えることはなく、逆に、下水施設の改善は彼らにプラスの影響を与えるだろう。

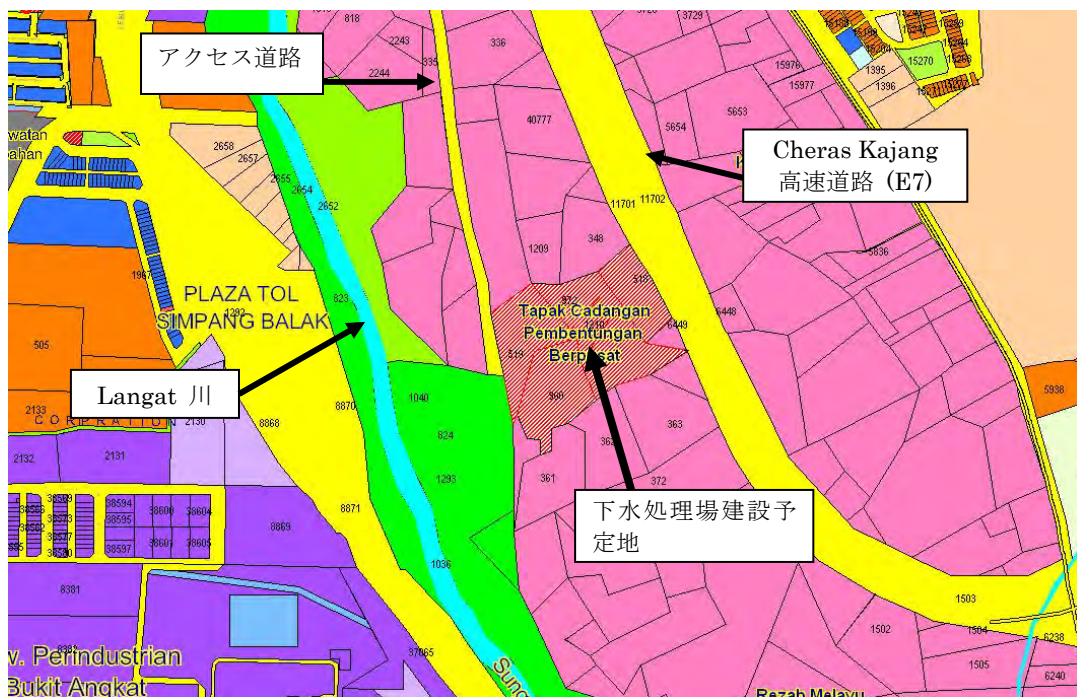
##### (2) 先住民

マレー半島には、オランアスリと呼ばれる先住民が生活している。彼らは、18 部族からなり、その言語や習慣により、3つの主要グループに分類される。①セマング族(又はネグリト族)、一般的に半島の北部に居住している。②セノイ族、半島の中央部に居住している。③マレー原住民(又はマレーアボリジニ)半島南部に居住している。

セノイ原住民はセランゴール州のジャングルに居住している。しかしながら、下水処理場予定地である Kajang 市には、彼らは居住していない。そのため、プロジェクトの実施は彼らの生活に何ら影響を及ぼさない。

#### 3.4.2 歴史的文化遺産

KMC 開発計画局によれば、下水処理場予定地には、歴史的文化遺産といったものはなく、開発に問題が無いとのことであった。なお、KMC の都市開発計画図(図IV-3.2)によれば、下水処理場予定地は、既に州政府公認となっており、関係各省でも了解していて地図上でもはっきりと下水処理場建設予定地として公認されている。



Source : Kajang Municipal Council

図IV-3.2 KMC 都市開発計画図

(黄色：道路、水色：河川、緑：森、ピンク：コミュニティ施設、青紫色：工場、濃紺：商業等)  
 下水処理場予定地は住宅地の中にあるが殆ど空き地により構成される。

### 3.5 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策

#### 3.5.1 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

建設時の環境に対する負の影響と緩和対策を表IV-3.3に示す。

表IV-3.3 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

No	負のインパクト	緩和対策	関係法制 及び関係機関
1	自然水路の一時的土砂堆積、 堤切削や埋戻しによる土壌浸食	注意深く建設スケジュールを立案する。 盛り土面の安定斜面を維持すること。 不必要な掘削を避けること。 土盛りによる排水路の保護を行う。 埋め戻し土砂表面の適切な締め固めを行うこと。 浸食が激しい掘削表面に植生をすること。	環境質（指定活動） （環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
2	表流水に関わる負の影響	建設活動により、濁度の高い表流水を排水路に流出させないようにするため、工事排水を沈殿池に導き、土砂を沈殿させた上でその上澄みを河川に放流させる。さらに濁度がひどい場合には、シルトトラップにより濁度を下げる。	侵食堆積防止ガイドライン（2010年）、DID、河川への排水施設のデザインについて土木工事を始める前に許可を得る。
3	油、グリース、燃料による地面や表流水の汚染	流水路付近に工事機械等を置かないようにすること。 グリース等の貯留や安全廃棄 工事機械置き場や作業員宿舎場所をきれいにして、燃料や油により周辺環境を汚染しないようにすること。	環境質（指定活動） （環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
4	人間や動物に危険となるカや他の媒介微生物等を増殖させるような土取り場や採石場、 残土処分場でのたまり水の造成	蚊等の繁殖を避けるために、盛り土をして、排水路を清潔にすること。 利用後に地形を元にもどしてきれいにする	同上
5	パイプ敷設に伴う残土処理	残土は、一般廃棄物処理場に廃棄する。	
6	パイプ敷設時及び浄水場建設時の騒音と振動	騒音防止法により騒音防止区域に指定されている、学校・病院・裁判所・図書館付近では、短期間に工事を終えるようにする。 また、小型の掘削機械や消音器を付けた機器類を採用し、極力大きな騒音と振動が出ないようにすることが大切である。	環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン（2004年）、DOE
7	工事に伴う埃やダスト	散水を行い、工事に伴うダストや埃が立たないようにする。	環境質（指定活動） （環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
8	道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止	交通が頻繁な道路沿いでパイプ敷設工事を行う場合、JKR（公共事業省）、Hulu Langat事務所に前もって、敷設工事箇所や敷設工事スケジュールを示して許可を得ること。	工事に先だって、工事の施工計画・スケジュール・交通整理案をJKR、

		また、道路の片側ずつ工事を行ない、工事標識やポストを立て、テープ等で囲い、見張り人を置き、それに加えて、夜間は、工事箇所を示す電気信号装置等を設置し、十分な安全対策を取る。自転車や歩行者の交通に支障がないように、誘導路を設定し、見張り人が安全に誘導し、交通整理を行うこと。公共事業省本部では、「建設中の交通管理方法に関するガイドライン」や「交通整理装置マニュアル：交通信号」等の基準書が発行されているので、参考にすること。	Hulu Langat 事務所に、「交通管理プラン」を提出し許可を得る。
9	工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性	下水処理場やポンプ場建設現場では、車両の出入りに注意し、複数の見張り人を立て安全に工事車両を常時誘導すること。工事車両の運転手には、安全運転を徹底させ、事故がないようにすること。工事現場への一般人の立ち入りを禁止し、囲いをし、立ち入り禁止の立て看板を立てる。	環境質（指定活動）（環境影響評価）命令（1987年）、修正命令（1995年）、DOE
10	資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染	道路通行路に落下物があった場合、ただちに排除できる体制をとる。また、1日3回道路を周回して通行に支障の危険物が落下していないかを確認する。さらに、工事土砂により汚れたタイヤで道路を汚さないように、タイヤの洗浄を行い、また、道路の汚れた箇所は常に清掃を行っておく。	同上
11	工事に伴う排水	工事に伴う排水先は、空き地や側溝のある場所、ため池等にするようにして、近く似ない場合は、臨時の排水管や側溝を構築して、民家等に迷惑がかからないようする。	同上
12	工事現場・宿舍周辺でのゴミや汚物処理	工事現場や工事作業員用の宿舍周辺は常に清潔に保たねばならない。ごみは、油や一般ごみ、危険物と分別する廃棄箱を設け、適切に処理をする。工事現場や作業員用宿舍周辺には、簡易トイレ、洗浄用給水施設を設けて清潔さを保つ。	同上
13	工事作業員の安全管理	工事現場に立ち入る人は、必ず、工事用作業靴と安全帽をかぶるようにする。また、工事現場監督は、毎朝従業員を集めて朝礼を行い、その席で従業員に工事現場の安全管理について訓示を行い、安全管理を徹底する。 工事重機の稼働する現場では、重機の作業域のなかには、関係者以外立ち入らないようする。	労働の安全と健康法（1994年）、人的資源省、労働安全健康局（DOSH）
14	機械類の設置に伴う安全管理	STPの中への機械類の設置/始動運転に関しては、工事作業員に危険が及ばないように、機械類に詳しい経験者及び資格者が監督を行う。	工場と機械法（1967年）、修正法（1974年）、人的資源省、労働安全健康局（DOSH）

Source: Prepared by the Study Team



### 3.5.2 施設建設後の負の影響と緩和対策

施設建設後の負の影響と緩和対策を表IV-3.4に示す。

表IV-3.4 施設建設後の負の影響と緩和対策

No	負のインパクト	緩和/対処方法（環境管理計画）	関係法制及び関係機関
1	下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄。 目標年とする2035年で、水分含有量80%で、130m <sup>3</sup> /day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。	下水処理場で処理される汚水は、一般家庭からのものであるため、重金属やその他の危険物質は含んでいないと想定される。このため、一般廃棄物処分場に廃棄される。	環境質（指定廃棄物）規則（2005年）；IWK
2	下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び発電時用の発電機(2台)による騒音の発生	送風機、ポンプ、発電機には、消音機を接続して発生騒音の軽減を図る。送風機から南西部境界に接する学校校舎まで約350m、送風機から北西部の住宅地域まで約380m、送風機から北西部の境界部分に立地する住宅まで、約320mほど離れているため、消音器により、送風機は、15dB、ポンプ及び発電機は、10dBほど騒音を軽減できれば、騒音防止法の基準値(昼間50dB、夜間45dB)以下となるため、問題は生じない。 (騒音の影響を受ける周辺地域までの距離は、最も騒音レベルの高い送風機を参考として示した。)	環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)；DOE.
3	下水処理場からの悪臭	下水処理場からの悪臭を避けるために、汚泥処理施設等は、完全密閉式とし、換気設備等からの排気には、脱臭設備を設けて徐臭を行う。悪臭防止も兼ねて、下水処理場の周辺には緩衝帯を設ける。	

Source: Prepared by the Study Team

#### (1) 下水処理場から排出される汚泥の廃棄

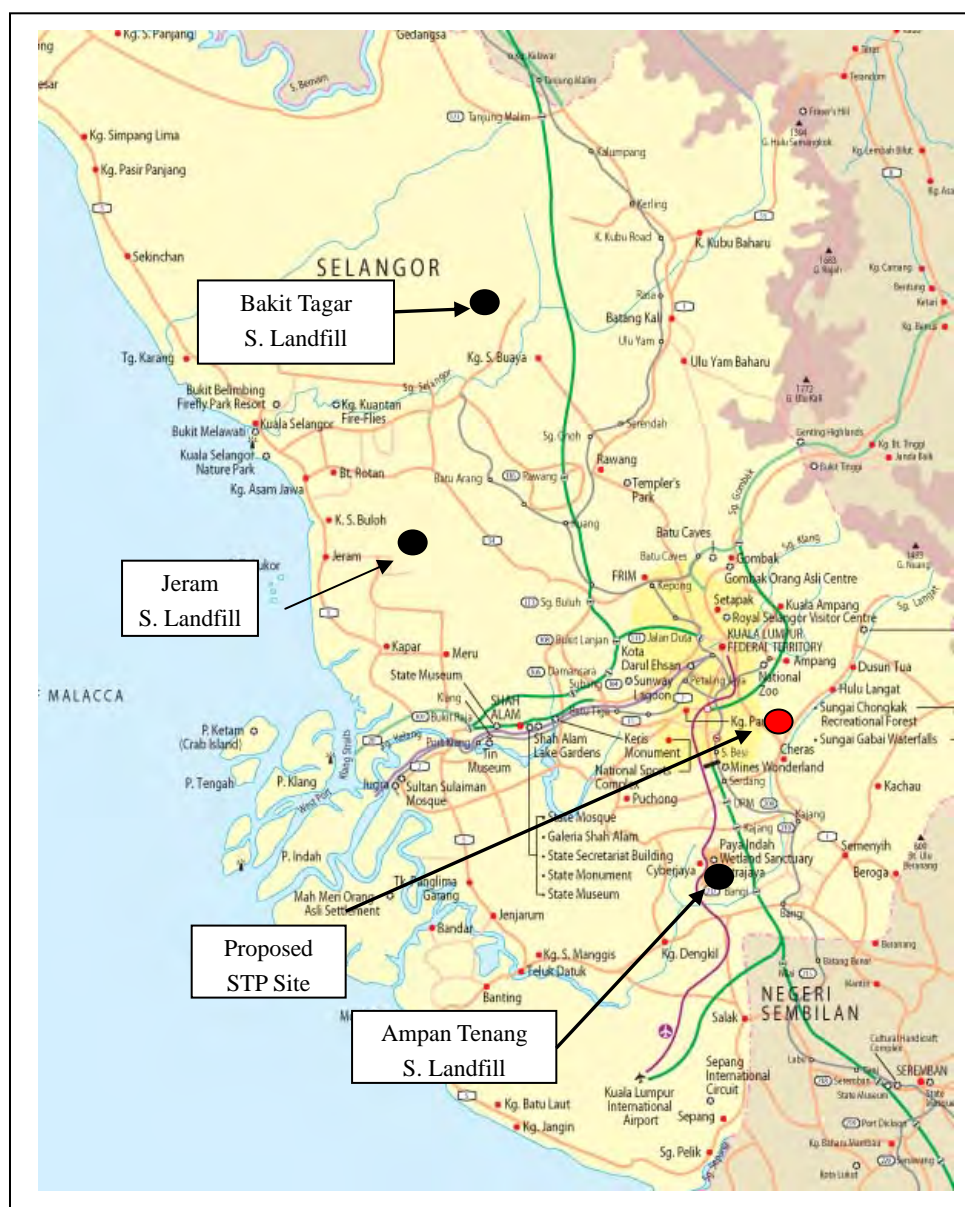
マレーシア国の環境法によれば、工場等からの排水は、それ自体の責任で下水処理を行い、その後、環境基準値以下の水質排水を河川に直接排水することに規定されている。下水処理場で処理する下水は、一般家庭からの汚水に限られている。「環境質（指定廃棄物）規則（2005）」によれば、下水処理場からの汚泥は、指定廃棄物に該当していない。もし、該当すれば、この法律により規定された特別な処分場所に捨てることになり、また、その取り扱いにも特別な注意が払われることになる。

下水処理場からの汚泥は、一般廃棄物として一般廃棄物処分場に廃棄処分されることになる。

目標年2035年における下水処理水量は207,000 m<sup>3</sup>/dayであり、その場合の汚泥発生量は、水分含有量80%で、130m<sup>3</sup>/day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。下水処理場からの汚泥処分

は、Indah Water Konsortium (IWK) が行う。

首都圏には、IWK が一般廃棄物処分場として、汚泥を捨てている廃棄物衛生処分場が3箇所 (2010年時点) あり、環境省より認可された処分場である。このうち、Ampan Tenang 衛生処分場は、2010年2月に満杯となり、廃棄物の受け入れ中止になったために、現在、利用されている処分場は2箇所である。これらの処分場は、民間企業により運営されている。IWK は、これらの民間企業の業者と契約を結んで、汚泥を捨てている。これらの処分場の位置を図IV-3.3に、その概要を表IV-3.5に示す。



Source: Prepared by the Study Team

図IV-3.3 IWK 利用の汚泥処分場位置図

表IV-3.5 IWK 利用、汚泥処分用一般廃棄物処分場の概要

No.	処分場名	処分場場所	運営組織	処分場概要
1	Ampan Tenang 衛生処分場	Selangor 州	Alam Flora Co. Ltd.	操業停止：2010年2月、 処理場寿命：12年間 処分費用：公共ごみ RM600/m <sup>3</sup>
2	Jeram 衛生処分場	Selangor 州、	Worldwide Landfills Co. Ltd.	面積：160 acres 操業開始：2007年1月、 処理場寿命：16年間 現在処分量：2,000 m <sup>3</sup> /日 処分費用：公共ごみ RM36/m <sup>3</sup> 特別ごみ RM141.66/m <sup>3</sup>
3	Bukit Tagar 衛生処分場	Selangor 州	Kub-Berjaya Enviro. Co., Ltd.	面積：700 acres 操業開始：年月、 処理場寿命：40年間 現在処分量： m <sup>3</sup> /日 処分費用：公共ごみ RM36/m <sup>3</sup> 特別ごみ RM141.66/m <sup>3</sup>

Source: IWK Website

(2) 下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び停電時用の発電機(2台)による騒音の発生

第3章、3.2 汚染コントロール、(1) 計画下水処理場のポンプ、送風機、非常停電時駆動の発電機による騒音の発生について詳述する。

(3) 悪臭防止

「3.2 汚染コントロール」、「(2) 臭気の発生」に記載した。

(4) 緩衝帯

環境局は、「緩衝帯ガイドライン」により、工場用地の決定に際して、環境保護の観点から緩衝帯の設置を要求している。「緩衝帯ガイドライン」は下水処理場の概念を5種類に分類している。(1) 住居・商業地域付近の開放型下水処理場、(2) 住居・商業地域付近の密閉型下水処理場、(3) 住居・商業地域付近の埋設式/覆蓋式下水処理場施設、(4) 住居地域・高層ビル付近の密閉型下水処理場、(5) 工業地域付近の小規模な開放型下水処理場（処理人口150人以下）。ガイドラインは、以下のように、上記分類に従って、緩衝帯の大きさを規定している。

表IV-3.6 下水処理場の種類と必要な緩衝帯の大きさ

No.	下水処理場の分類	必要な緩衝帯の大きさ
(1)	住居/商業地域付近の解放式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い建築物まで最低距離 30 m</li> <li>下水処理場のフェンスから工業地域の最も近い建築物まで最低距離 20 m</li> </ul>
(2)	住居/商業地域付近の密閉式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い土地境界まで最低距離 10 m</li> </ul>
(3)	住居/商業地域付近の埋設式/覆蓋式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理場のフェンスから住居/商業地域の最も近い建築物ラインまで最低距離 10 m</li> </ul>
(4)	住居地域/高層ビル付近の密閉式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理場のフェンスから住居/高層ビルの最も近い建築物ラインまで最低距離 30 m.</li> </ul>
(5)	工業地域付近の小規模開放式下水処理場施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理場のフェンスから工業地域の最も近い建築物ラインまで最低距離 20 m.</li> </ul>

Source: "Malaysian Sewerage Industry Guidelines – Volume 4: Sewage Treatment Plants" by SPAN (January 2009)

表IV-3.7 全ての下水処理場に必要その他の緩衝帯

No.	下水処理場の分類	その他の緩衝帯の制約内容
(1)	全ての下水処理場施設	下水処理場用地のフェンスから最低 5 m の距離が植栽美観のために確保されるべきである。

Source: "Malaysian Sewerage Industry Guidelines – Volume 4: Sewage Treatment Plants" by SPAN (January 2009)

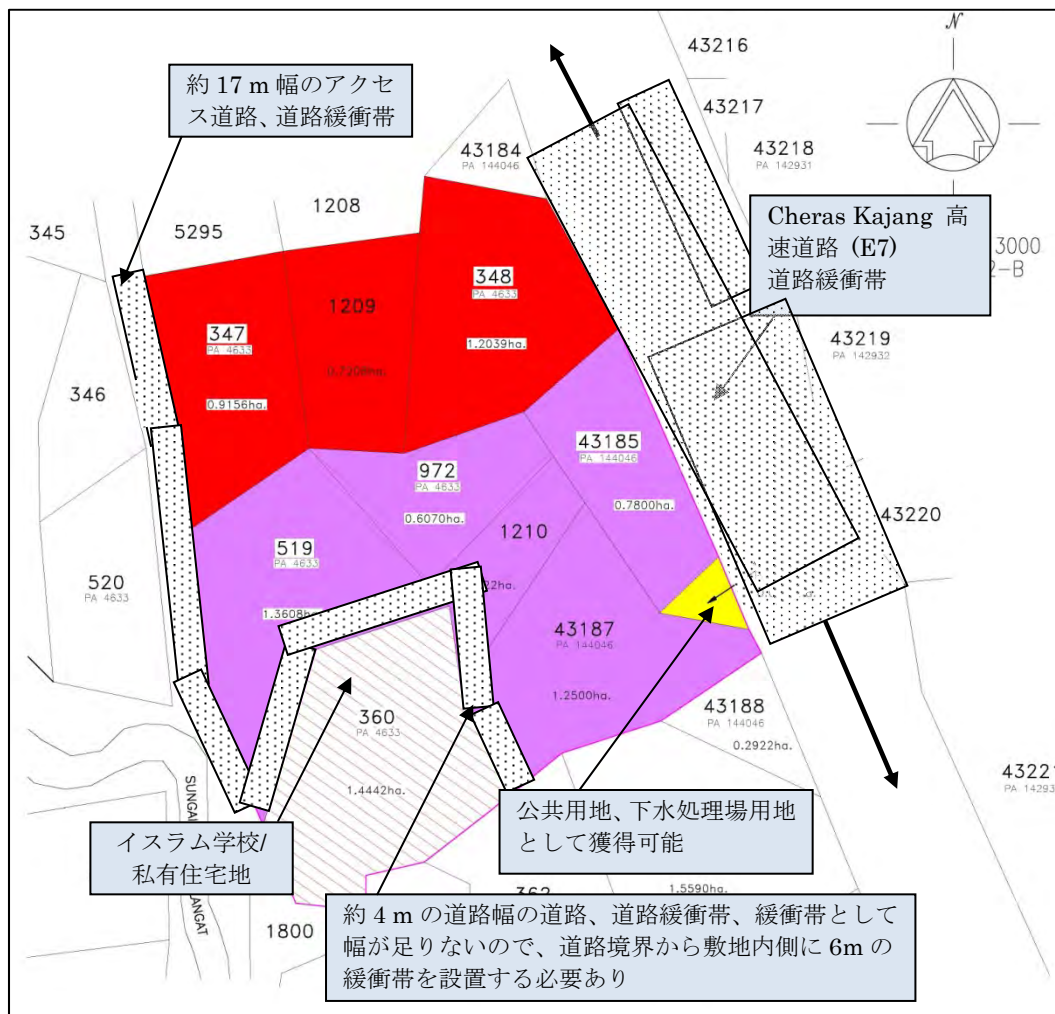
表IV-3.6 の施設方式の分類に加えて、「緩衝帯ガイドライン」は、緩衝帯として、排水池、道路や高速道路用地、送水用地、公共施設用地 及び公園を含めると規定している。

本プロジェクトの下水処理施設の予備的デザインとして、現在、汚泥処理施設等の密閉式/覆蓋式施設が考慮されている。プロジェクトサイト周辺には、高層ビルや工業地域はないので、表IV-3.2 によれば、本計画下水処理場における必要な緩衝帯の幅は、住居地域の境界から 10 m となる。さらに、敷地境界から内側に最低 5 m、植栽美観のための緩衝帯を設けなければならない。

他方、プロジェクト地域は、東側を南北方向に走る Cheras Kajang 高速道路 (E7)、及び西側を南北方向に流下する Langat 川に沿って約 17 m 幅のアクセス道路が走り、囲まれている。これらの道路は緩衝帯として利用可能である。南の境界では、何軒かの住宅とイスラム学校からなる住宅地が存在している。その住宅地の周囲は約 4 m 幅の地方道路が境界地に沿って存在している。そのため、南西側境界では、この道路幅 4 m の地方道は緩衝帯として利用できるが緩衝帯としての幅が足りないため、道路幅を含めて 10 m の緩衝帯を設定するために、道路から 6 m 内側に緩衝帯を設けなければならない。北部境界では、林地が存在している。そのため、緩衝帯を設定することは考慮されない。

さらに、「緩衝帯ガイドライン」は表IV-3.7 に示したように、下水処理場にそれ以外の緩衝帯の設定（美観的要素）を要求している。そのため、下水処理場施設は緩衝帯境界から

さらに5m内側に建設しなければならない。この緩衝帯は美観のために植生しなければならない。図IV-3.4に提案した緩衝帯の計画概要を示す。



Source: Prepared by the Study Team

#### 図IV-3.4 緩衝帯の計画概要

注) アクセス道路及び高速道路の幅は、スケール表示ではない

(緩衝帯に加えて、植栽美観用の土地スペースが5mの幅で処理場用地の内側に用意される必要がある。上図には図示を省略)

### 3.6 モニタリング計画

#### 3.6.1 実施組織によるモニタリングシステム

モニタリング結果を評価して監視しているのは環境庁である。EIA承認に伴う付帯条件として、環境庁からモニタリングに係る観測項目及び観測頻度、報告書の提出について細かく指示が提示される。そのモニタリングを実際に現場で実施するのは、工事建設中は、事業提案者/工事業者であり、施設が完成してからは、施設運営事業者となる。そのモニタリ

ング費用は、それらの当事者の負担である。水質/大気質等の分析業者は、環境庁によって登録された分析機関に限られる。

ここでは、参考とする類似の下水処理場建設計画で、環境庁により課せられたモニタリングに係る付帯条件を参考にしながら、モニタリング計画（案）を立案する。

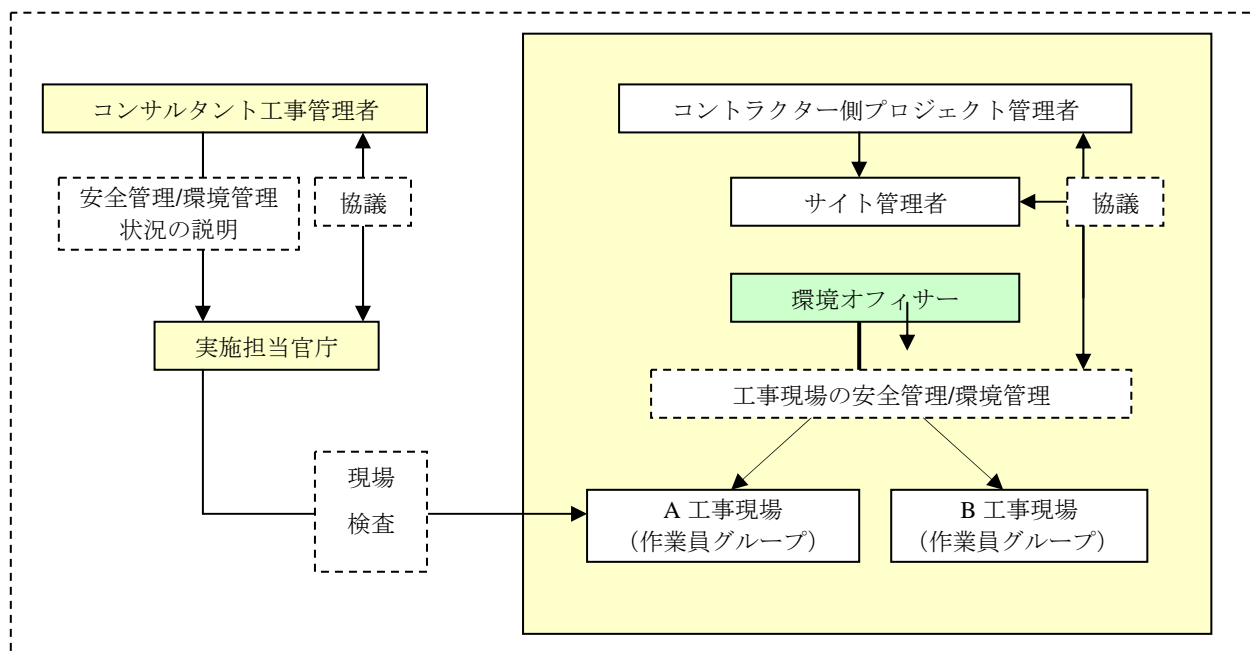
環境庁によれば、施設建設側で専属の環境オフィサーを雇用することとしている。

#### (1) 施設建設中のモニタリング体制

建設工事における安全管理（道路の交通安全や作業員の安全管理）や環境管理の目的は、建設活動から生じる事故を減らし、健康的な作業環境を醸成し、市民迷惑を減らすためである。環境管理計画は、現場や公共での全ての人々を保護し、事故のリスクを減少させ、地域住民や作業員の健康を保証し、環境に対するダメージを最小化するために実施される。安全管理は、工事期間中、継続して行われなければならない。

環境管理は、工事現場、機材や資材置き場のような工事現場周辺地域に対して行われる。特別な配慮が建設時の交通整理に対して払われなければならない。建設工事に当たるコントラクターのプロジェクト管理者は、サイト管理者の下に、環境関係に見識経験のある者を1名雇用し、環境管理者に選定し、全体の工事の安全環境管理に当たらせるようにしなければならない。環境管理者は、環境と安全管理について、現場状況をチェックして必要な方策を立て、プロジェクト管理者やサイト管理者と協議し、環境安全管理策を作業員全員に通達し、環境安全管理を図らなければならない。図IV-3.5に環境管理計画の実施体制を示す。工事管理に当たるコンサルタントは、コントラクターのプロジェクト管理者及び実施担当官庁と十分協議し、関係官庁の了解を得て安全に工事を進めなければならない。

監督官庁は「マ」国政府下水道部（JPP）、工事発注者はPPP事業者であり、工事業者がモニタリングを実施して、これを監督官庁に報告することとなる。モニタリング費用は工事費用に含まれる。



Source: Prepared by the Study Team

図IV-3.5 工事建設サイトの環境管理体制

### 3.6.2 モニタリング計画

工事中及び施設稼働中に発生する負の影響とこれを緩和する対策及び水道施設復旧後の施設稼働中の環境対策に関わるモニタリング計画（案）を表IV-3.8に示す。なお、モニタリング結果は、記録用紙に記録し保存する。

表IV-3.8 工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画(案)

No.	負の影響と対策	モニターする要素	モニタリング場所	モニター方法	モニター頻度	モニター実施者
建設工事中						
1.	自然水路での一時的土砂堆積、堤切削や埋戻しによる土壌浸食防止	土壌侵食と表流水の濁度	STPサイトの沈殿池から河川への流出場所、	濁度と TSS 測定	工事中 1回/日	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁
2.	表流水に係る負の影響の緩和	表流水の流路への障害	河川への排水口付近	物理的観察	工事中 1回/日	同上
3.	グリース、燃料による地面や表流水の汚染対策	油による表流水汚染	河川への排水口付近	物理的観察	工事中 1回/日	同上
4.	土取り場や採石場、残土処分場、工事現場等のたまり水の造成防止	たまり水の無い環境維持	土取り場、採石場、残土処分場、工事現場	物理的観察	工事中 1回/月	同上
5.	パイプ敷設に伴う残土処分	安全で清潔な残土処理場の維持	残土処分場（公営一般廃棄物処分	物理的観察	工事中 1回/週	同上

			場)			
6.	パイプ敷設時及び下水処理場、ポンプ場建設時の騒音・振動防止	騒音・振動	全ての工事現場	住民による苦情	工事中	同上
7.	工事に伴う埃やダスト防止	埃やダスト	全ての工事現場	住民による苦情	工事中	同上
8.	道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止	安全交通整理方法の適切さ	全ての配管敷設工事場所の工事車両出入り口	物理的観察	工事中 2回/週	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁、JKR
9.	工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性対策	安全交通整理方法の適切さ	下水処理場・ポンプ場建設サイトの車両出入り口	物理的観察	工事中 2回/週	同上
10.	資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染防止	道路の汚れ具合	工所用資機材及び残土等の輸送車両の通行道路	物理的観察	工事中 2回/週	同上
11.	工事に伴う排水対策	適切な排水処理の確認	全ての工事現場	物理的観察	工事中 1回/週	同上
12.	工事現場・宿舍周辺でのごみや汚物処理	ごみ及び汚物処理	全ての工事現場及び作業員宿舍周辺	物理的観察	工事中 1回/週	同上
13.	工事作業員の安全管理	工事現場の安全管理規則や安全靴、安全帽の着用等	工事作業員の安全管理	物理的観察	工事中 1回/週	環境オフィサー、コンサルタント、実施担当官庁、DOSH
建設工事完了後の施設の運転時						
1.	下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄。	沈殿砂の公営処分場への適切な廃棄	下水処理場	物理的観察	月毎	実施担当官庁
2.	下水処理場に設置される送風機(6台)、ポンプ(6台)、及び停電時用の発電機(2台)による騒音の発生	騒音	下水処理場	住民による苦情	稼働中	同上
3.	下水処理場からの悪臭	悪臭	下水処理場	住民による苦情	稼働中	同上

Source: Prepared by the Study Team



## 4 その他

### 4.1 消化ガス発電計画

#### (1) 消化ガス発電概要

電力コストの削減や温室効果ガスの削減を目的として、下水処理場から発生する消化ガスを利用して消化ガス発電を行うことが計画されている。

その処理方式は、消化ガスを活性炭フィルターでエンジン等に損傷を与える微量不純物成分（シロキサン）の除去を行った後、ガスエンジン/ガスタービンで消化ガスを燃焼し、エンジンを回転させることで発電を行う。一方、排ガス/冷却水からの廃熱を蒸気/温水の形態で回収し、冷暖房/給湯等に利用する。

発電効率は、通常 25-35%、廃熱効率は 40-45%に達し、総合効率として約 80-90%に達し、相当に高い効率となっている。

#### (2) 消化ガス発電の全消費電力に占める割合

計画下水処理場では、メーカー標準容量より、発電機（400 KWh/台）を 2 台運転する。その合計発電電力量は、800 KWh/2 台となる。これを処理場で最も重要率の高い送風機（150 KW/台）の運転にこの電力を利用する。その場合の送風機の最大運転可能台数は 4 台となる。ただし、夜間（22:00-6:00）は、下水流入量が少ないので、2 台の送風機を稼働させるものとし、その発電機による送風機の消費電力量は、12,000 KWh となる。

一方、下水処理場の平均需要電力は、2,710 KWh と想定され、24 時間では、2,710 KWh×24 h = 65,040 KWh となる。その場合の消化ガス発電の全消費電力に占める割合は、12,000/65,040 = 0.18 となり、下水処理場で必要となる電力の約 18.5 %を消化ガス発電で賄うことができると考えられる。

この消化ガス発電による年間発電料金は、概算で、12,000 KWh×0.377 RM/KWh×365 日 = RM 1,651,260（¥40,620,996: 2011/12 の換算レート ¥24.6/RM）と想定される。

### 4.2 施設建設時及び稼働時の環境への負の影響に対する緩和手段に要する費用（概算）

施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用は、以下のようになると概算される。

- (1) 施設建設時に、環境対策のために、専属の環境オフィサーが 1 名雇用されることが必要である。施設建設には、施設建設開始から約 3 年間に亘ると見込まれる。
- (2) 騒音防止のために、送風機（6 台）・ポンプ（6 台）・発電機（2 台）に騒音防止器を取り付ける。
- (3) 悪臭防止のために、悪臭防止装置を取り付ける。
- (4) 消化ガス発電施設を取り付ける。

これらの緩和対策に係る費用を表IV-4.1 に示す。

表IV-4.1 施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用

No.	緩和対策内容と手段	費用内容	費用
1	施設建設時に環境対策のために環境オフィサーを1名雇用する費用、工事期間3年間	環境オフィサー： RM8,000/月×3年間	RM: 288,000
2	騒音防止用サイレンサー	送風機 6台 ポンプ 6台 発電機 2台	RM: 244,000 RM: 244,000 RM: 406,000
3	悪臭防止装置	一式	RM: 15,000,000
4	消化発電装置	一式	RM: 22,000,000
合 計			RM: 38,182,000
			¥: 940,040,000

Source: Prepared by the Study Team

注) (交換レート) RM=約 24.62 (JICA 換算レート 2011 年 12 月)

環境オフィサー雇用費用算出根拠: 財務省、コンサルタント調達マニュアル (2011 年) による。

### 4.3 モニタリングフォーム

The latest results of the below monitoring items shall be submitted to the lenders as part of Quaternary Progress Report throughout the construction phase

Construction phase
--------------------

#### 1. Imposed conditions for EIA approval and countermeasures

No.	EIA Approval Number	Approval Conditions	Countermeasures
<b>Control Measures for Earthworks and Construction</b>			
1	EIA Approval Condition 1		
2	EIA Approval Condition 2		
<b>Erosion Control</b>			
3	EIA Approval Condition 3		
4	EIA Approval Condition 4		
		-Continues-	

### 2. Pollution

#### Water Quality of effluent discharge to river

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
BOD <sub>5</sub>	mg/L			20			Quarterly
SS	mg/L			50			ditto
COD	mg/L			120			ditto
NH <sub>4</sub> -N	mg/L			10			ditto
NO <sub>3</sub> -N	mg/L			20			ditto
Oil & Grease	mg/L			5			ditto

(Note) Country standards: Environmental Quality (Sewage) Regulations 2009

**Air Quality (Ambient Air Quality)**

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
TPS	µg/m <sup>3</sup>			260			Quarterly
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>			105			ditto
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>			105			ditto
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>			320			ditto

(Note) Country standards: Recommended Malaysian Air Quality Guidelines (Ambient standards)

**Noise (Construction site)**

Noise Level (L <sub>Aeq</sub> )	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Day time 7:00 am-7:00 pm	dB			L <sub>90</sub> 60 dB L <sub>10</sub> 75 dB L <sub>Max</sub> 90 dB			Quarterly
Evening 7:00 pm-10:00 pm	dB			L <sub>90</sub> 55 dB L <sub>10</sub> 70 dB L <sub>Max</sub> 85 dB			
Night time 10:00 pm-7:00 am	dB			50-55* dB			ditto

(Note) Country standards: Planning guidelines for environmental noise level and control 2004. In noise level of the night time, smaller noise level (50dB) is applied at school and hospital, and larger noise level (55 dB) at residential areas.

**Turbidity of Discharge Water-**

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Turbidity	NTU			250			Quarterly
SS	mg/L			50			ditto

(Note) Country standards: Guideline for erosion and sediment control in Malaysia (2010)

The latest results of the below monitoring items shall be submitted to the lenders as part of Quaternary Progress Report throughout the construction phase

**Operation phase**

**1. Imposed conditions for EIA approval and countermeasures**

No.	EIA Approval Number	Approval Conditions	Countermeasures
<b>Water Quality Monitoring and Control</b>			
1	EIA Approval Condition 1		
2	EIA Approval Condition 2		
<b>Noise Monitoring and Control</b>			
3	EIA Approval Condition 3		
4	EIA Approval Condition 4		
<b>Solid Waste Management</b>			
5	EIA Approval Condition 6		
6	EIA Approval Condition 7		
		-Continues-	

**2. Pollution**

**-Water Quality of effluent discharge to river**

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
BOD <sub>5</sub>	mg/L			20			Annually
SS	mg/L			50			Ditto
COD	mg/L			120			Ditto
NH <sub>4</sub> -N	mg/L			10			Ditto
NO <sub>3</sub> -N	mg/L			20			Ditto
Oil & Grease	mg/L			5			Ditto

(Note) Country standards: Environmental Quality (Sewage) Regulations 2009

**Air Quality (Ambient Air Quality)**

Item	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
TPS	µg/m <sup>3</sup>			260			Annually
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>			105			Ditto
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>			105			Ditto
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>			320			Ditto

(Note) Country standards: Recommended Malaysian Air Quality Guidelines (Ambient standards)

**Noise- (Operation of equipment at STP)**

Noise Level (L <sub>Aeq</sub> )	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards For Contract	Measured Point	Frequency
Day time 7:00 am-10:00 pm	dB			50 dB			Annually
Night time 10:00 pm-7:00 am	dB			45 dB			Ditto

(Note) Country standards: Planning guidelines for environmental noise level and control 2004

**3. Complaint from inhabitants living in the neighboring areas**

Monitoring Item	Numbers and contents of formal comments conducted by the public	Frequency
Noise		Annually
Bad Odor		ditto

## 4.4 環境チェックリスト(1/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N  (b) N  (c) NA  (d) NA	(a)原則として、予備的及び詳細 EIA 報告書があり、予備的 EIA 報告書を環境庁が承認すれば、環境影響評価は認可される。現在、予備的 EIA 報告書の準備中であり、最終的に予備的 EIA 報告書は、実施担当官庁及びプロジェクトデザイン、事業費が確定してから完成する。 (b)予備的 EIA 報告書の準備段階であり、EIA 報告書はマレーシア政府によりまだ、承認されていない。 (c)予備的 EIA 報告書が承認のため、該当しない。 (d)(1)EIA 承認後、工着手前に、環境管理計画(EMP)報告書を環境庁に提出して承認されなければならない。(2)開発承認を Kajang 市役所から得る必要がある。その許可は、EIA が承認された後で、建設作業が開始される前に取得しなければならない。(3)道路工事許可、JKR Hulu Langat 事務所に交通管理プランを提出して道路使用許可を得る必要がある。(4)土壌侵食・土砂堆積に係る工事許可を土木工事を開始する前に、DID から得る必要がある。(5)建設工事の 1 カ月前に、労働安全健康局に作業安全管理登録をする必要がある。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) NA  (b) NA	(a)予備的及び詳細 EIA 報告書作成の段階で、現地ステークホルダーに適切な説明や意見を行うことが定められている。現在、予備的 EIA 報告書の準備段階であり、実施担当官庁、プロジェクトのデザイン及び事業費も確定していない段階では、ステークホルダーへの説明をする段階ではない。 (b)上記理由により該当しない。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) NA	(a)下水道処理場用地は、当初から 1 箇所に決まっており、唯一の計画であるため、他に代替案はない。

## 4.2 環境チェックリスト (2/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
2 汚 染 対 策	(1)水質	(a) 下水処理後の放流水中のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a)Y (b)N	(a)「マレーシアの環境質(下水)規則(2009年)」の下水排水基準A(放流口の下流に水道用取水施設が存在する場合の規制値)に基づいて、計画下水施設の処理方式が決定されており、当該国の排出基準値と整合している。 (b)マレーシアの下水処理場には、住宅汚水しか流入しない仕組みとなっており、未処理水に重金属は含まれていない。工場排水は、別の法律、環境質(工業排水)規則2009年で排水質が規定されており、汚水処理して基準値以下の排水を河川に直接流すことになっている。
	(2)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a) 下水処理場では、一般家庭からの下水のみを回収する。汚泥廃棄物は、マレーシアの法律に従って処理・処分される。
	(3)土壌汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)NA	(a) 下水処理場で処理される下水は、全て家庭雑排水である。従って、重金属は入っていない。汚泥は、通常、DOEより認可を受けた衛生処分場に廃棄されるので、浸出水の漏出により土壌・地下水を汚染することはないと考えられる。
	(4)騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a)Y	(a)汚泥処理施設、ポンプ施設からの騒音・振動は、「環境騒音限界値とコントロールのための計画ガイドライン(2004年)」の基準値に整合するように、設備と仕様が決まる。
	(5)悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a)Y	(a) 汚泥処理施設等は、完全密閉方式とし、しかも、脱臭設備が設置される。



## 4.2 環境チェックリスト (3/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 下水処理場建設予定サイト及びその周辺、及び処理水放流先には、マレーシア国・国際条約等に定められた保護区は存在しない。したがって、プロジェクトの実施が保護区に影響を与えることはない。
	(2)生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) サイト及び処理水放流先は、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(サンゴ礁、マングローブ湿地、干潟)を含まない。 (b) サイトはマレーシア国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 (c) サイトは、人工林とバナナプランテーションとなっており、生態系への重大な影響は与えないと考えられる。 (d) 下流に水道取水施設がある場合に適用されるカテゴリーAの水質基準に適合するよう、下水処理場の下水処理方法が計画される。そのため、河川の水質は現在よりも良好になると推察される。そのため、河川等の水域環境に影響をほとんど及ぼすことはない。

## 4.2 環境チェックリスト (4/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(1)住民移転	<p>(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(a) NA</p> <p>(b) NA</p> <p>(c) NA</p> <p>(d) NA</p> <p>(e) NA</p> <p>(f) NA</p> <p>(g) NA</p> <p>(h) NA</p> <p>(i) NA</p> <p>(j) NA</p>	<p>(a) 下水処理場建設予定サイトには、不法滞在者等は存在せず、プロジェクトの実施により非自発的住民移転は生じない。</p> <p>(b) 上記の理由により適用されない。</p> <p>(c) 上御気理由により適用されない。</p> <p>(d) 上記理由により適用されない。</p> <p>(e) 上記理由により適用されない。</p> <p>(f) 上記理由により適用されない。</p> <p>(g) 上記理由により適用されない。</p> <p>(h) 上記理由により適用されない。</p> <p>(i) 上記理由により適用されない。</p> <p>(j) 上記理由により適用されない。</p>
(2)生活・生計		<p>(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p>	<p>(a) 下水処理場建設予定地は、平地の雑木林・バナナプランテーションである。そのため、土地の大規模な切土や盛土は行われず、既存河川に比較的きれいな水質の処理水を排水するために、周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(b) 下水処理場周辺は、比較的住宅が少ない林間地である。そのため、プロジェクトの実施により住民の生活への悪影響を及ぼすことはない。</p>

## 4.2 環境チェックリスト (5/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 下水処理場予定地及びその周辺には、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡はなく、それらを損なう恐れはない。また、ポンプ場は、既存の下水処理場の公有地に建設される予定であり、重要な文化遺産は存在しないため、それらを損なう恐れはない。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 下水処理場対象地域及びポンプ場建設予定地は、特に配慮すべき景観地に立地していないため、景観に影響はない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。  (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) NA  (b) NA	(a) マレーシアでは、少数民族である中国人、インド人の方が多数を占めるマレー人よりも経済的な力を有しているため、少数民族の権利の保護という概念は当てはまらない。また、セラングール州には、オランアスリと呼ばれる先住民族が住んでいるが、北東部の内陸部に限られており、プロジェクト対象地域には居住していない。したがって、少数民族・先住民族への生活様式への配慮は該当しない。 (b) 上記理由により適用されない。
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵すことのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) マレーシア国の労働環境に係る法律を順守してプロジェクトが実施される。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮を考慮してプロジェクトが計画される。 (c) 建設時に安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）を実施する計画とする。 (d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵すことのないよう、十分な教育を実施する計画とする。

## 4.2 環境チェックリスト (6/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
5 そ の 他	(1) 工事の影響	<p>(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>(b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。</p>	(a) Y (b) N (c) N (d) Y	<p>(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、廃棄物等)に対する緩和策が、用意される。具体的な緩和策は、報告書の第3章工事中のインパクトと緩和策に記載した。</p> <p>(b) STPの建設サイトが雑木林とバナナプランテーションであるため、その建設が自然環境に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(c) STPの建設により社会環境に悪影響を及ぼすことはない。</p> <p>(d) 下水管本管の敷設工事は、交通量の多い道路路上に実施されるため、交通渋滞が発生することが予想される。そのための緩和策を報告書の第3章工事中のインパクトと緩和策に記載した。</p>
	(2) モニタリング	<p>(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>(b) 当該計画の項目、方法、頻度等どのように定められているか。</p> <p>(c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	<p>(a) 影響が考えられる項目について、工事中、施設完成後の稼働時に分けて、報告書の第4章モニタリング計画に記載した。事業者実施者はこのモニタリング計画を実施すべきである。</p> <p>(b) モニタリングの項目、方法、頻度は、バナマ下水処理場建設計画、バングラデシュ下水道改修プロジェクト等の経験及び下水道技術者の助言に基づく。</p> <p>(c) マレーシア国における多くの下水道事業は、JPP/IWKにより運営・管理されている。既存の下水道事業で十分な体制をもって事業者がモニタリングを実施しているために、十分モニタリング体制は確立されると想定される。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁(DOE)へは、モニタリングについて特に規定がない。しかし、通常、EIA承認付帯事項で、DOEへの報告の方法、頻度を指定する。</p>

## 4.2 環境チェックリスト (7/7)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
6 留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) Y	(a)汚泥より生じる消化ガスにより、発電量(12,000 KWh)を発電する計画である。これにより下水処理場の全電力の約 18.5%を賄う予定であり、年間電力料金に換算して、RM1,650,000/年（ ¥ 40,620,000/年）が生み出されると想定される。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

## 付属資料

**JADUAL 3: PURATA SAIZ ISI RUMAH MENGIKUT NEGERI, 1980-2010**  
 TABLE 3: AVERAGE HOUSEHOLD SIZE BY STATE, 1980-2010

Negeri State	Purata saiz isi rumah Average household size			
	1980	1991	2000	2010
<b>MALAYSIA</b>	<b>5.22</b>	<b>4.92</b>	<b>4.62</b>	<b>4.31</b>
Johor	5.50	4.89	4.51	4.17
Kedah	5.00	4.80	4.60	4.29
Kelantan	4.83	5.10	5.03	4.86
Melaka	5.51	4.96	4.48	4.05
Negeri Sembilan	5.24	4.80	4.47	4.20
Pahang	5.08	4.96	4.52	4.59
Perak	5.23	4.71	4.35	4.04
Perlis	4.52	4.60	4.42	4.26
Pulau Pinang	5.48	5.00	4.38	3.94
Sabah	5.37	5.15	5.16	5.88
Sarawak	5.45	4.98	4.76	4.47
Selangor	5.33	4.93	4.59	3.93
Terengganu	4.89	5.30	5.06	4.78
W.P. Kuala Lumpur	4.87	4.69	4.24	3.72
W.P. Labuan	5.54	5.03	4.94	4.72
W.P. Putrajaya	(b)	5.61	5.34	3.45

## Appendix III-2.1

### BOD5 Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	444,889	4,881	-	44,025	2,850	3,420	-	64,282	48,923	30,656	6,258	101,738	-	751,922
Cheras East														
Cheras Jaya	172,190	-	31,106	11,536	-	9,868	-	93,163	119,405	-	-	11,897	-	449,165
Kajang 1	107,465	17,379	34,719	-	3,267	1,808	-	-	18,420	1,902	4,950	64,713	5,830	260,453
Kajang 2														
Kajang 3	149,461	20,134	9,683	49,264	2,628	1,882	1,008	-	52,192	-	48,911	73,369	-	408,532
Total	874,005	42,394	75,508	104,825	8,745	16,978	1,008	157,445	238,940	32,558	60,119	251,717	5,830	1,870,072
							1,123,463							

### BOD5 Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	59.2	0.6	-	5.9	0.4	0.5	-	8.5	6.5	4.1	0.8	13.5	-	100
Cheras East														
Cheras Jaya	38.3	-	6.9	2.6	-	2.2	-	20.7	26.6	-	-	2.6	-	100
Kajang 1	41.3	6.7	13.3	-	1.3	0.7	-	-	7.1	0.7	1.9	24.8	2.2	100
Kajang 2														
Kajang 3	36.6	4.9	2.4	12.1	0.6	0.5	0.2	-	12.8	-	12.0	18.0	-	100
Total	46.7	2.3	4.0	5.6	0.5	0.9	0.1	8.4	12.8	1.7	3.2	13.5	0.3	100
							60.1							

### Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

### Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

### Average Sewage Effluent BOD5

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	14.1	9.9	20.5	15.0	12.6	8.5	12.8	20.9	37.2	13.4	39.7	27.6	11.8	17.4
Ranking	7	2	9	8	4	1	5	10	12	6	13	11	3	



**COD Discharge Load by Treatment Process**

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	1,919,141	39,917	-	149,626	13,244	26,058	-	252,619	135,793	111,880	17,035	335,351	-	3,000,664
Cheras East														
Cheras Jaya	801,616	-	105,368	56,979	-	46,682	-	376,704	381,500	-	-	47,461	-	1,816,310
Kajang 1	538,562	81,079	112,565	-	21,112	6,970	-	-	55,905	10,555	17,910	204,866	35,773	1,085,297
Kajang 2														
Kajang 3	725,340	88,076	48,805	207,765	9,009	10,460	3,465	-	194,831	-	141,579	323,259	-	1,752,589
Total	3,984,659	209,072	266,738	414,370	43,365	90,170	3,465	629,323	768,029	122,435	176,524	910,937	35,773	7,654,860
							5,011,839							

**COD Discharge Load by Treatment Process (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	255.2	5.3	-	19.9	1.8	3.5	-	33.6	18.1	14.9	2.3	44.6	-	399
Cheras East														
Cheras Jaya	178.5	-	23.5	12.7	-	10.4	-	83.9	84.9	-	-	10.6	-	404
Kajang 1	206.8	31.1	43.2	-	8.1	2.7	-	-	21.5	4.1	6.9	78.7	13.7	417
Kajang 2														
Kajang 3	177.5	21.6	11.9	50.9	2.2	2.6	0.8	-	47.7	-	34.7	79.1	-	429
Total	213.1	11.2	14.3	22.2	2.3	4.8	0.2	33.7	41.1	6.5	9.4	48.7	1.9	409
							268.1							

**Number of STPs**

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

**Number of STPs (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

**Average Sewage Effluent COD**

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	64.3	48.9	72.3	59.3	62.5	45.1	44.0	83.6	119.5	50.3	116.7	99.9	72.4	71.4
Ranking	7	3	8	5	6	2	1	10	13	4	12	11	9	

**AMN Discharge Load by Treatment Process**

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	361,114	2,495	-	37,559	4,255	5,570	-	75,304	25,510	23,771	2,546	52,392	-	590,516
Cheras East														
Cheras Jaya	131,922	-	25,538	4,798	-	16,802	-	86,580	80,697	-	-	8,606	-	354,943
Kajang 1	132,980	14,944	26,630	-	4,341	2,248	-	-	16,874	4,439	7,200	30,050	12,550	252,256
Kajang 2														
Kajang 3	164,543	29,752	13,978	32,880	1,822	2,605	551	-	49,269	-	32,677	30,964	-	359,041
Total	790,559	47,191	66,146	75,237	10,418	27,225	551	161,884	172,350	28,210	42,423	122,012	12,550	1,556,756
							1,017,327							

**AMN Discharge Load by Treatment Process (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	48.0	0.3	-	5.0	0.6	0.7	-	10.0	3.4	3.2	0.3	7.0	-	79
Cheras East														
Cheras Jaya	29.4	-	5.7	1.1	-	3.7	-	19.3	18.0	-	-	1.9	-	79
Kajang 1	51.1	5.7	10.2	-	1.7	0.9	-	-	6.5	1.7	2.8	11.5	4.8	97
Kajang 2														
Kajang 3	40.3	7.3	3.4	8.0	0.4	0.6	0.1	-	12.1	-	8.0	7.6	-	88
Total	42.3	2.5	3.5	4.0	0.6	1.5	-	8.7	9.2	1.5	2.3	6.5	0.7	83
							54.4							

**Number of STPs**

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

**Number of STPs (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

**Average Sewage Effluent AMN**

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	Total
Ave. Eff. BOD	12.8	11.0	17.9	10.8	15.0	13.6	7.0	21.5	26.8	11.6	28.0	13.4	25.4	14.5
Ranking	5	3	9	2	8	7	1	10	12	4	13	6	11	

**O&G Discharge Load by Treatment Process**

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	236,005	5,071	-	15,013	2,723	2,677	-	20,787	11,804	19,225	2,561	20,303	-	336,169
Cheras East														
Cheras Jaya	149,368	-	10,631	8,798	-	8,072	-	34,338	34,454	-	-	2,025	-	247,686
Kajang 1	75,197	19,881	9,659	-	3,308	638	-	-	5,153	225	1,215	16,592	2,223	134,091
Kajang 2														
Kajang 3	104,349	10,856	12,744	25,462	410	2,688	1,155	-	21,011	-	15,471	24,728	-	218,874
Total	564,919	35,808	33,034	49,273	6,441	14,075	1,155	55,125	72,422	19,450	19,247	63,648	2,223	936,820
							704,705							

**O&G Discharge Load by Treatment Process (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	31.4	0.7	-	2.0	0.4	0.4	-	2.8	1.6	2.6	0.3	2.7	-	45
Cheras East														
Cheras Jaya	33.3	-	2.4	2.0	-	1.8	-	7.6	7.7	-	-	0.5	-	55
Kajang 1	28.9	7.6	3.7	-	1.3	0.2	-	-	2.0	0.1	0.5	6.4	0.9	52
Kajang 2														
Kajang 3	25.5	2.7	3.1	6.2	0.1	0.7	0.3	-	5.1	-	3.8	6.1	-	54
Total	30.2	1.9	1.8	2.6	0.3	0.8	0.1	2.9	3.9	1.0	1.0	3.4	0.1	50
							37.7							

**Number of STPs**

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

**Number of STPs (%)**

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

**Average Sewage Effluent O&G**

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	9.1	8.4	9.0	7.0	9.3	7.0	14.7	7.3	11.3	8.0	12.7	7.0	4.5	8.7
Ranking	9	7	8	2	10	2	13	5	11	6	12	2	1	

### SS Discharge Load by Treatment Process

Subcatchment	EA (PE)	IDEA (PE)	OD (PE)	SBR (PE)	AB (PE)	HK (PE)	SATS (PE)	AL (PE)	BF (PE)	BS (PE)	IT (PE)	OP (PE)	RBC (PE)	Total (PE)
Langat														
Cheras Batu 11	903,237	17,247	-	54,051	4,929	11,110	-	86,346	64,380	38,537	4,299	162,006	-	1,346,142
Cheras East														
Cheras Jaya	338,027	-	41,738	19,891	-	23,790	-	146,176	186,802	-	-	15,947	-	772,371
Kajang 1	229,737	25,764	45,919	-	9,339	1,240	-	-	26,664	4,909	3,600	90,033	14,131	451,336
Kajang 2														
Kajang 3	280,652	33,891	23,739	85,373	3,634	3,543	441	-	87,494	-	33,409	151,263	-	703,439
Total	1,751,653	76,902	111,396	159,315	17,902	39,683	441	232,522	365,340	43,446	41,308	419,249	14,131	3,273,288
							2,157,292							

### SS Discharge Load by Treatment Process (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	120.1	2.3	-	7.2	0.7	1.5	-	11.5	8.6	5.1	0.6	21.5	-	179
Cheras East														
Cheras Jaya	75.3	-	9.3	4.4	-	5.3	-	32.5	41.6	-	-	3.6	-	172
Kajang 1	88.2	9.9	17.6	-	3.6	0.5	-	-	10.2	1.9	1.4	34.6	5.4	173
Kajang 2														
Kajang 3	68.7	8.3	5.8	20.9	0.9	0.9	0.1	-	21.4	-	8.2	37.0	-	172
Total	93.7	4.1	6.0	8.5	1.0	2.1	-	12.4	19.5	2.3	2.2	22.4	0.8	175
							115.4							

### Number of STPs

Subcatchment	EA (Unit)	IDEA (Unit)	OD (Unit)	SBR (Unit)	AB (Unit)	HK (Unit)	SATS (Unit)	AL (Unit)	BF (Unit)	BS (Unit)	IT (Unit)	OP (Unit)	RBC (Unit)	Total (Unit)
Langat														
Cheras Batu 11	39	1	0	2	2	2	0	3	4	3	2	6	0	64
Cheras East														
Cheras Jaya	19	0	1	1	0	2	0	3	3	0	0	1	0	30
Kajang 1	16	1	3	0	3	2	0	0	1	1	1	3	1	32
Kajang 2														
Kajang 3	18	2	1	2	1	3	1	0	5	0	5	5	0	43
Total	92	4	5	5	6	9	1	6	13	4	8	15	1	169

### Number of STPs (%)

Subcatchment	EA (%)	IDEA (%)	OD (%)	SBR (%)	AB (%)	HK (%)	SATS (%)	AL (%)	BF (%)	BS (%)	IT (%)	OP (%)	RBC (%)	Total (%)
Langat														
Cheras Batu 11	60.9	1.6	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	4.7	6.3	4.7	3.1	9.4	0.0	100
Cheras East														
Cheras Jaya	63.3	0.0	3.3	3.3	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	100
Kajang 1	50.0	3.1	9.4	0.0	9.4	6.3	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	9.4	3.1	100
Kajang 2														
Kajang 3	41.9	4.7	2.3	4.7	2.3	7.0	2.3	0.0	11.6	0.0	11.6	11.6	0.0	100
Total	54.4	2.4	3.0	3.0	3.6	5.3	0.6	3.6	7.7	2.4	4.7	8.9	0.6	100

### Average Sewage Effluent SS

	EA	IDEA	OD	SBR	AB	HK	SATS	AL	BF	BS	IT	OP	RBC	
Ave. Eff. BOD	28.3	18.0	30.2	22.8	25.8	19.8	5.6	30.9	56.8	17.9	27.3	46.0	28.6	30.5
Ranking	8	3	10	5	6	4	1	11	13	2	7	12	9	

### Compliance to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	42	58	25	9	55	5	7	22
Cheras East								
Cheras Jaya	21	25	15	2	24	-	1	13
Kajang 1	24	28	7	9	28	3	9	7
Kajang 2								
Kajang 3	31	36	15	5	35	2	4	14
Total	118	147	62	25	142	10	21	56

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	-	-	-	-	-	-	-	-
Cheras East								
Cheras Jaya	-	-	-	-	-	-	-	-
Kajang 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kajang 2								
Kajang 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-

### Non-Compliance to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	22	6	38	55	9	58	56	41
Cheras East								
Cheras Jaya	9	5	15	28	6	30	29	17
Kajang 1	8	4	25	23	4	29	23	25
Kajang 2								
Kajang 3	12	7	28	38	8	41	39	29
Total	51	22	106	144	27	158	147	112

### Compliance Rate to Standard

Parameter	BOD	COD	AMN	O&G	SS	All	All (Excl. AMN)	All (Excl. OG)
Langat								
Cheras Batu 11	65.6	90.6	39.7	14.1	85.9	7.9	11.1	34.9
Cheras East								
Cheras Jaya	70.0	83.3	50.0	6.7	80.0	0.0	3.3	43.3
Kajang 1	75.0	87.5	21.9	28.1	87.5	9.4	28.1	21.9
Kajang 2								
Kajang 3	72.1	83.7	34.9	11.6	81.4	4.7	9.3	32.6
Total	69.8	87.0	36.9	14.8	84.0	6.0	12.5	33.3

## Appendix III-6.1 Breakdown of Civil/Building Cost for STP

0.038 Rm/Yen

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
<b>Land Preparation</b>		m <sup>2</sup>	80	73,346	73,346	5,867,680	0	0	5,867,680	7.3346ha×10,000m <sup>2</sup> /ha
				<i>(Q'ty: for whole)</i>						
<b>Sub Total (Land Preparation)</b>						<b>5,867,680</b>		<b>0</b>	<b>5,867,680</b>	
<b>Round</b>						<b>5,868,000</b>		<b>0</b>	<b>5,868,000</b>	
						<b>154,421,000 yen</b>		<b>0 yen</b>	<b>154,421,000 yen</b>	
<b>Pump Station/Grit Chamber</b>				<i>(Q'ty: for whole)</i>						
Sheet Pile Driving/Removing	Type V <sub>I</sub>	pcs	5,200	436	436	2,267,200	0	0	2,267,200	
Sheet Pile Lease	Ditto	t	850	1,098	1,098	933,300	0	0	933,300	
Support Installation/ Removing	H-400×400	t	850	1,084	1,084	921,400	0	0	921,400	
Support Lease	Ditto	t	620	1,084	1,084	672,080	0	0	672,080	
Center Support Pile Driving	H-350×350	pcs	1,600	103	103	164,800	0	0	164,800	
Center Support Pile	Ditto	t	4,200	71	71	298,200	0	0	298,200	
Dewatering						525,698		0	525,698	10% of above Work
Excavation	Soil	m <sup>3</sup>	25	22,896	22,896	572,400	0	0	572,400	
Backfilling	BH	m <sup>3</sup>	8	4,530	4,530	36,240	0	0	36,240	
Surplus Soil Transport		m <sup>3</sup>	25	18,366	18,366	459,150	0	0	459,150	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	521	521	2,292,400	0	0	2,292,400	
Gravel		m <sup>3</sup>	120	306	306	36,720	0	0	36,720	
Lean Concrete		m <sup>3</sup>	300	153	153	45,900	0	0	45,900	
Concrete		m <sup>3</sup>	300	266	266	79,800	0	0	79,800	
Reinforced Concrete		m <sup>3</sup>	350	6,903	6,903	2,416,050	0	0	2,416,050	
Formwork		m <sup>2</sup>	40	16,668	16,668	666,720	0	0	666,720	
Reinforcement Bar		t	3,800	966	966	3,672,396	0	0	3,672,396	
Building Work		m <sup>2</sup>	2,000	907	907	1,814,000	0	0	1,814,000	
Other Work						2,418,355		0	2,418,355	20% of above Work
<b>Sub Total (Pump Station)</b>						<b>20,292,809</b>		<b>0</b>	<b>20,292,809</b>	
<b>Round</b>						<b>20,293,000</b>		<b>0</b>	<b>20,293,000</b>	
						<b>534,026,000 yen</b>		<b>0 yen</b>	<b>534,026,000 yen</b>	

Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
<b>Primary Clarifier/ Reactor Tank/ Secondary Clarifier</b>					<i>(Q'ty: for 4/8 trains)</i>					
Excavation	Soil	m <sup>3</sup>	13	211,058	211,058	2,743,759	211,058	2,743,759	5,487,518	
Backfilling	BH	m <sup>3</sup>	8	129,590	129,590	1,036,720	129,590	1,036,720	2,073,440	
Surplus Soil Transport		m <sup>3</sup>	25	89,615	89,615	2,240,381	89,615	2,240,381	4,480,762	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	2,879	2,879	12,667,490	2,879	12,667,490	25,334,980	
Gravel		m <sup>3</sup>	120	2,464	2,464	295,680	2,464	295,680	591,360	
Lean Concrete		m <sup>3</sup>	300	1,232	1,232	369,600	1,232	369,600	739,200	
Reinforced Concrete		m <sup>3</sup>	350	23,746	23,746	8,311,100	23,746	8,311,100	16,622,200	
Formwork		m <sup>2</sup>	40	55,242	55,242	2,209,680	55,242	2,209,680	4,419,360	
Reinforcement Bar		t	3,800	3,324	3,324	12,632,872	3,324	12,632,872	25,265,744	
Other Work						10,626,821		10,626,821	21,253,641	25% of above Work
<b>Sub Total (CAS)</b>						<b>53,134,103</b>		<b>53,134,103</b>	<b>106,268,206</b>	
<b>Round</b>						<b>53,134,000</b>		<b>53,134,000</b>	<b>106,268,000</b>	
						<b>1,398,263,000 yen</b>		<b>1,398,260,000 yen</b>	<b>2,796,526,000 yen</b>	
<b>Gravity Thickener</b>					<i>(Q'ty: for 2/4 tanks)</i>					
Excavation	Soil	m <sup>3</sup>	13	4,774	4,774	62,062	4,774	62,062	124,124	
Backfilling	BH	m <sup>3</sup>	8	3,646	3,646	29,168	3,646	29,168	58,336	
Surplus Soil Transport		m <sup>3</sup>	25	1,241	1,241	31,025	1,241	31,025	62,050	
Foundation Piles (Gravity Thickener)	400×400, L=20m	pcs	4,400	41	41	180,400	41	180,400	360,800	
Foundation Piles (Holding Tank)	400×400, L=20m	pcs	4,400	71	71	312,400	71	312,400	624,800	
Gravel		m <sup>3</sup>	120	118	118	14,160	118	14,160	28,320	
Lean Concrete		m <sup>3</sup>	300	59	59	17,700	59	17,700	35,400	
Reinforced Concrete (Gravity Thickener)		m <sup>3</sup>	350	319	319	111,650	319	111,650	223,300	
Reinforced Concrete (Holding Tank)		m <sup>3</sup>	350	575	575	201,250	575	201,250	402,500	
Formwork (Gravity Thickener)		m <sup>2</sup>	40	1,149	1,149	45,960	1,149	45,960	91,920	
Formwork (Holding Tank)		m <sup>2</sup>	40	1,567	1,567	62,680	1,567	62,680	125,360	
Reinforcement Bar (Gravity Thickener)		t	3,800	45	45	169,708	45	169,708	339,416	
Reinforcement Bar (Holding Tank)		t	3,800	81	81	305,900	81	305,900	611,800	
Building (Pump Room)		m <sup>2</sup>	2,000	211	211	422,000	211	422,000	844,000	
Other Work						393,213		393,213	786,425	20% of above Work
<b>Sub Total (Gravity Thickener)</b>						<b>2,359,276</b>		<b>2,359,276</b>	<b>4,718,551</b>	
<b>Round</b>						<b>2,359,000</b>		<b>2,359,000</b>	<b>4,718,000</b>	
						<b>62,079,000 yen</b>		<b>62,080,000 yen</b>	<b>124,158,000 yen</b>	





Items	Specification	Unit	Unit Price (Rm)	Q'ty (Basic)	Phase-1		Phase-2		Total (Rm) (Phase-1+Phase-2)	Reference
					Q'ty	Amount (Rm)	Q'ty	Amount (Rm)		
<b>Sludge Treatment Building</b>			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m <sup>2</sup>	2,000	4,950	4,950	9,900,000	0	0	9,900,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	454	454	1,996,500	0	0	1,996,500	
<b>Sub Total (Sludge Treatment Building)</b>						<b>11,896,500</b>		<b>0</b>	<b>11,896,500</b>	
<b>Round</b>						<b>11,897,000</b>		<b>0</b>	<b>11,897,000</b>	
						313,079,000 yen		0 yen	313,079,000 yen	
<b>Administration / Power receiving Building</b>			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m <sup>2</sup>	2,000	1,800	1,800	3,600,000	0	0	3,600,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	206	206	907,500	0	0	907,500	
<b>Sub Total (Administration / Power receiving Building)</b>						<b>4,507,500</b>		<b>0</b>	<b>4,507,500</b>	
<b>Round</b>						<b>4,508,000</b>		<b>0</b>	<b>4,508,000</b>	
						118,632,000 yen		0 yen	118,632,000 yen	
<b>Blower House</b>			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Building Work		m <sup>2</sup>	2,000	1,125	1,125	2,250,000	0	0	2,250,000	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	129	129	567,188	0	0	567,188	
<b>Sub Total (Blower House)</b>						<b>2,817,188</b>		<b>0</b>	<b>2,817,188</b>	
<b>Round</b>						<b>2,817,000</b>		<b>0</b>	<b>2,817,000</b>	
						74,132,000 yen		0 yen	74,132,000 yen	
<b>Discharge Pipe</b>			<i>(Q'ty: for whole)</i>							
Excavation	Soil	m <sup>3</sup>	13	35,438	35,438	460,694	0	0	460,694	
Backfilling	BH	m <sup>3</sup>	8	27,488	27,488	219,904	0	0	219,904	
Surplus Soil Transport		m <sup>3</sup>	25	8,745	8,745	218,625	0	0	218,625	
Foundation Piles	400×400, L=20m	pcs	4,400	276	276	1,214,400	0	0	1,214,400	
Gravel		m <sup>3</sup>	120	300	300	36,000	0	0	36,000	
Lean Concrete		m <sup>3</sup>	300	150	150	45,000	0	0	45,000	
Reinforced Concrete		m <sup>3</sup>	350	2,700	2,700	945,000	0	0	945,000	
Formwork		m <sup>2</sup>	40	10,800	10,800	432,000	0	0	432,000	
Reinforcement Bar		t	3,800	378	378	1,436,400	0	0	1,436,400	
<b>Sub Total (Disinfection Tank)</b>						<b>5,008,023</b>		<b>0</b>	<b>5,008,023</b>	
<b>Round</b>						<b>5,008,000</b>		<b>0</b>	<b>5,008,000</b>	
						131,789,000 yen		0 yen	131,789,000 yen	
<b>Yard Work/ Yard Pipe</b>							20% of above			
				20% of above		<b>24,379,600</b>	20% of above	<b>14,039,400</b>	<b>38,419,000</b>	
<b>Round</b>						<b>24,380,000</b>		<b>14,039,000</b>	<b>38,419,000</b>	
						641,579,000 yen		369,450,000 yen	1,011,026,000 yen	
<b>Total Cost (Civil &amp; Architecture)</b>						<b>146,278,000</b>		<b>84,240,000</b>	<b>230,518,000</b>	
						3,849,421,000 yen		2,216,842,000 yen	6,066,263,000 yen	

## Appendix III-6.2 Mechanical & Electrical Equipment Cost for STP

### Langat Model Project CAPEX (Mechanical & Electrical)

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
<b>(Mechanical)</b>									
<b>1</b>	<b>Preliminary Treatment</b>								
<b>1-1</b>		<b>Grit Chamber</b>							
		Inlet gate	Ductile iron gate (emergency shut down type) 1.5m x 1.5m x 2.2kW	3		3		6	
		Grit collector	Jet spray nozzle type( pressure Approx. 5kgf/cm2)	3lots		3lots		6lots	
		Grit lift pump	Submersible sludge pump 2m3/min x 15kW	3duty+1stock		3duty+1stock		6duty+2stock	
		Girt pump for grit collector	Single stage volute type 2m3/min x 30kW	1duty + 1standby		0		1duty + 1standby	
		Storage Tank for grit collector	FRP 20m3	1		0		1	
		Grit separator	Screw conveyor type equipped with tank 3.7kW.	1		0		1	
		Grit hopper	15m3 x 3.0kW	1		0		1	
		Outlet gate	Ductile iron gate (manually) 1.5m x 1.5m	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
<b>1-2</b>		<b>Screen</b>							
		Automatic Coarse Screen	1.5mW x 5.0mH x Opening 100mm x 3.7kW (Intermittent rake type, rope type)	3		3		6	
		Automatic Medium Screen	1.5mW x 5.0mH x Opening 20mm x 3.7kW (Intermittent rake type, pinion rack type)	3		3		6	
		No.1Conveyor	Belt type 600mmWx16mx1.5kW	1		0		1	
		No.2Conveyor	Belt type 600mmWx10mx1.5kW	1		0		1	
		No.3Conveyor	Belt type 600mmWx16mx1.5kW	1		0		1	
		Screening conveyor	Skip hoist type 0.5m3 x 15mH x 3.7kW	1		0		1	
		Grit hopper	15m3 x 3.0kW	1		0		1	
		Biological Scrubber	Necessary capacity (Grit chamber & Screen facility & Pump well & Primary Treatment facility)	1		0		1	
		Fan	Necessary capacity	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
<b>1-3</b>		<b>Pump Facility</b>							
		Inlet Pump	Vertical Installed Centrifugal Pump						
			Ø400 mm x 27 m <sup>3</sup> /minQ x 20 mH x 130 kW	2		0		2	
			Ø600 mm x 54 m <sup>3</sup> /minQ x 20 mH x 250 kW	3		3		6	one as standby
		Discharge valve	Motorized butterfly valve Ø500mm x 0.4kW	2		0		2	
		Discharge valve	Motorized butterfly valve Ø700mm x 0.4kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>12,980,530</b>		<b>10,756,384</b>		<b>12,980,530</b>

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
2	<b>Primary Treatment</b>	<b>Primary Clarifier</b>							
		Sludge Collector	Chain flight (Notch type)						
			W5.0m x L18.5m x D3.0m x 2trains/unit x 0.75kW	8		8		16	
		Primary Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.8m <sup>3</sup> /min x 10m x 5.5kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>6,146,636</b>		<b>6,146,637</b>		<b>12,293,273</b>
3-1	<b>Secondary Treatment</b>								
3-1		<b>Reactor Tank</b>							
		Step Gate	1000mmW x 600s.t.	8		8		16	
		1 <sup>st</sup> mixer	Submersible mixer Approx. 8.0kW (2units mixer /set)	4sets		4sets		8sets	
		1 <sup>st</sup> air diffuser	Super fine membrane (Swirling flow, SOR 3,521kgO <sub>2</sub> /day/tank x Water depth 10m x Oxygen transfer efficiency not less than 27%, membrane installation level is 5m water depth)	4tanks		4tanks		8tanks	
		2 <sup>nd</sup> mixer	Submersible mixer Approx. 6.0kW (2units mixer/set)	8sets		8sets		16sets	
		2 <sup>nd</sup> air diffuser	Super fine membrane (Swirling flow, SOR 3,429kgO <sub>2</sub> /day/tank x Water depth 10m x Oxygen transfer efficiency not less than 27%, membrane installation level is 5m water depth))	4tanks		4tanks		8tanks	
		Recirculation Pump	Centrifugal non-clog pump 11m <sup>3</sup> /min x 7mH x 22kW	16		16		32	
		Blower	Turbo blower 92m <sup>3</sup> /min x 70kPa x 150kW (Multi-stage type equipped with individual oil circulation system and cooling water system, or electromagnetic foil bearing type)	3duty + 1 standby		3duty		6duty + 1 standby	
		Biological Scrubber	Necessary capacity	1		0		1	
		Fan	Necessary capacity	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>25,948,500</b>		<b>23,615,930</b>		<b>49,564,430</b>
3-2		<b>Final Clarifier</b>							
		Sludge Collector	Chain flight (Notch type)						
			W5.0m x L52m x D4.0m x 2trains/unit x 2.2kW	8		8		16	
		Return Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø300 mm x 9m <sup>3</sup> /min x 7m x 22kW	8		8		16	
		Waste Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 1.1m <sup>3</sup> /min x 10m x 5.5kW	3		3		6	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>9,611,023</b>		<b>9,611,024</b>		<b>19,222,047</b>

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
<b>4</b>	<b>Advanced Treatment</b>	<b>Utility Water Facility</b>							
		Utility Water Facility	Filter (Fiber type) Dia.1.0m x 5.5kW	2		0		2	
		Filter Feed Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.3m <sup>3</sup> /min x 20m x 3.7kW	2		0		2	
		De-foaming pump	Submersible Sewage Pump Ø200 mm x 2.6m <sup>3</sup> /min x 30m x 30kW	2		2		4	
		Filter Water Transfer Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.4m <sup>3</sup> /min x 15m x 3.7kW	2		0		2	
		Backwashing Drainage Pump	Submersible Sewage Pump Ø80 mm x 0.4m <sup>3</sup> /min x 15m x 3.7kW	2		0		2	
		Desulfuriser Scrubbing Pump	Submersible Sewage Pump Ø250 mm x 5.5m <sup>3</sup> /min x 20m x 37kW	2		0		2	
		Autostrainer for utility water	Automatic backwashing type Ø80 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for de-foaming	Automatic backwashing type Ø50 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for Filter	Automatic backwashing type Ø80 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Autostrainer for Desulfuriser	Automatic backwashing type Ø250 mm x 0.4kW	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>3,356,536</b>		<b>351,258</b>		<b>3,707,794</b>
<b>5</b>	<b>Sludge Thickening</b>	<b>Sludge Thickener</b>							
		Gravity Thickener for primary sludge	Sludge collector Dia.11mx4mDx0.4kW	2		2		4	
		Primary Thickened Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.6m <sup>3</sup> /min x 8m x 3.7kW	3		3		6	
		Mechanical Thickener for waste sludge	Belt type Thickener 50m <sup>3</sup> /hrx6kW	3		3		6	
		Sludge Feed Pump for Thickener	Progress Cavity Pump Ø150 mm x 25-75m <sup>3</sup> /hr x 15m x 22kW	3		3		6	
		Thickened Mixed Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø150 mm x 0.9m <sup>3</sup> /min x 25m x 5.5kW	3		3		6	
		Polymer Dissolving Tank	Cylindrical Steel Tank 6m <sup>3</sup> x 7.5kW	2		2		4	
		Polymer Feeder	0.4kW	2		2		4	
		Polymer Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø32 mm x 0.4- 1.2m <sup>3</sup> /hr x 15m x 0.75kW	3		3		6	
		Waste Sludge Mixer	Submersible Propeller Mixer 3kW	2		2		4	
		Thickened Sludge Mixer	Vertical type Propeller Mixer 30kW	2		2		4	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>6,319,227</b>		<b>6,319,226</b>		<b>12,638,453</b>
<b>6</b>	<b>Sludge Digestion</b>	<b>Digestion Facility</b>							
		Mixer	Mechanical mixing type equipped with draft tube	4		4		8	
		Gas Holder	2,500m <sup>3</sup>	1		1		2	
		Desulfuriser	420m <sup>3</sup> /hr	1		1		2	
		Gas Combuster	420m <sup>3</sup> /hr(15kW + 11kW)	1		1		2	
		Digested Sludge Pump	Centrifugal non-clog type Ø100 mm x 0.8m <sup>3</sup> /min x 10m x 7.5kW	2		2		4	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>12,272,017</b>		<b>12,272,017</b>		<b>24,544,034</b>

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
7	<b>Sludge Dewatering</b>	<b>Dewatering Facility</b>							
		Dewatering press	Screw press Dia900mmx450kg/hr (3.7+1.5)kW	4		3		7	
		Digested Sludge Mixer	Vertical type Propeller Mixer 11kW	2		2		4	
		Polymer Dissolving Tank	Cylindrical Steel Tank 20m3x15kW	2		1		3	
		Polymer Feeder	0.4kW	2		1		3	
		Coagulant Storage Tank	PE, 18m3	2		0		2	
		Sludge Feed Pump for Dewatering	Progress Cavity Pump Ø125 mm x 11-33m3/hr x 30m x 11kW	4		3		7	
		Polymer Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø65 mm x 2-6 m3/hr x 30m x 2.2kW	4		3		7	
		Coagulant Feed Pump	Progress Cavity Pump Ø25 mm x 44-132 L/hr x 30m x 0.4kW	2		0		2	
		Sludge Cake Hopper	13m3 x 3.0kW	2		0		2	
		Waste Water Tank Mixer	Submersible Propeller Mixer 3kW	2		0		2	
		Waste Water Pump	Centrifugal non-clog type Ø200 mm x 3.7m3/min x 20m x 22kW	2		0		2	
		Auto Feed Water Supply Unit	Pressure Tank Type (Two Centrifugal pumps) Ø125 mm x 2.5m3/min x 50m x 44kW	1lot		0		1lot	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>12,987,681</b>		<b>9,740,761</b>		<b>22,728,442</b>
8	<b>Odor Control</b>	<b>Odour Control Facility</b>							
		Biological Scrubber	120m3/min (Sludge Treatment Facility)	1		0		1	
		Fan	120m3/min	2		0		2	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>6,322,659</b>		<b>0</b>		<b>6,322,659</b>
9		<b>General Requirement for Mechanical Works</b>							
		<b>Cost (RM)</b>		1lot	<b>588,885</b>	1lot	<b>588,885</b>	2lots	<b>1,177,770</b>
10		<b>Miscellaneous Facility</b>							
		<b>Cost (RM)</b>		1lot	<b>724,389</b>	1lot	<b>724,390</b>	2lots	<b>1,448,779</b>
11	<b>Disinfection</b>	<b>Chlorine Distribution Facility</b>							
		Chlorine Storage Tank	PE, 10m3	2		2		4	
		Chlorine Pump	Progress Cavity Pump Ø50 mm x 20m x 0.75kW	3		3		6	
		Piping & Steel works		1lot		1lot		2lots	
		<b>Cost (RM)</b>			<b>475,152</b>		<b>455,362</b>		<b>930,514</b>
		<b>Sub-Total Cost (RM) - Mechanical</b>			<b>97,733,235</b>		<b>80,581,875</b>		<b>178,315,110</b>

No.	Category	Facility/Major Equipment	Dimensions/Specifications	Phase I (Quantity)	Phase I (Price)	Phase II (Quantity)	Phase II (Price)	Total (Quantity)	Total (Price)
<b>(Electrical)</b>									
<b>1</b>	<b>Electrical Major Equipment</b>								
		<u>Sub-station</u>		1lot	<u>18,992,400</u>	1lot	<u>18,399,600</u>	2lots	<u>37,392,000</u>
		<u>Pump Station</u>		1lot	<u>5,149,000</u>	1lot	<u>3,857,000</u>	2lots	<u>9,006,000</u>
		<u>Clarifier &amp; Aeration Tank</u>		1lot	<u>7,220,000</u>	1lot	<u>6,422,000</u>	2lots	<u>13,642,000</u>
		<u>Blower</u>		1lot	<u>4,276,900</u>	1lot	<u>3,349,700</u>	2lots	<u>7,626,600</u>
		<u>Sludge Treatment</u>		1lot	<u>8,859,700</u>	1lot	<u>5,967,900</u>	2lots	<u>14,827,600</u>
		<u>SCADA</u>		1lot	<u>5,327,600</u>	1lot	<u>4,115,400</u>	2lots	<u>9,443,000</u>
		<u>Telemetry System</u>		30lots	<u>11,400,000</u>	0lot	<u>0</u>	30lots	<u>11,400,000</u>
		<u>General Requirement for Electrical Works</u>		1lot	<u>611,512</u>	1lot	<u>233,808</u>	2lots	<u>845,320</u>
		<u>Miscellaneous</u>		1lot	<u>1,000,000</u>	1lot	<u>400,000</u>	2lots	<u>1,400,000</u>
		<b>Sub-Total Cost (RM) - Electrical</b>			<b>62,837,112</b>		<b>42,745,408</b>		<b>105,582,520</b>
<b>(Mechanical &amp; Electrical)</b>									
		<b>TOTAL Cost (RM) - M &amp; E</b>			<b>160,570,347</b>		<b>123,327,283</b>		<b>283,897,630</b>

## Appendix III-6.3 Constrution cost for Sewer

### Summary for Sewers, Pump Stations and Manholes (Excluding IST Areas)

Catchment	Network (RM)	Pump Station (RM)	MH (RM)	Jacking Pit (RM)	Total (RM)
Trunk Sewer	96,390,870	50,168,630	735,000	10,290,000	157,584,500
Cheras Batu 11	82,112,699	10,529,400	1,299,541	19,320,000	113,261,640
Cheras Jaya	52,080,498	20,219,500	1,041,976	15,960,000	89,301,974
Kajang 1	29,684,724	10,025,750	656,812	10,360,000	50,727,286
Kajang 3	44,510,505	18,166,200	907,965	14,000,000	77,584,670
<b>Total</b>	<b>304,779,297</b>	<b>109,109,480</b>	<b>4,641,293</b>	<b>69,930,000</b>	<b>488,460,070</b>

Description	Unit	Quantity	Unit Rate	Cost (RM)
Testing and Commisioning of Sewers and CCTV inspection	m	106,135	RM 30/m	3,184,050.00
Resurfacing of road pavement (milling and 50mm asphaltic concrete)	m <sup>2</sup>	34,250	RM70/m <sup>2</sup>	2,397,500.00
Relocation of Utilities	-	-	Lump Sump	20,000,000.00
Connecting of STPs	no.	160	10,000	1,600,000
<b>TOTAL</b>				<b>27,181,550.00</b>

**GRAND TOTAL**

**RM 515,641,620**

Breakdown of construction cost for trunk sewer and manholes

TRUNK SEWER CONSTRUCTION COST

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
300mm	263	1,700.00	447,100.00
450mm	515	2,700.00	1,390,500.00
<b>Sub-total</b>	<b>778</b>		<b>1,837,600.00</b>
750mm	620	3,461.00	2,145,820.00
900mm	1,730	4,300.00	7,439,000.00
1050mm	2,450	4,620.00	11,319,000.00
1200mm	2,761	5,000.00	13,805,000.00
1500mm	944	6,000.00	5,664,000.00
1650mm	2,614	6,500.00	16,991,000.00
2000mm	1,872	8,500.00	15,912,000.00
400mm (DI)	545	3,500.00	1,907,500.00
900mm (DI)	1,721	7,950.00	13,681,950.00
1800mm (DI)	474	12,000.00	5,688,000.00
<b>Sub-total</b>	<b>15,731</b>		<b>94,553,270.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>16,509</b>		<b>96,390,870.00</b>

TRUNK SEWER MANHOLES COST

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Unit Rate (RM/MH)	Cost (RM)
300mm	263	5	5,000.00	25,000.00
450mm	515	7		35,000.00
750mm	620	8		40,000.00
900mm	1,730	18		90,000.00
1050mm	2,450	25		125,000.00
1200mm	2,761	28		140,000.00
1500mm	944	10		50,000.00
1650mm	2,614	27		135,000.00
2000mm	1,872	19		95,000.00
400mm (DI)	545			N/A
900mm (DI)	1,721			
1800mm (DI)	474			
	<b>16,509</b>	<b>147</b>	<b>5,000</b>	<b>735,000</b>



CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	7,152	1,545	11,049,840
300mm	2,931	1,648	4,830,288
375mm	2,201	1,751	3,853,951
400mm	1,668	2,266	3,779,688
450mm	472	2,575	1,215,400
500mm	3,504	2,781	9,744,624
525mm	0	2,900	0
600mm	4,123	3,090	12,740,070
700mm	0	3,296	0
750mm	4,898	3,461	16,950,998
900mm	1,758	4,120	7,242,960
1050mm	519	4,620	2,397,780
100mm (DI)	0	1,350	0
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	1,219	2,100	2,559,900
300mm (DI)	0	2,750	0
400mm (DI)	250	3,400	850,000
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
900mm (DI)	616	7,950	4,897,200
	<b>31,311</b>		<b>82,112,699</b>

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	Unit Rate (RM/m)	Cost (RM)
225mm	7,859	1,545	12,142,155
300mm	2,594	1,648	4,274,912
375mm	701	1,751	1,227,451
400mm	325	2,266	736,450
450mm	752	2,575	1,936,400
500mm	698	2,781	1,941,138
525mm	0	2,900	0
600mm	1,399	3,090	4,322,910
700mm	2,341	3,296	7,715,936
750mm	620	3,461	2,145,696
900mm	211	4,120	869,320
1050mm	1,674	4,620	7,733,880
100mm (DI)	0	1,350	0
150mm (DI)	466	1,800	838,800
200mm (DI)	471	2,100	989,100
300mm (DI)	0	2,750	0
400mm (DI)	0	3,400	0
500mm (DI)	243	4,010	974,430
600mm (DI)	916	4,620	4,231,920
800mm (DI)	0	7,000	0
900mm (DI)	0	7,950	0
	<b>21,270</b>		<b>52,080,498</b>

**KAJANG 1 SUB-CATCHMENT**

<b>Diameter</b>	<b>Length (m)</b>	<b>Unit Rate (RM/m)</b>	<b>Cost (RM)</b>
225mm	6,069	1,545	9,376,605
300mm	1,460	1,648	2,406,080
375mm	485	1,751	849,235
400mm	0	2,266	0
450mm	2,245	2,575	5,780,875
500mm	382	2,781	1,062,342
525mm	935	2,900	2,711,500
600mm	0	3,090	0
700mm	244	3,296	804,224
750mm	779	3,461	2,695,963
900mm	0	4,120	0
100mm (DI)	116	1,350	156,600
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	0	2,100	0
300mm (DI)	634	2,750	1,743,500
400mm (DI)	617	3,400	2,097,800
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
800mm (DI)	0	7,000	0
	<b>13,966</b>		<b>29,684,724</b>

**KAJANG 3 SUB-CATCHMENT**

<b>Diameter</b>	<b>Length (m)</b>	<b>Unit Rate (RM/m)</b>	<b>Cost (RM)</b>
225mm	12,700	1,545	19,621,500
300mm	2,581	1,648	4,253,488
375mm	1,475	1,751	2,582,725
400mm	0	2,266	0
450mm	65	2,575	167,375
500mm	909	2,781	2,527,929
525mm	0	2,900	0
600mm	232	3,090	716,880
700mm	507	3,296	1,671,072
750mm	1,533	3,461	5,305,406
900mm	119	4,120	490,280
100mm (DI)	1,280	1,350	1,728,000
150mm (DI)	0	1,800	0
200mm (DI)	0	2,100	0
300mm (DI)	399	2,750	1,097,250
400mm (DI)	1,279	3,400	4,348,600
500mm (DI)	0	4,010	0
600mm (DI)	0	4,620	0
800mm (DI)	0	7,000	0
900mm (DI)	0	7,950	0
	<b>23,079</b>		<b>44,510,505</b>

Breakdown of construction cost for manholes by catchment

CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	7,152	85	1,200	3,244	130	286,756	
300mm	2,931	35	1,200	3,244	130	118,076	
375mm	2,201	25	1,500	3,650	203	96,313	
400mm	1,668	20	1,500	3,650	203	77,050	
450mm	472	10	1,500	3,650	203	38,525	
500mm	3,504	40	1,500	3,650	203	154,100	
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
600mm	4,123	40	1,800	3,759	292	162,024	
700mm	0	0	1,800	3,759	292	0	
750mm	4,898	55	1,800	3,759	292	222,783	
900mm	1,758	25	1,800	3,759	292	101,265	
1050mm	519	10	2,100	3,868	397	42,649	
100mm (DI)	0	N/A					
150mm (DI)	0						
200mm (DI)	1,219						
300mm (DI)	0						
400mm (DI)	250						
500mm (DI)	0						
600mm (DI)	0						
900mm (DI)	616						
	<b>31,311</b>						<b>345</b>

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	7,859	100	1,200	3,244	130	337,360	
300mm	2,594	50	1,200	3,244	130	168,680	
375mm	701	10	1,500	3,650	203	38,525	
400mm	325	10	1,500	3,650	203	38,525	
450mm	752	20	1,500	3,650	203	77,050	
500mm	698	15	1,500	3,650	203	57,788	
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
600mm	1,399	20	1,800	3,759	292	81,012	
700mm	2,341	40	1,800	3,759	292	162,024	
750mm	620	10	1,800	3,759	292	40,506	
900mm	211	10	1,800	3,759	292	40,506	
1050mm	1,674	0	2,100	3,868	397	0	
100mm (DI)	0	N/A					
150mm (DI)	466						
200mm (DI)	471						
300mm (DI)	0						
400mm (DI)	0						
500mm (DI)	243						
600mm (DI)	916						
800mm (DI)	0						
900mm (DI)	0						
	<b>21,270</b>						<b>285</b>

KAJANG 1 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	6,069	100	1,200	3,244	130	337,360	
300mm	1,460	25	1,200	3,244	130	84,340	
375mm	485	10	1,500	3,650	203	38,525	
400mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
450mm	2,245	10	1,500	3,650	203	38,525	
500mm	382	10	1,500	3,650	203	38,525	
525mm	935	10	1,500	3,650	203	38,525	
600mm	0	0	1,800	3,759	0	0	
700mm	244	10	1,800	3,759	292	40,506	
750mm	779	10	1,800	3,759	292	40,506	
900mm	0	0	1,800	3,759	0	0	
100mm (DI)	116	N/A					
150mm (DI)	0						
200mm (DI)	0						
300mm (DI)	634						
400mm (DI)	617						
500mm (DI)	0						
600mm (DI)	0						
800mm (DI)	0						
	<b>13,966</b>	<b>185</b>				<b>656,812</b>	

KAJANG 3 SUB-CATCHMENT

Diameter	Length (m)	No. of MH	MH Size	MH Unit Rate (RM/MH)	Excavation (RM)	Cost (RM)	
225mm	12,700	120	1,200	3,244	130	404,832	
300mm	2,581	20	1,200	3,244	130	67,472	
375mm	1,475	35	1,500	3,650	203	134,838	
400mm	0	0	1,500	3,650	203	0	
450mm	65	0	1,500	3,650	203	0	
500mm	909	15	1,500	3,650	203	57,788	
525mm	0	0	1,500	3,650	0	0	
600mm	232	15	1,800	3,759	292	60,759	
700mm	507	10	1,800	3,759	292	40,506	
750mm	1,533	35	1,800	3,759	292	141,771	
900mm	119	0	1,800	3,759	0	0	
100mm (DI)	1,280	N/A					
150mm (DI)	0						
200mm (DI)	0						
300mm (DI)	399						
400mm (DI)	1,279						
500mm (DI)	0						
600mm (DI)	0						
800mm (DI)	0						
900mm (DI)	0						
	<b>23,079</b>					<b>250</b>	

Breakdown of construction cost for network pump station (NPS) by catchment

Trunk Sewer

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 271	112,000	800	70	7,840,000
HLT 165	426,859	1600	70	29,880,130
HLT 280	25,170	400	150	3,775,500
HLT 245	123,900	900	70	8,673,000
<b>Total</b>				<b>50,168,630</b>

CHERAS BATU 11 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 035	5,500	200	400	2,200,000
HLT 037	4,000	200	400	1,600,000
HLT 043	5,000	200	400	2,000,000
HLT 162	19,500	400	150	2,925,000
HLT 133	4,511	200	400	1,804,400
HLT 271	Trunk Sewer			
<b>Total</b>				<b>10,529,400</b>

CHERAS JAYA SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 081	56,233	600	100	5,623,300
HLT 165	Trunk Sewer			
HLT 202	4,500	200	400	1,800,000
HLT 203	29,850	500	150	4,477,500
HLT 205	2,125	150	500	1,062,500
HLT 272	72,562	600	100	7,256,200
<b>Total</b>				<b>20,219,500</b>

KAJANG 1 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 096	1,435	100	500	717,500
HLT 128	10,300	300	300	3,090,000
HLT 190	21,310	400	150	3,196,500
HLT 213	20,145	400	150	3,021,750
HLT 280	Trunk Sewer			
<b>Total</b>				<b>10,025,750</b>

KAJANG 3 SUB-CATCHMENT

PS	PE	Dia (mm)	Rate (RM/PE)	Total (RM)
HLT 021	19,939	400	150	2,990,850
HLT 023	9,615	300	350	3,365,250
HLT 083	27,914	400	150	4,187,100
HLT 197	3,600	200	500	1,800,000
HLT 143	905	100	300	271,500
HLT 209	21,680	400	150	3,252,000
HLT 099	12,500	300	150	1,875,000
HLT 119	1,415	100	300	424,500
HLT 245	Trunk Sewer			
<b>Total</b>				<b>18,166,200</b>

## Appendix III-6.4 Basic Design Schedule

Work Item	Period (Month)	Basic Design Period									Remarks
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Basic Design</b>											
<b>&lt;Review of Sewerage Plan &amp; Topographic Survey/ Soil Investigation (Boring)&gt;</b>											
BD-1	Review of Sewerage Area	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-2	Review of Sewerage Population	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-3	Review of Sewerage Flow	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-4	Review of Inflow and Treated Water Quality	0.3	■								Review of PPP F/S
BD-5	Investigation of Existing STP	1.0	■	■							Review of PPP F/S
BD-6	Soil Investigation (Boring)	5.0	■	■	■	■	■	■	■	■	Included sub contract period
BD-7	Topographic Survey	5.0	■	■	■	■	■	■	■	■	Included sub contract period
<b>&lt;STP&gt;</b>											
BD-8	Selection of Treatment Method	0.3	■								
BD-9	Design Criteria	0.5	■	■							
BD-10	Capacity Calculation	0.5	■	■							
BD-11	Hydraulic Calculation	0.5	■	■							
BD-12	Study of Facility Arrangement	0.5	■	■							
BD-13	Mechanical Equipment Design	2.0	■	■	■	■					
BD-14	List of Mechanical Equipment	1.0	■	■	■	■					
BD-15	Electrical Equipment Design	2.0	■	■	■	■	■				
BD-16	Monitoring System Design	1.0	■	■	■	■					
BD-17	Study of Facility Foundation (STP)	1.0	■	■	■	■					
BD-18	Preparation of Basic Design Drawing	3.0	■	■	■	■	■				
BD-19	Quantity Survey (STP)	1.0	■	■	■	■	■				
<b>&lt;Sewer Pipe Design&gt;</b>											
BD-20	Design Criteria for Sewer Pipe Design	0.5	■								
BD-21	Underground Utility Investigation	3.0	■	■	■	■	■				
BD-22	Selection of Sewer Route	3.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-23	Pipe Flow Calculation	1.0	■	■	■	■					
BD-24	Preparation of Plan & Profile Drawing	4.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-25	Study of Pipe Installation Method	1.0	■	■	■	■	■				
BD-26	Capacity & Hydraulic Calculation of Pump Station	1.0	■	■	■	■	■				
BD-27	Capacity & Hydraulic Calculation of MPS	1.0	■	■	■	■	■				
BD-28	Mechanical Design for Pump Equipment	1.0	■	■	■	■	■				
BD-29	Electrical Design for Pump Equipment	1.0	■	■	■	■	■				
BD-30	Preparation of Basic Design Drawing for PS & MPS	2.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-31	Quantity Survey (Pipe/Pump Station/MPS)	1.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>&lt;EIA, BOQ &amp; Specification&gt;</b>											
BD-32	Social-Environmental Consideration	1.0	■	■	■	■	■	■	■	■	Submission/Approval of EIA
BD-33	Preparation of Operation & Maintenance Plan	0.5	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-34	Preparation of PQ Document	1.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-35	Preparation of Rough Construction Cost	2.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-36	Preparation of Implementation Plan	0.5	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-37	Preparation of Specification	3.0	■	■	■	■	■	■	■	■	
BD-38	Preparation of Bidding Document	1.5	■	■	■	■	■	■	■	■	



## Appendix III-6.5 Breakdown of O&M Cost

### OPEX Assumption for Model Project

Major items of STP OPEX are Chlorine (for disinfection), Polymer (for coagulant), Labor, Repair, Electricity, Sludge Disposal, and others.

We regarded Labor as the fixed costs and others as variable costs. (Of course, Labor costs in Phase-1 and Phase-2 are different.)

For the variable costs projection, we estimated the ultimate amount of each variable cost, then calculated average variable cost (per PE). Once we get the per PE cost, each year's variable cost can be calculated in accordance with the PE projection.

#### 1. Labor costs

<The 1<sup>st</sup> phase>

Position	Number	Monthly costs per person	Annual costs (in total numbers)
Head	1	RM 7,000	RM 84,000
Supervisor	2	RM 6,000	RM 144,000
Engineer	2	RM 4,000	RM 96,000
Pump operator	2	RM 3,000	RM 72,000
Sewage operator	12	RM 3,000	RM 432,000
Sludge operator	11	RM 3,000	RM 396,000
Driver	2	RM 1,500	RM 36,000
Worker	7	RM 1,500	RM 126,000
Guard	2	RM 1,500	RM 36,000
TOTAL			RM 1,422,000

<The 2<sup>nd</sup> phase>

Position	Number	Monthly costs per person	Annual costs (in total numbers)
Head	1	RM 7,000	RM 84,000
Supervisor	3 (+1)	RM 6,000	RM 216,000
Engineer	2	RM 4,000	RM 96,000
Pump operator	2	RM 3,000	RM 72,000
Sewage operator	17 (+5)	RM 3,000	RM 612,000
Sludge operator	16 (+5)	RM 3,000	RM 576,000
Driver	2	RM 1,500	RM 36,000
Worker	10 (+3)	RM 1,500	RM 180,000
Guard	3 (+1)	RM 1,500	RM 54,000
TOTAL			RM 1,926,000

## 2. Chlorine costs

Dosage rate : 2.0 mg/l

Required amount :  $207,000 \text{ m}_3/\text{day} \times 2.0 \times 10^{-3} = 414.0 \text{ kg/day}$

$414.0 \text{ kg/day} \times 365 \text{ days} \times \text{RM}17.5/\text{kg} = \text{RM } 2,644,425 \text{ /year}$

$\text{RM } 2,644,425 \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 2,115,540 \text{ (RM } 2.3/\text{PE/year)}$

## 3. Polymer costs

For thickener

Dosage rate : 4.0 kg/DS ton

Required amount : Dry Sludge of  $34,952 \text{ kg/day} \times 4.0 \times 10^{-3} = 139.8 \text{ kg/day}$

$139.8 \text{ kg/day} \times 365 \times 20 \text{ RM/kg} = 1,020,540 \text{ RM/year}$

$\text{RM } 1,020,540/\text{year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 816,432/\text{year}$

For dewatering

Dosage rate : 15.0 kg/DS ton

Required amount : Dry Sludge of  $32,978 \text{ kg/day} \times 15.0 \times 10^{-3} = 494.6 \text{ kg/day}$

$494.6 \text{ kg/day} \times 365 \times 20 \text{ RM/kg} = \underline{3,610,580 \text{ RM/year}}$

$\text{RM } 3,610,580/\text{year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 2,888,464$

$\text{RM } 816,432 + \text{RM } 2,888,464 = \text{RM } 3,704,896/\text{year}$

## 4. Electricity costs

Equipment	Electricity (A)	Quantity (B)	Electricity (A x B)	Operation Hour/day
Sewage Lift Pump	250.0 kw	6 units	1,500.0 kw	12h
Auto Screen	3.7 kw	6 units	22.2 kw	3h
Return Sludge Pump	22.0 kw	8 units	176.0 kw	24h
Excess Sludge Pump	3.7 kw	4 units	14.8 kw	16h
Sludge Collector (Primary Clarifier)	0.75 kw	16 units	12.0 kw	24h
Blower	150.0 kw	6 units	900.0 kw	24h
Mixer 1	8.0 kw	8 units	64 kw	24h
Mixer 2	12.0 kw	8 units	96 kw	24h
Circulation Pump	22.0 kw	16 units	352.0 kw	24h
Sludge Collector (Secondary Clarifier)	2.2 kw	16 units	35.2 kw	24h
Mechanical thickener	6.0 kw	5 units	30.0 kw	16h
Digester Stirrer	22.0 kw	8 units	176.0 kw	24h
Digested Sludge Dewatering Unit	5.2 kw	6 units	31.2 kw	16h
Total			3,409 kw	

$$1,500 \times 12/24 + 22.2 \times 3/24 + (176+12+900+64+96+352+35.2+176) \times 24/24 + (14.8 + 30 + 31.2) \times 16/24$$

$$= 2,614.6 \text{ kwh}$$

$$2,614.6 \text{ kwh} + 522.9 \text{ kwh (miscellaneous, 20\%)} = \text{about } 3,137 \text{ kwh}$$

$$3,137 \text{ kwh} \times 24\text{hours} \times 365\text{days} \times 0.377 \text{ RM/kwh} = 10,360,005 \text{ RM/year (12.4 RM/PE/year)}$$

$$\text{RM } 10,360,005 \text{ /year} \times 80\% \text{ load} = \text{RM } 8,288,004 \text{ /year}$$

## 5. Sludge disposal costs

Sludge amount : 148 m<sup>3</sup>/day

Sludge disposal cost : 148 m<sup>3</sup>/day x 365 days x 175 RM/m<sup>3</sup> = 9,453,500 RM/year

In our model project, we will utilize the sludge after dewatering process for fertilizer use. We don't assume the revenues from these fertilizer sales, but at least we assume the sludge will be taken over without any charge, while JPP project will have to bear the sludge disposal costs.

## 6. Repair costs

0.1% of Civil cost and 0.5% of M&E cost

$$0.1\% \times \text{RM } 214,463,913 + 0.5\% \times \text{RM } 216,292,204 = \text{RM } 1,295,925/\text{year}$$

7. Others (Fixed cost + Variable cost) x 10% = RM 17,330,365 x 10% = RM 1,733,037

8. Contingency (10%) RM 1,906,340

## 9 Pump Stations (for ultimate cost)

- Electricity: RM 5,713,000
- Screening: RM 96,000
- Repair: RM 286,000
- Others: RM 305,000
- Total: RM 6,400,000

## 10 Sewer Pipe

- Cleaning of Pipe for Outsource: RM 192,000