

出典：鉱物エネルギー省地質・鉱物総局

図 B3-18 鉱物エネルギー省地質・鉱物総局監視による地下水の水位分布

B3.4 水因性疾患

既存 M/P において、DKI Jakarta の多くの人々が毎年マラリア、胃腸炎、コレラ、結核、拡張心不全 (Diastolic Heart Failure: DHF)、腸チフス、赤痢、ジフテリア、はしか、A 型肝炎、B 型肝炎、皮膚病といった病気を患っていると報告されている。また、マラリア、胃腸炎、コレラ、腸チフス、赤痢、A 型肝炎、そして皮膚病というように、その多くが水因性と考えられる疾病であるとも報告されている。既存 M/P の質問票調査では、過去三年間の水因性疾患の割合は、1,000 人当り累積 56.5 ケースとの結果が出ており、その内の 45% が胃腸炎であったとのことである。区別で見ると、西ジャカルタ市の Kebon Jeruk 区における 1,000 人当り累積 14.5 ケースが最小値であり、中央ジャカルタ市の Tanah Abang 区における 1,000 人当り累積 155.9 ケースが最大値であった。乳幼児死亡の主な原因は熱病、天然痘、腸チフス、コレラ、ジフテリア、赤痢、結核、脚気等であった。DKI Jakarta における過去三年間の乳幼児死亡率は、乳幼児 1,000 人当り 16.3 ケースであった。この乳幼児死亡については低所得者層で最も顕著であったと報告されている。

「ジャカルタ特別州健康指標 2004」を引用した世銀の「ジャカルタ特別州の下水管理支援」のドラフトファイナルレポートによると、2001 年では約 180,000 ケースの下痢の疾病が報告されている。その比率は、DKI Jakarta 全体で 1,000 人当り 20 ケース、中央ジャカルタ市で 1,000 人当り 31 ケース、東ジャカルタ市で 1,000 人当り 16 ケースであった。DKI Jakarta における疾患の状況を表 B3-15 と表 B3-16 に示す。

表 B3-15 DKI Jakarta におけるフィラリア症、デング熱及びマラリアの発生率

(単位：%)

Administrative areas	Filariasis		Dengue Fever		Malaria		
	D	DG	D	DG	D	DG	O
South Jakarta	0.2	0.2	1.0	1.0	0.2	0.4	41.7
East Jakarta	0.1	0.2	0.8	1.4	0.0	0.9	23.1
Central Jakarta	0.1	0.2	1.3	1.6	0.1	0.5	35.7
West Jakarta	0.0	0.0	0.4	0.5	0.0	0.1	0.0
North Jakarta	0.0	0.1	1.2	1.8	0.1	0.7	26.1
DKI Jakarta	0.1	0.1	0.8	1.2	0.5	0.1	26.8

D：対象となる病気と診断された
DG：対象となる病気の治療を必要とする症状があった
O：薬を使用した
出典：「Risksedas, 2007」より JICA 専門家チーム作成

表 B3-16 DKI Jakarta における結核、腸チフス、肝炎及び下痢の発生率

(単位：%)

Administrative areas	TBC		Typhoid		Hepatitis		Diarrhea		
	D	DG	D	DG	D	DG	D	DG	O
South Jakarta	0.7	1.1	0.7	0.9	0.6	0.7	5.6	6.2	38.5
East Jakarta	0.6	1.5	1.0	2.1	0.1	0.8	6.0	8.9	35.2
Central Jakarta	1.0	1.6	0.5	1.0	0.3	0.6	7.0	10.3	29.7
West Jakarta	0.4	0.6	0.9	1.2	0.2	0.2	4.5	6.3	41.4
North Jakarta	1.1	1.9	1.3	1.8	0.3	0.8	7.0	10.2	35.3
DKI Jakarta	0.7	1.3	0.9	1.4	0.3	0.6	5.8	8.0	36.3

D：対象となる病気と診断された
DG：対象となる病気の治療を必要とする症状があった
O：薬を使用した
出典：「Risksedas, 2007」より JICA 専門家チーム作成

表 B3-15 より、DKI Jakarta においてフィラリア症やマラリアよりもデング熱の発生が多いことがわかる。またフィラリア症の発生は非常に少ない。

表 B3-16 より、DKI Jakarta において結核は北ジャカルタ市で最も多く 1.1% であり、西ジャカルタ市で最も少なく、0.4% である。腸チフスと診断された割合は DKI Jakarta 全体で 0.9% であり、市別に見ると、0.5% から 1.3% であった。腸チフスの治療を必要とする症状があった割合は DKI Jakarta 全体で 1.4% であり、東ジャカルタ市で最も多く 2.1% であった。肝炎も DKI Jakarta 全体で報告があるが、診断された割合は 0.1% から 0.6% であり、治療を必要とする症状があった割合は 0.2% から 0.8% である。下痢と診断された割合は DKI Jakarta 全体の平均で 8% であり、ほぼすべての市で同程度の割合となっているが、割合が高いのは中央ジャカルタ市の 10.3% 及び北ジャカルタ市の 10.2% である。

2009 年の下痢の疾病状況を表 B3-17 に示す。この表より、全市において乳幼児の罹患数が多い傾向があることがわかる。

表 B3-17 2009 年の DKI Jakarta における下痢の全疾病数と乳幼児の疾病数

項目	北ジャカルタ	西ジャカルタ	中央ジャカルタ	南ジャカルタ	東ジャカルタ
全疾病数	21,441	30,726	23,162	30,872	57,452
乳幼児疾病数	N.A.	16,654	10,513	12,227	28,222

出典：「Puskesmas/Public Health Centers (BPLHD 資料)」より JICA 専門家チーム作成

本プロジェクトにおいても社会経済調査の一環として水因性疾患の状況を調べており、その結果は最終報告書に示す。

また、上述のデータによれば、1990年代では衛生環境が良くなかった地域は中央ジャカルタ市にほぼ限定されていたが、近年は DKI Jakarta 全体に広がっている傾向が示されている。

B3.5 非点源汚濁負荷（スラム地域の汚水）

B3.5.1 スラム地域とその汚濁負荷量

(1) スラム地域の拡大

都市化によりスラム地域が出現し、より良い生活を求めて多くの人々が DKI Jakarta に移住してきた。こういった人々は十分な職能技術と資産を有していないため、彼らの経済レベルは低い。そのため、安い生活費で生きていくための場所としてスラム地域に住むこととなる。スラム地域は多くの場合、水域の傍もしくは水上、線路の傍、私有地もしくは公有地の空き地といった場所にある。

スラム地域を生み出す誘引因子として、下記の点が挙げられる。

- ・ 教育レベルの低さから健康の重要性に対する意識が欠けている。
- ・ 安定した収入を得ていない。
- ・ 自分が所有している土地ではなく、河岸等の空き地に住む。

(2) スラム地域の特徴

スラム地域の特徴として、下記の点が挙げられる。

- ・ 人口密度が高い。
- ・ し尿や雑排水の処理施設は最低限のものである。
- ・ 衛生的な水を供給する施設は最低限のものである。
- ・ 排水システムが不十分であるため排水が停滞している。
- ・ 多くの人々がオープンスペースをトイレとして利用するため衛生状態が非常に悪い。
- ・ 河川近傍に住む場合が多いので洪水の影響を受けやすい。
- ・ 多くの場合、違法占拠した土地に住んでいる。
- ・ 多くの場合、経済活動の中心地の近傍にある。
- ・ 住居等の建物の配置はモザイク状になっている。
- ・ 道幅が狭く車両のアクセスが困難である。

(3) スラム地域の排水の現状

Pluit Reservoir 近傍、Ciliwung 川近傍そして Cakung 川近傍にあるスラム地域の排水処理及び衛生の現状について、以下に示す。

1) Pluit Reservoir 近傍のスラム地域

Pluit Reservoir の北端にあるポンプ場の近くにある洪水ゲート周辺に、低所得者層の古い木造家屋が多く存在する。貯水池の水位はポンプにより調整されているためと考えられるが、多くの家屋は貯水池に半分せり出している。電気は供給されているものの、道路、水、公衆トイレといった他の公共サービスは供給されていない。

住民は 20L 容器に入った水を購入し、飲料水等として使用している。貯水池の水は洗濯用に使用している。家屋から伸びた栈橋の先に壁で囲んだスペースがあり、そこをトイレとしている。排泄物は直接貯水池に流れ込んでいる。貯水池の周辺に投棄された、もしくは河川の上流から流れてきた大量の廃棄物が洪水ゲートとスクリーンの間に浮かんでいる。これらの廃棄物はスクリーン上でポンプ施設の職員が除去している。違法占拠した土地に住んでいるためかもしれないが、公共の衛生サービスが受けられないため、住民の生活及び衛生レベルは低い。

2) Ciliwung 川近傍スラム地域

Ciliwung 川は DKI Jakarta の中心部を通る線路沿いを流れる主要河川の一つである。河川の真ん中くらいに分岐する水路があり、下流の Menteng 区あたりになると水量が減る。この下流で水量が減ることに加え、未処理の排水が流れ込んでくるため、Menteng 区あたりでは悪臭が発生している。上流から流れてくる、もしくはその場で捨てられた廃棄物は河川に浮いていたり、河岸に打ち上げられて拡散していたりする。これらの廃棄物は雨天時に大量の雨水とともに流されていくと考えられる。

道路の沿線に低所得者層の住居があり、木造の小さい家が隣り合って建てられている。MCK (Mandi, Cuci, Kakus の略称であり、沐浴、洗濯及びトイレの場である) と呼ばれる施設や廃棄物の集積所が河岸の 10 m から 20 m 間隔で建設されている。これらの施設は政府や各種ドナーにより建設されたものと思われる。住民はこれらの施設を十分に活用しており、共同で管理している。MCK からの排水は直接河川に放流されているため、河川の汚染の一因になっていると考えられる。稼動している水供給施設はなく、住民は共同井戸や水タンクを購入している。

Pluit Reservoir 周辺の低所得者層のトイレは壁で囲まれているものの屋外にある。Ciliwung 川近傍の低所得者層の MCK には汚水処理施設がない。よってこれらの地域には基本的な衛生施設が十分でないといえる。これらの地域に共通して、未処理の排水が水域の汚染につながっており、非点源汚染防止のための総合的な施策が必要である。DKI Jakarta は南部にある Jl. Inps. Saluran Tarum Barat 地域から Ciliwung 川上流地域までの低所得者層住居を撤去するプロジェクトを実施している (BBWSCC プログラム)。図 B3-21 は Ciliwung 川両岸の低所得者層の住居であり、図 B3-22 は撤去された低所得者層の住居の跡地でコンクリートの岸壁になった場所である。



図 B3-19 不衛生なトイレ (Pluit Reservoir 近傍)



図 B3-20 公衆トイレ (MCK) からの排水が
河川に直接流れる様子 (Ciliwung 川)



図 B3-21 Ciliwung 川兩岸の低所得者層の
住居

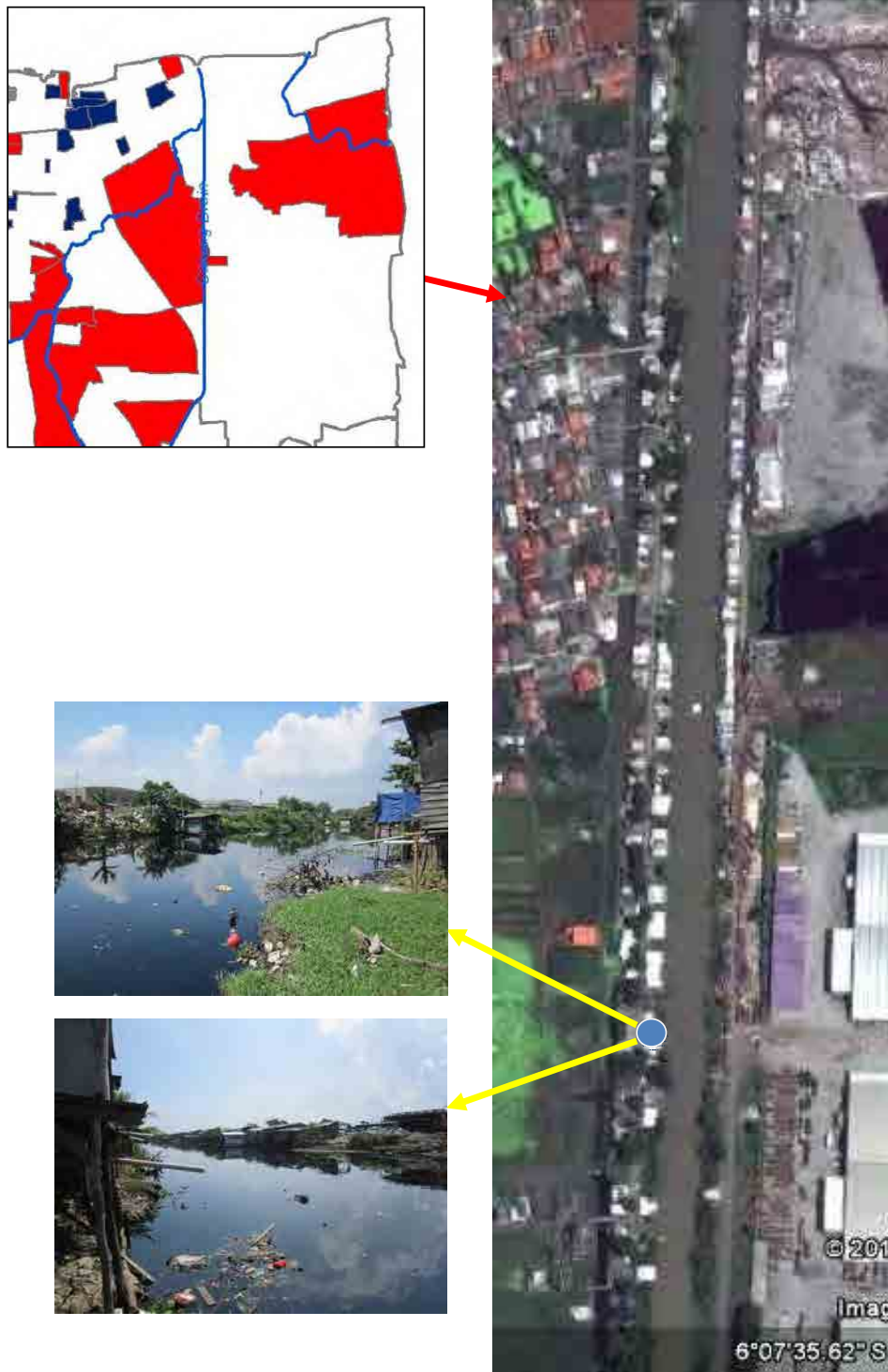


図 B3-22 撤去された Ciliwung 川の低所得者
層の住居の跡地

出典：JICA 専門家チーム

3) Cakung 川近傍スラム地域

Cakung 川の河川水は黒い色をしており、汚染が顕著であることがわかる。河川沿いには多くの人々が住んでおり、直接河川に排水されているため、この住宅状況が河川の汚染を生み出す一因となっている可能性がある。また、河川の上流にはいくつかの工業地域があり、河川を汚染する要因になっている可能性もある。図 B3-23 に Cakung 川近傍の住居の状況を示す。



出典: JICA 専門家チーム

図 B3-23 Cakung 川近傍のスラム地域の住居

図 B3-24 及び図 B3-25 に示すような衛生状態が良くない場所に人々は住んでいる。多くの人々は排水処理施設としてセプティックタンクを有していない。彼らはし尿や雑排水を直接河川に流している。



図 B3-24 直接河川に流れ込むし尿



図 B3-25 直接河川に流れ込む雑排水



図 B3-26 スラム地域のトイレ



図 B3-27 換気状態が良くない家屋



図 B3-28 モザイク状に建設されている住居

出典：JICA 専門家チーム



図 B3-29 密集して建設されている住居

(4) 政府による改善策

DKI Jakarta の、特に住宅局（Housing Agency）、景観局（Landscaping Agency）及び建築調整・監督局（Agency of Arrangements and Supervision of Buildings）により、スラム地域を減少させるためのプロジェクトがいくつか実施されている。一般的にスラム地域を減少させる手法として、復興、コミュニティの経済力増強による環境改善、回復そして新規開発の 4 つのパターンがある。DKI Jakarta によるいくつかのプログラムを下記に示す。

1) PPMK

環境改善のため、DKI Jakarta は PPMK と呼ばれる町内のコミュニティ強化プログラムを実施した。このプログラムの目的は、コミュニティの生活レベルを向上させ、スラム地域周辺の環境を改善させることである。PPMK は 1998 年の経済危機に応じる形で 2001 年から開始された。2009 年の PPMK の予算は IDR 726 億であり、2010 年には増額されて IDR 880 億となっている。

2) MHT (Mohammad Husni Thamrin)

スラム地域を減少させるために農村地域を増強する MHT と呼ばれるプログラムが実施されている。このプログラムの目的は地域の基幹施設やその他の施設を修理し、スラム地域の施設を改善することである。MHT の 2011 年の予算は IDR 820 億である。これは DKI Jakarta 全体の予算 IDR 278 兆の 0.3% に過ぎない。

3) 低コストアパートの建設実現

このプログラムの目的はスラム地域に住む住民をより良い場所に移住させることである。

4) コミュニティによる改善

将来的には、様々なセクターを巻き込んだ総合的な手法でコミュニティを主体としたスラム地域の改善プログラムが実施されると考えられる。

5) その他

景観を損ね、社会的に犯罪が多くなりがちな違法スラム地域に対して、社会化、トレーニング、法律の適用といった手法が挙げられる。

(5) 教訓

いくつかのスラム地域では、政府が MCK 等の公衆トイレや公共セプティックタンクを設置した。しかしながら、問題の一つに MCK の場所がスラム地域から遠いことが挙げられる。これは、スラム地域の周辺に MCK 等を建設する空き地がほとんど無いことに起因する。多くの人々が MCK や公共セプティックタンクを十分に使用できないため、し尿が直接河川に排水される状況に陥っている。

別の問題として、MCK や公共セプティックタンクがあっても雑排水は依然として河川や排水溝に直接流されてしまい、最終的に河川の汚染の原因となっている。

スラム地域の人々の意識の低さも河川の汚染や不衛生的な状況の大きな原因である。経済状況等の様々な要因があり、住民にとって健康的な生活のための衛生環境は優先順位が低い。また、スラム地域の多くの人々は十分な衛生施設がなく、彼らの健康を脅かしている。河岸のスラム地域だけでなく、その他のスラム地域でも排水は直接排水溝に流されており、最終的に河川の汚染の原因となっている。

(6) スラム地域における問題

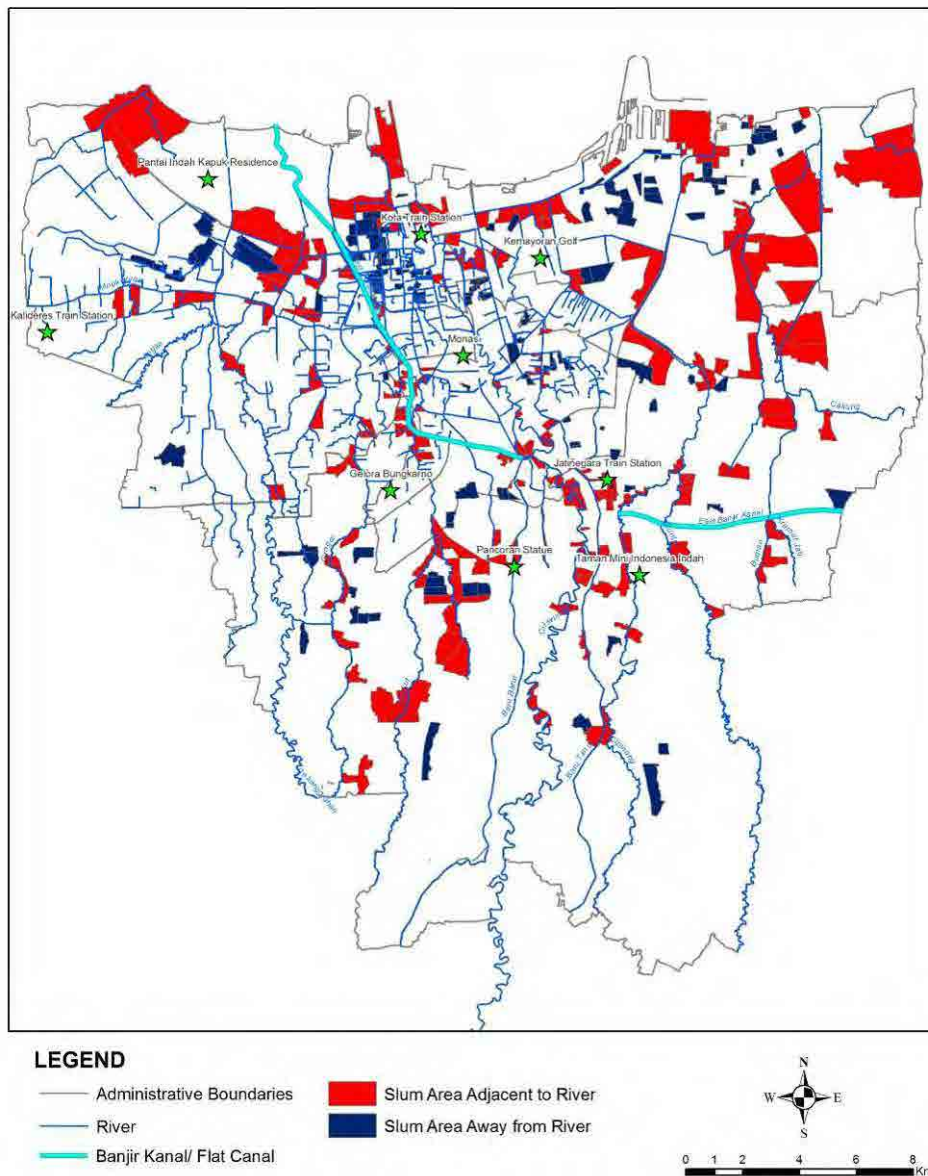
スラム地域に関する問題はいくつかあるが、主な問題点を以下に示す。

1) スラム地域の拡大

都市化に伴い、多くの人々が仕事を求めてDKI Jakartaに来ている。住居数が人口増加率に見合わないため、スラム地域が拡大している。一方でこのスラム地域には、有り余るほどの人がいるために賃金が安くなることから、これらの人々は経済成長の大きな役割を担っている。

2) 未登録のスラム地域

図 B3-30 はDKI Jakartaの登録されたスラム地域を示している。表 B3-18 は登録されたスラム地域の人口分布を示している。



出典：DKI Jakarta

図 B3-30 DKI Jakarta の登録されたスラム地域

表 B3-18 DKI Jakarta の登録スラム地域の人口分布

市	スラム面積 (ha)	人口 (人)	人口密度 (人/ha)
北ジャカルタ	417	165,142	396
西ジャカルタ	449	148,368	330
中央ジャカルタ	171	86,615	505
南ジャカルタ	244	73,228	300
東ジャカルタ	204	91,768	449
DKI Jakarta 合計	1,485	567,413	

出典：中央統計局 (BPS) (2008 年)

DKI Jakarta 全体の人口が 900 万人を超えると言われていたのに対し、表 B3-18 に示すとおり、DKI Jakarta 中央統計局の 2008 年のデータによると、スラム地域の全人口は 567,413 人である。スラム地域の人口は過少であるように考えられる。よって未登録のスラム地域があると考えられる。世銀の「ジャカルタ特別州の下水管理支援」のドラフトファイナルレポートによると、DKI Jakarta のスラム地域の人口は 5 百万から 6 百万人とされている。この予測は過大かもしれないが、スラム地域の人口は非常に多いと考えられる。未登録のスラム地域がある原因は、以下のように考えられる。

- 季節住民：多くの人々は DKI Jakarta に仕事を求めて来るが、定住する場所が見つからないため、最終的にスラム地域に住む
- 違法移民：違法移民は定住もしくは半定住するための住居を河岸沿いの空き地に違法に建設する。

3) スラム地域の場所

表 B3-19 にスラム地域の数を示す。この表より、スラム地域の約 36% が河岸上にあることがわかる。

表 B3-19 スラム地域の数

市	スラム地域数 (RT)									
	River Banks	Side of Railways	Swamp land	Around Market	Green open areas	Former lands of eviction	Bus or Train Station	Coast area	Other areas	Total
北ジャカルタ	157	51	10	26	8	11	0	8	261	532
西ジャカルタ	135	33	0	31	9	4	2	0	319	533
中央ジャカルタ	114	41	0	57	0	3	3	0	228	446
南ジャカルタ	197	4	3	21	0	4	0	0	96	325
東ジャカルタ	179	7	16	7	9	2	0	0	119	339
DKI Jakarta 合計	782	136	29	142	26	24	5	29	1,023	2,196

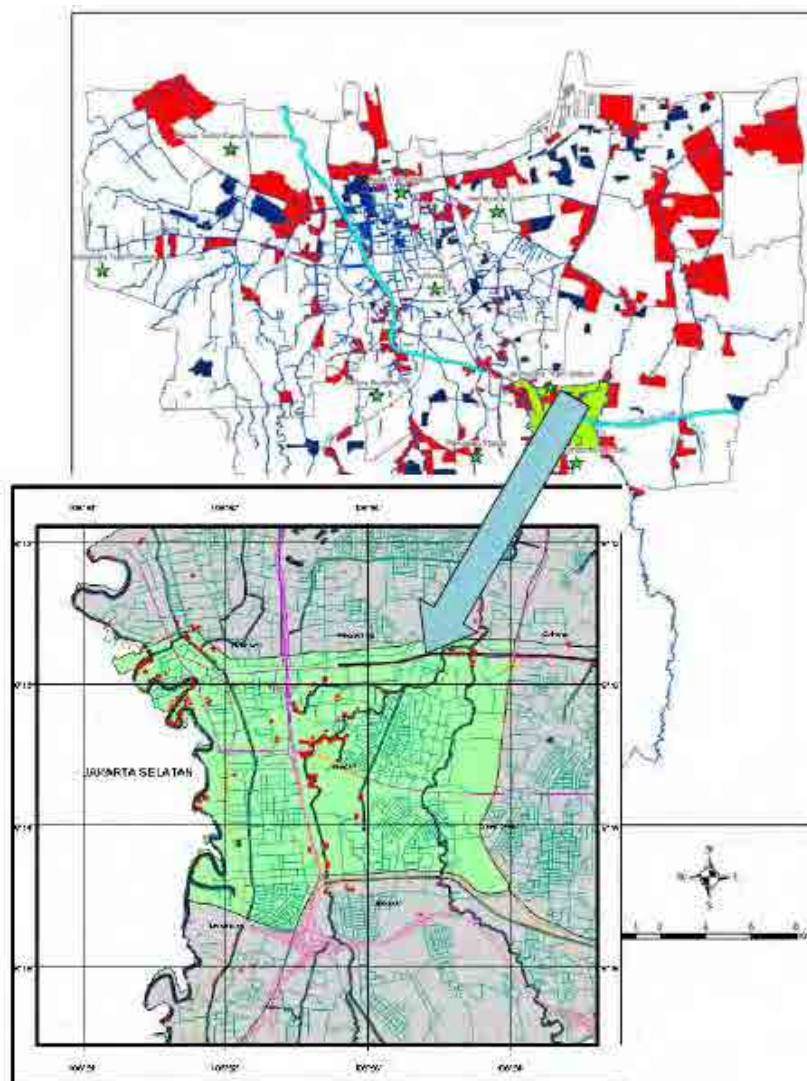
出典：中央統計局 (BPS) (2008 年)

(7) スラム地域の特徴を把握するための事例研究

ボゴール農業研究所はスラム地域の特徴を把握するため、2010 年に DKI Jakarta の Jatinegara 区にあるスラム地域を対象として事例研究を実施した。この研究では 72 世帯、312 人を対象として実施された。図 B3-31 に事例研究の対象範囲を示す。

この研究による主な結果は以下のとおりである。

- スラム地域の家屋の広さは3 m²から165 m²まで様々であるが、平均して約20.4 m²である。
- 平均的な道幅は1 mであり、車両のアクセスが困難である。
- 49%の回答者が借家に住んでいると回答し、残りの51%が持ち家に住んでいると回答した。一般的に借家に住む人々は仕事を求めて地方から来た移民である。
- スラム地域に住む人々の多くは高い学歴を有していない。多くの学歴が小学校卒業もしくは高校卒業であった。大学卒業は1%に過ぎない。また学校に行けない人々もまだいる。その結果として、非正規の職業に就く、労働者として働く等、ほとんどの人々が特別な技術が必要としない職業に就いている。



出典：Identification of the Characteristics of Slum Area, Gusmaini 2010

図 B3-31 事例研究の対象範囲

(8) スラム地域の人口予測

DKI Jakarta 中央統計局のスラム地域の人口データは登録されたスラム地域のみを対象としているため、現実的ではない。実際のスラム地域の人口が無い場合、本プロジェクトでは以下の仮定

の下で予測を行った。

- スラム地域の大部分の人々（上述のとおり 36%）は河岸沿いに居住している。
- 約 60%の河岸がスラム地域で占拠されている。
- DKI Jakartaにある主要な 13 箇所の河川の総延長は 310 km である（Google map による概算）。
- 平均的に 1 つの住居の幅は 3 m から 4 m である。
- 平均的に 1 つの住居に 5 人が住んでいる。

上記の仮定に基づくと、DKI Jakarta の河川の両岸にあるスラム地域の人口は、535,000 人と推算される。よって、DKI Jakarta のスラム地域の総人口は、約 1,500,000 人と推算される。これらの人々は未処理の汚水を直接、もしくは排水溝を通じて間接的に河川に流すため、これらの人々の生活が非点源汚染の要因の一つとして考えられる。

(9) スラム地域の汚濁負荷量予測

既存 M/P によると、DKI Jakarta の汚濁負荷量は BOD 27.9 g/人/日と推算されている。スラム地域の人々はほとんどが低所得者層であることから、この指標を適用すると、スラム地域からの非点源汚染の汚濁負荷量は、BOD 42.0 トン/日と推算され、多大な負荷量になることが予想される。したがって、DKI Jakarta は、スラム地域からの排水管理を改善すれば、河川への日汚濁量が大きく軽減されるという直接的な利点があることを考慮する必要がある。

(10) 戦略策定のアプローチ

スラム地域の住居による河川の水質の問題は住民移転を通じて取り組むことが可能である。これは代替地に住居を移転する、もしくは健康や衛生に関するより良いシステムを導入してスラム地域そのものを改善することにより、実現可能である。いずれにせよ、影響を受ける人々の復興が重要である。復興には広い意味での目標があり、それは物理的な家屋の移動だけでなく、周辺地域を含めた古い居住地や環境の再開発を意味する。すなわち、住居の移動のみならず、生計を再構築することを含んでいる。

移転の実現可能性や有効性を評価するために、パイロットプロジェクトを実施することが効果的なアプローチであると考えられ、市全体の戦略を構築するための懸念事項を把握することができると考えられる。

(11) 組織的な問題

DKI Jakarta では市の組織に深刻な問題を抱えている。よってプロジェクトを発展し実施するために、組織を再構築すること、そして厳しく複数の組織間を調整することが求められる。

(12) 総合的な調査の必要性

DKI Jakarta で実際のスラム地域の住居や人口の調査は実施されていない。スラム地域の物理的、社会的及び経済的な特徴を把握するためにスラム地域の概略や空間データは必要であり、それらがあれば、住民の資源、要望、優先事項、不十分な施設、家屋の状況といったことが特定できる。よって、河川の汚濁負荷量を軽減させるための効果的な戦略を策定するには、スラム地域の住居

に関するより発展的な調査が必要であり、また改善、回復及び移転の問題を徹底的にまた全体的に取り組むことも必要である。

B3.5.2 スラムにおける汚水投機の状態

プルート調整池及びチリウン川に接して存在する低所得者住居地区（スラム地域）における衛生及び汚水処理の現状は次のとおりである。

(1) プルート貯水池付近のスラム

プルート貯水池北端ポンプ場近くの水門付近には、池の周囲に粗末な木造家屋が林立し、スラムを形成している。貯水池の排水ポンプ機能により水位が制御されているためか家屋の半分は水面に張り出した構造である。電気は通っているものの、道路、水、公衆トイレといった公共サービスは提供されていない。

水は 20L 程度のポリ容器を購入し、飲料水などに利用している他、洗濯は池の水を利用している。トイレは住居から棧橋を伝って囲いを設けた場所であり、排泄物は池に落下する構造である。雨水や雑排水は全て池に排水されるが、池の水質は悪臭を発するほど汚染されている状況ではない。

水門とスクリーン間の池面には、付近で投げ捨てられたごみや上流から流れ着いたごみが多量に浮遊しており、スクリーンで除去している。

本地区は不法居住地であるためか、公共の衛生サービスが提供されておらず、住環境ならびに衛生環境は劣悪な状況である。

(2) チリウン川沿いのスラム

チリウン川は、DKI Jakarta の中央を鉄道沿いに蛇行して流下している代表的な川であり、途中、運河で分水された下流のメンテン付近では水量が減少し、未処理汚水の流入もあり悪臭を呈している。川面や護岸には流下あるいは付近で投棄されたごみが散乱し、放置されている。これらのごみは、降雨時の多量の流下水で洗い流されると思われる。堤防沿いには、幅 4m 程度の道路があり、道路沿いに約 40m 程度の幅で低所得者居住区が展開している。家屋は狭く、隣に接して建てられており木造である。堤防付近には、公共や各種支援機関が提供したと思われる MCK（浴場、洗濯場、トイレ）やごみ集積場が 10m から 20m 毎に設置され、住民が積極的に利用し、共同管理している。MCK の排水は直接河川に排水する構造であり、川の汚染源になっていると推測される。水道は供給されておらず、共同井戸や購入水（タンク）を利用している。プルート貯水池付近では、トイレが屋外排泄に近く、基本的衛生施設の整備が必要であるのに対し、チリウン川沿いのスラムでは MCK の汚水処理対策が求められる。共通している点は、未処理の生活排水が水質汚染源となっていることであり、非点源汚染源（Non Point Pollution Source）対策として総合的な取り組みが求められる。

B3.5.3 固形廃棄物

DKI Jakarta のごみ収集の責任は、家庭ごみの収集（スラム地区については合法的な地区のみ）は清掃局にある。その他の箇所からのごみ収集については、河川など水域からのごみ回収及び河川の土手のごみは公共事業局、道路や公園のごみは公園局、線路沿いのごみはインドネシア鉄道公社の責任となっている。不法なスラム地区のごみ収集については、河川の土手のごみ（公共事業局）、線路沿いのごみ（インドネシア鉄道公社）はそれぞれの責任で行われている。清掃局は不法な居住地内のごみ収集は行わないが、これらのごみについては、週 1 回の頻度で処分場まで運搬している。

適正に収集されないで河川等へ投棄されるごみは、非点源汚染源である。多くの住民にとって、正しく教育されなければ、ごみは厄介なもの以外の何物でもなく、側溝や河川、空き地に捨てられる。この結果、病原体の繁殖エリアを広げていることになるが、そのような意識は全くない。ましては、環境への影響などほとんど考えていないというのが実情である。ごみ収集に対して責任をもつ市当局でさえもこの事態に留意していない場合がみられる。DKI Jakarta 清掃局のデータ(2010年)によると、日平均ごみ発生量は、の固形廃棄物の発生量は、6,139トンである。図に示すとおり、この内 5046 トン (82%) がバンドルクバン最終処分場に搬入されており、167 トン (3%) が 3R プログラムによりリサイクルされている。残りの 925 トン (15%) は、空き地や河川等へ不法に投棄されている量とインフォーマルセクターによる回収分である。

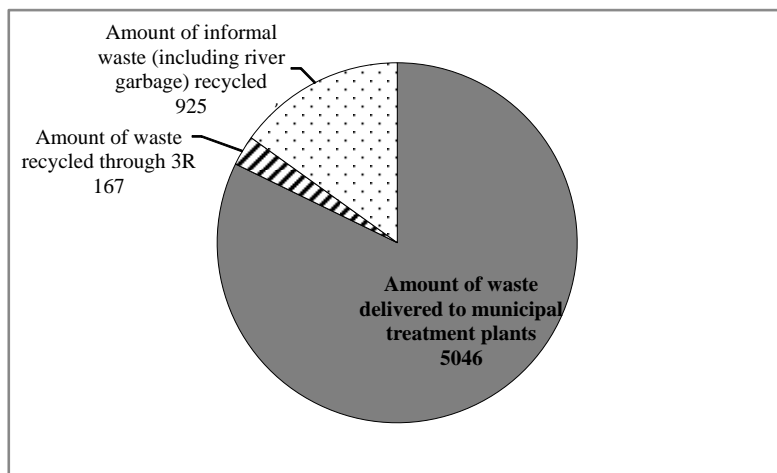


図 B3-32 ジャカルタ市の日平均ごみ発生量 (単位 t/日 ; 2010 年度)

DKI Jakarta では、この事態に大きな関心を持ち、チリウン川沿いのスラム地区を対象として、「ごみの不法投棄禁止キャンペーン」を 2010 年 3 月 22 日から行っている。この地区はジャカルタ中央部であるが、チリウン川沿いの低所得者地区は人口密度が高く、多量のごみが河川に投棄されていた。この結果、河川水質を悪化させ、また、河川の流動阻害を起こし、洪水を助長させていたと考えられる。この地域をターゲットとすることは、戦略的であり、この地区のごみ収集の改善は、非点源汚染源の改善に大きなインパクトを与えるといえる。以下に、「ごみの不法投棄禁止キャンペーン」について述べる。

(1) Rejanteng Timur ごみ処理（リサイクル）場

BPLHD は DGHS と共同で実施する「不法投棄防止キャンペーン」により、市内 4 箇所の不法放棄の現場を改善している。このサイトは、Rejanteng Timur 地区のチリウン川沿いで、以前はこの地区（コミュニティ RW-09）の住民から排出されるごみの投棄場（不法投棄）であった。投棄されたごみは、雨季になると河川に流され水質汚染の源となっていた。同キャンペーンは、住民に河川へのごみ投棄を止めさせ、ここにリサイクル場を建設し、ごみのリサイクルの推進とともにごみの適正な処分を行うものである。同キャンペーンは、BPLHD と DGHS の共同プロジェクトで BPLHD は対象地区の住民への啓発・環境教育、DGHS はごみ収集容器や分別ヤードなどの施設の建設などを行っている。

具体的な住民への伝達・啓発は、家庭福祉プログラムを通じて行うとともに地区（RW-09）の代表がキャンペーンの主旨と内容を各 RT（16 ある隣組）のリーダーを通じて住民に徹底させた。地区（RW-09）から 1 日約 40m³のごみが搬入されている。このうち、8m³から 10m³のごみがここで分別・リサイクルされ、残りのごみは市の処分場（バンドルクバン処分場）へ搬入される。

このサイトでは、乾きごみはビン、缶、プラスチック、段ボール等が分別されて、スクャベンチャに売却される。この売上金をこのサイトの維持費にしている。湿りごみは篩にかけて、コンポスト原料とリサイクルが可能なその他のごみに分類している。1m³のごみから 4 分の 1 がコンポスト原料になるということである。また、RT5（16 ある隣組の 1 つ）では、各家庭にごみ容器を 2 つ配布し、家庭での乾燥ごみと湿潤ごみの分別収集を試行している。

(2) Lenteng Agung コンポスト施設

このコンポスト施設の同キャンペーンで建設した施設である。この施設では、ジャカルタ南部の Lenteng Agung（RW8）地区、2,000 世帯から排出されるごみからコンポストを生産している。同地区からの出るごみの約半分からコンポストを生産し、袋詰めにして 1 袋 IDR 5,000 で販売しているが、季節による需要の変動はないということであった。この施設では、選別された有機ごみが搬入され、それを篩にかけ袋詰めする仕上げを 1 週間の工程で行っている。この施設により、コンポストの生産による有機ごみの処分量の減量を行いながら住民に対して環境教育を同時に行っている。

B3.5.4 非点源汚濁負荷に対する将来対応

スラムの問題は、背景に地域格差、教育、雇用など様々な解決すべき事項を抱えている。DKI Jakarta では、その対策について総合的に取り組んでいるところであり、スラムの衛生環境の改善においても当局の基本方針と整合させて解決することが求められる。

スラムの衛生問題の解決は、中長期的には再開発によりスラム自体を解消させることにより解決することが望ましい。スラムに限らず、DKI Jakarta には健全な都市機能を蘇生させるためには再開発が望ましい街区が相当あり、新興住宅地として再開発することにより都市機能が蘇る可能性がある箇所も相当あるものと考えられ、その際、住宅地再開発にあたって、住民が入居するに先立って、セプティックタンクよりも高性能な共同個別汚水処理施設を建設し、その建設費も含

めて宅地価格や賃貸価格を設定して販売するようにすれば、住宅開発の進展と共に汚水処理施設の整備を進めることが可能となる。このためには、一定規模以上の住宅再開発計画の際、共同汚水処理施設の設置を許認可要件とするなど政策誘導することが有効であろう。スラムの再開発が実現するまでの間の、スラムの衛生問題に対する暫定的な対応としては、スラムから発生する汚水（固形廃棄物含む）の汚濁負荷削減に向けた次に示す取り組みが必要である。

し尿・生活排水に関しては、ミレニアム開発目標により、2015年までに衛生的なトイレを利用できない人の割合を半減するとしており、本目標を達成するためには、スラム地区のトイレ整備等の衛生改善が欠かせない。具体的な対策としては、スラム地区における共同トイレの整備・保全や未処理汚水対策として SANIMAS 等によるオンサイト処理施設の普及整備、汚水管敷設による小規模汚水処理施設の整備などが挙げられる。また、あわせてスラム住民を対象とした環境衛生知識の普及啓発活動も行い、自立的かつ継続した衛生環境維持が図れるようにすることも重要である。

固形廃棄物に関しては、BPLHD と DK がごみの減量・リサイクルのための 3R 推進プログラムを実施し、ごみ箱に入のごみ量を減らす努力を行っている。しかし、スラム地区のようにごみの収集が計画的に行われていない地域にあっては、ごみの収集をシステム化し、ごみ箱にしっかりごみを投入するプロジェクトが優先される。前述の「ごみの不法投棄禁止キャンペーン」では、一定の成果が見られるが、将来、さらに不法投棄ごみを減少させ、固形廃棄物による非点源汚染負荷を減少させる必要がある。具体的には、以下のような対策が考えられる。

1) 収集ルートの特長とごみコンテナの設置

スラム地区は多くの場合、不法居住地域であるが、合法的な地域についてはごみ収集の改善を図る必要がある。チリウン川沿いのスラム地区は、計画的な道路整備はされていないので、収集者は無論のこと、ハンドカートの侵入も困難である。必要に応じて道路を整備し、ハンドカートの進入路を作る。進入路の先端に住民の人数を考慮したコンテナ（プラスチック容器）を配置することが望まれる。

2) 住民のモチベーションアップ

ごみコンテナの設置だけでは、住民の行動（ごみの不法投棄）は変わらない。市当局の取り組みの趣旨を説明するのは無論のこと、その真剣さを伝えることが必要である。一般に、特に「イ」国の住民は市当局の取り組みに正面から評価しようとしにくい傾向があるように見える。具体的な行動で真剣さを伝えることが必要である。

例えば、回収は、決められた日、決められた時間に行う。また、回収したごみ量をグラフ（絵）で示し、実績をアピールする。場合によってコミュニティ（RTRW）の間でデータを競わせてもよい。そして、生活環境からごみがなくなることで（Non-Point Pollution Sources がなくなる）、つまりアクセスできない空き地に散乱したごみが決められたごみコンテナに入って定期的に収集されるようになったことで何が変わったか住民同士で考えることができればスラム地区のごみ収集の改善目標は達成したと考えられる。

3) 収集作業員のモチベーションアップ

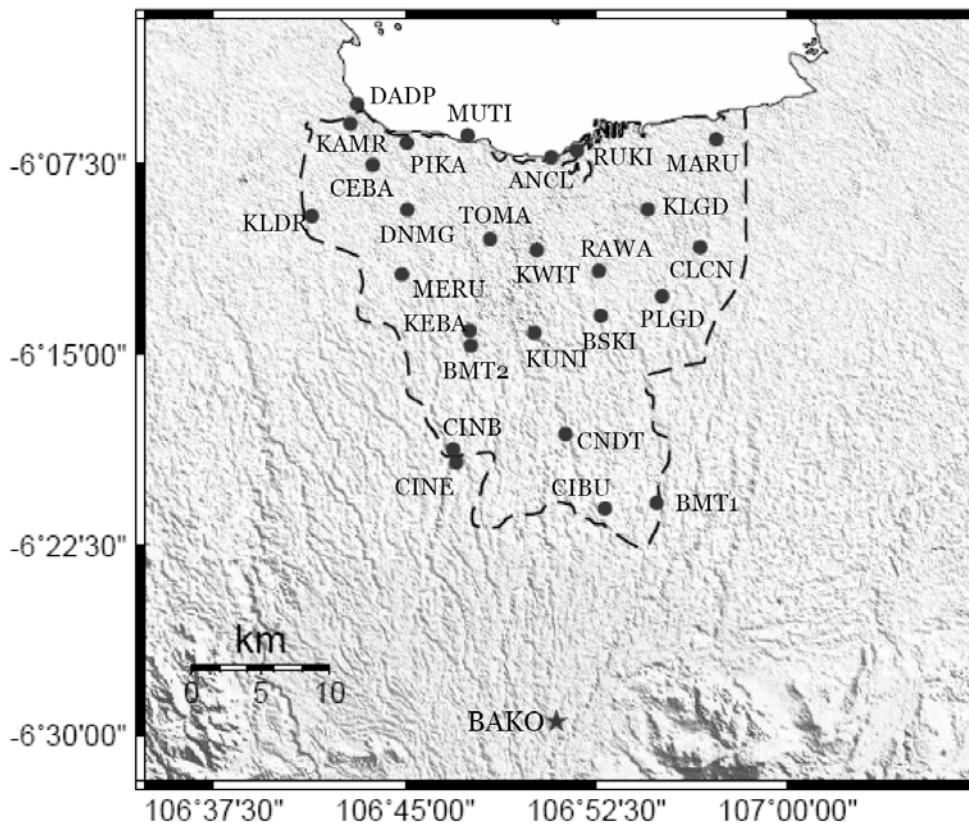
収集作業員の個々のモチベーションを上げることも重要である。住民と同様に作業員にもプロジェクトの趣旨をしっかりと教育することで、また、作業服はきちんと洗濯したものを与えることで作業に一定の誇りを持たせることができる。そして、責任と権限を与えることが重要である。例えば、個々の作業員に彼らの持ち分の収集ルートを与えることである。彼らの与えた範囲から出てきた住民苦情については、責任を持って対応させることである。担当ルートからの苦情のない収集員、事故のない収集員、その他トラブルのない収集員の表彰制度を設けるなどが考えられる。

B3.6 地盤沈下

DKI Jakarta では発展に伴い、広域の地盤沈下に見舞われている。この主な要因は、市街地における地下水の過剰揚水と宅地開発に伴う地下水涵養量の減少が挙げられている。

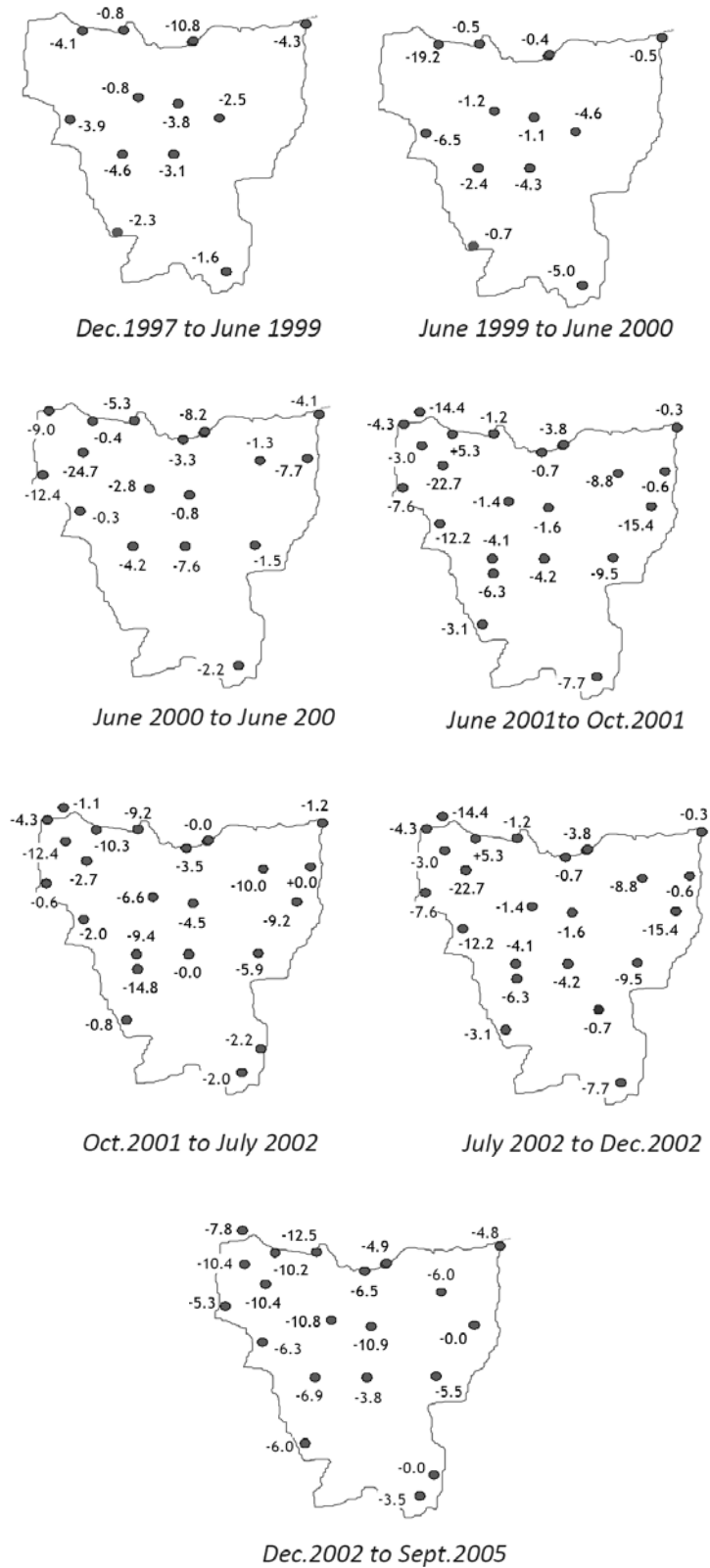
水準点測量による観測では、1982年から1997年の15年で2m程度の沈下量が観測されており、沈下領域は、海岸から約 20km の内陸部まで及び、沈下量の経年変化からは、沈下が下げ止まる傾向が見られていない。

1997年より2008年にかけて実施されたGPSによる測量によると、近年沈下量が増加傾向にある。GPS測量地点と及び沈下量を以下に示す。



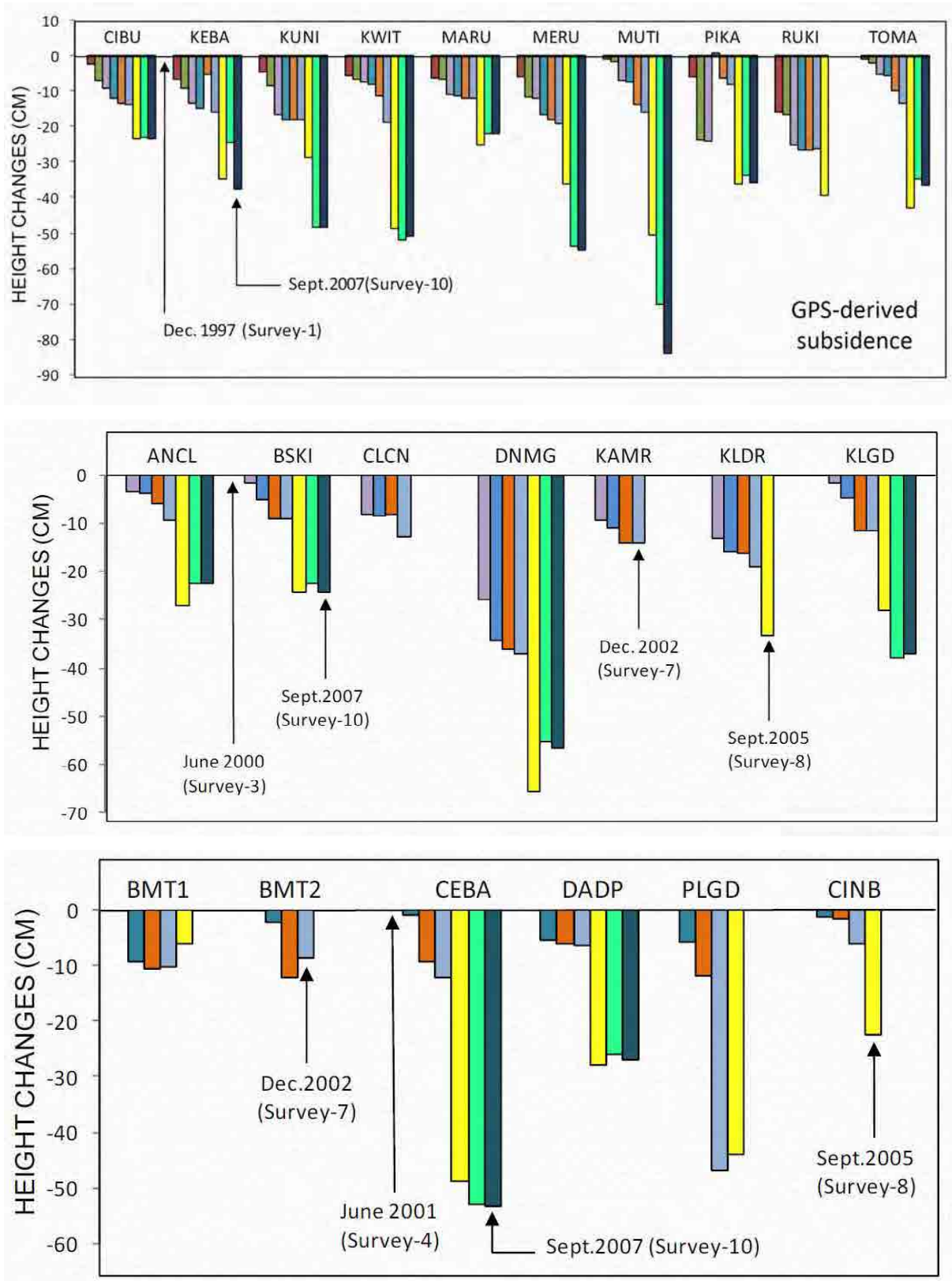
出典：Hasanuddin Z. Abidin, 2008

図 B3-33 GPS 測量地点



出典 : Hasanuddin Z. Abidin, 2006

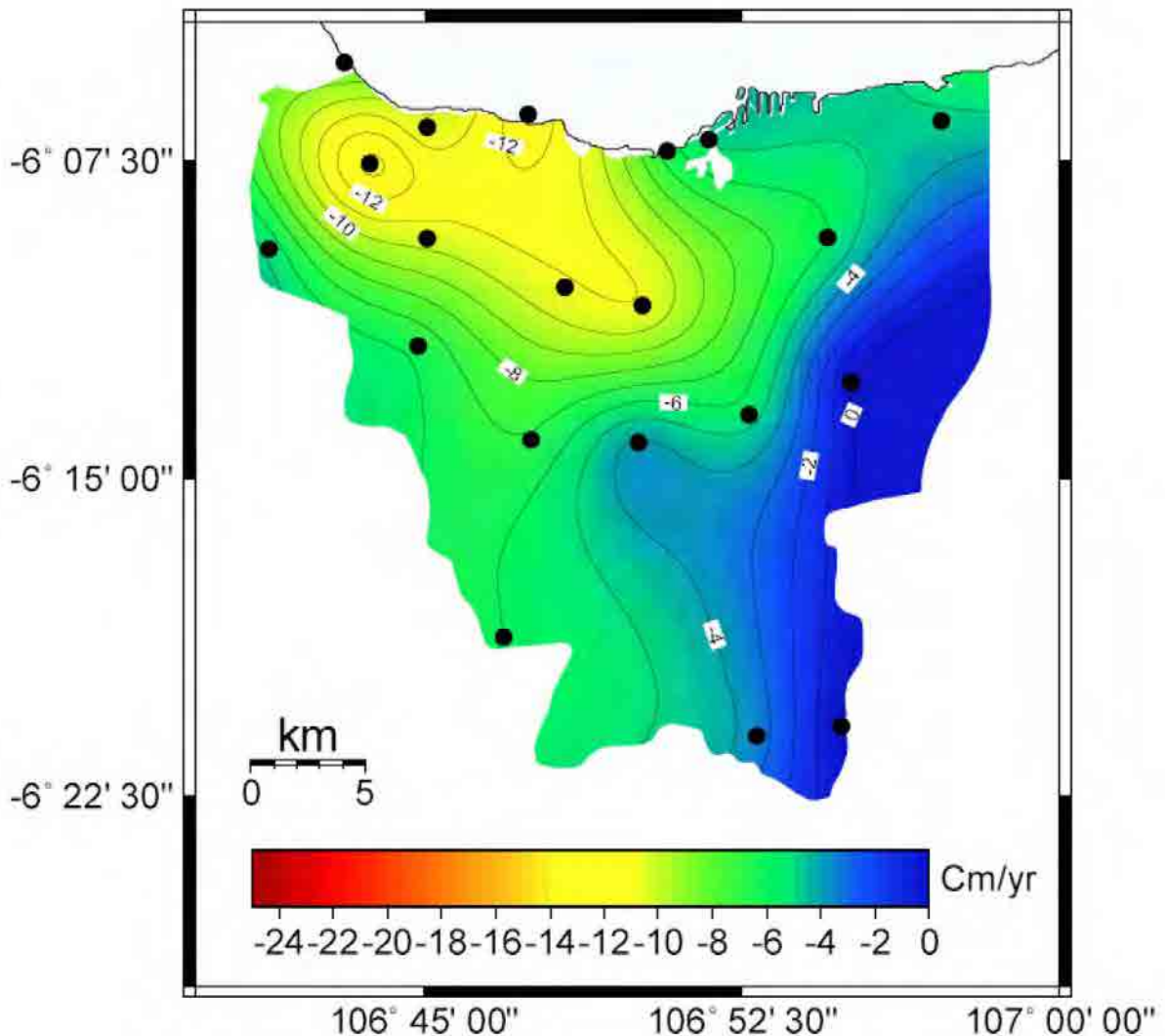
図 B3-34 地盤沈下量



出典：Hasanuddin Z.Abidin,2008

図 B3-35 地盤沈下量の推移

また、近年の DKI Jakarta における地盤沈下の地域的傾向は以下に示すとおりであり、南西部では沈下量が小さく、北東部で年間 12cm 程度の沈下量となっている、



出典 : Hasanuddin Z. Abidin, 2006

図 B3-36 地盤沈下量の地域傾向

B4 オフサイト処理システムの現状と課題

B4.1 ジャカルタ下水道・衛生改善プロジェクトで建設したオフサイト処理施設の現状

現在のオフサイト処理システムは、世界銀行の支援によるジャカルタ下水道・衛生改善プロジェクト (Jakarta Sewerage and Sanitation Project : JSSP) の一環として整備され、現在は PD PAL JAYA がその施設を管理している。

B4.1.1 下水処理場

既存の下水処理場は、1991年に洪水調整池である Setiabudi 池に表面曝気機 (Aerator) を設置して、下水をエアレーション処理できるようにした洪水調整兼用の処理場である。Setiabudi 処理場

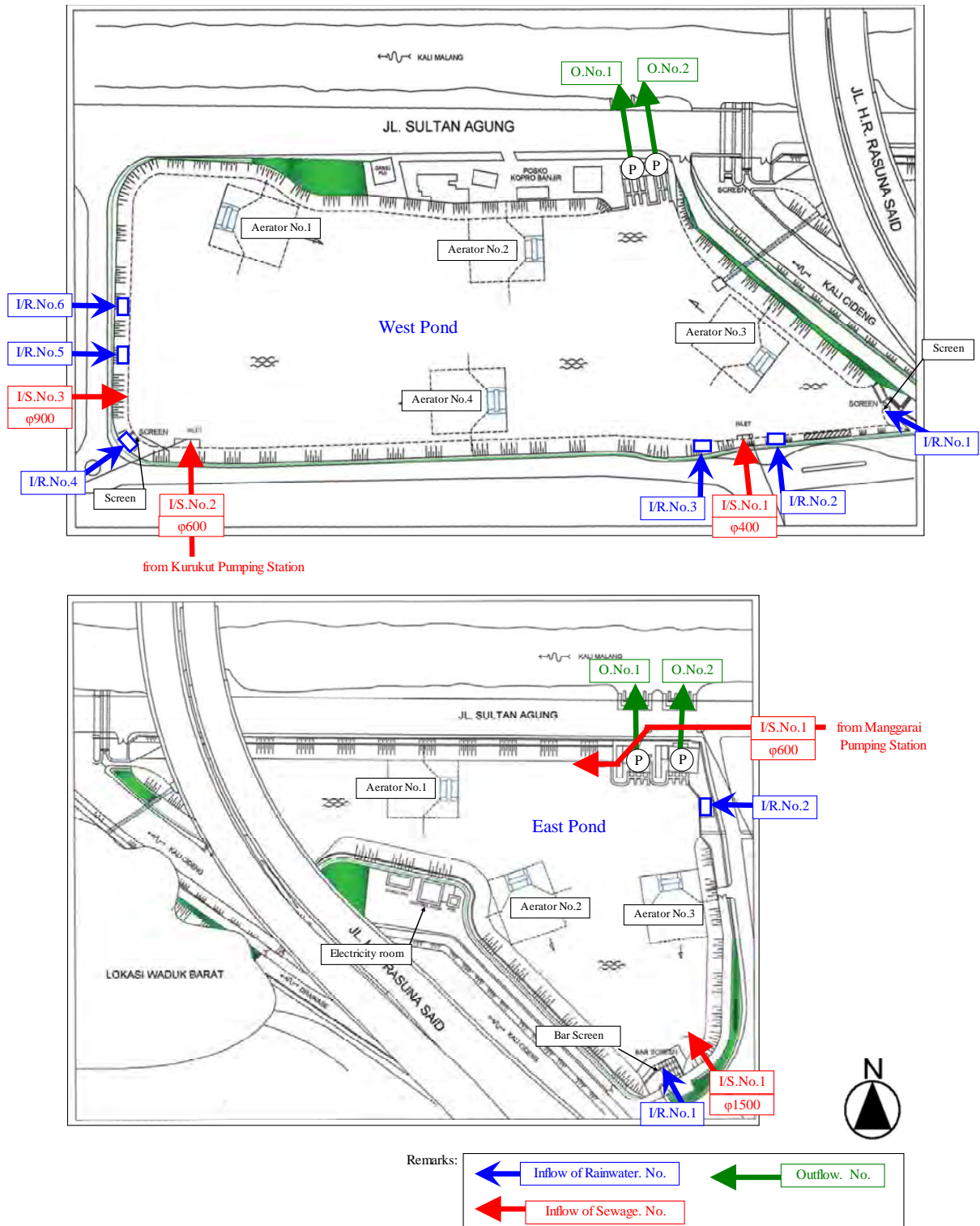
は西池及び東池に分かれており、総面積は 43,500m²、有効容量は 133,980m³であり、有効水深はそれぞれ西池 3m、東池 3.2m であるが、池底部に土砂や汚泥が堆積しているため、実際には有効水深はそれらより浅いと考えられる。計画処理能力は約 28,000m³/日、平均処理量は 18,031.68 m³/日 (PD PAL JAYA より。2009 年値) であり、概ね西池が 75%、東池が 25% 程度を受け入れている。処理装置としては、西池 4 台及び東池 3 台の表面曝気機が設置されている。各池で曝気された処理水は、池の水位上昇時に放流ポンプが稼働し、池に隣接する Banjir 運河 (Bangil Canal) に放流される。Setiabudi 処理場の概要を表 B4-1 に示す。また、Setiabudi 処理場の平面図を図 B4-1 に示す。

表 B4-1 Setiabudi 処理場の概要

項 目		西池	東池	合 計
表面積		26,100 m ²	17,400 m ²	43,500 m ²
水位	高水位	4.5 m	4.7 m	-
	低水位	1.5 m	1.5 m	-
有効水深		3.00 m	3.20 m	-
池底部海拔		-0.5 m	-0.5 m	-
有効容量		78,300 m ³	55,680 m ³	133,980 m ³
処理方法		Aerated Lagoon	Aerated Lagoon	-
処理能力* ¹		18,116 m ³ /日	10,167 m ³ /日	28,283 m ³ /日
現流入水量 * ²		13,523.76 m ³ /日	4,507.92 m ³ /日	18,031.68 m ³ /日
滞留時間 * ³	処理能力ベース	4.3 日	5.5 日	4.7 日
	現処理量ベース	8.1 日	17 日	10.3 日
流入口	下水 Wastewater	3	2	5
	雨水 Drainage	6	2	8
スクリーン (内、メカニカルスクリーン)		2 (0)	2 (2)	4 (2)
表面曝気機		4	3	7
放流ポンプ		5 x 1.10 m ³ /s	3 x 1.10 m ³ /s	-

- 注) 1. JSSP データ
2. PD PAL JAYA ヒアリング
3. 上記 1 及び 2 の値より算出

出典 : Draft Final Report, Detail Engineering Design STP Waduk Timur, PD PAL JAYA, PT. Kanta Karya Utama

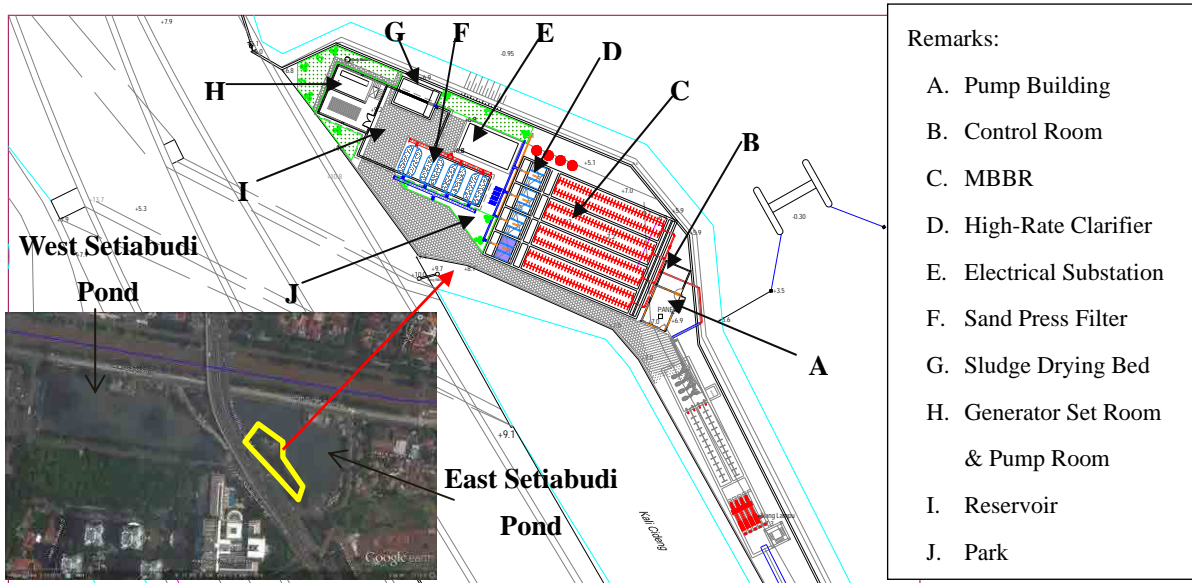


出典： PD PAL JAYA

図 B4-1 Setiabudi 処理場の平面図

なお、既存の処理区のカバー率は1.67%である。現在の計画は、2010年から2020年にカバー率を4%まで増加させるものであり、Setiabudi-Tebet, Casablanca systemを発展させ、2020年までに350から400 L/sの汚水流量が発生すると計画されている。この処理区の下処理は移動床生物膜法 (Moving-Bed Biofilm Reactor、以下「MBBR」という)を適用しており、Setiabudi pondの東側

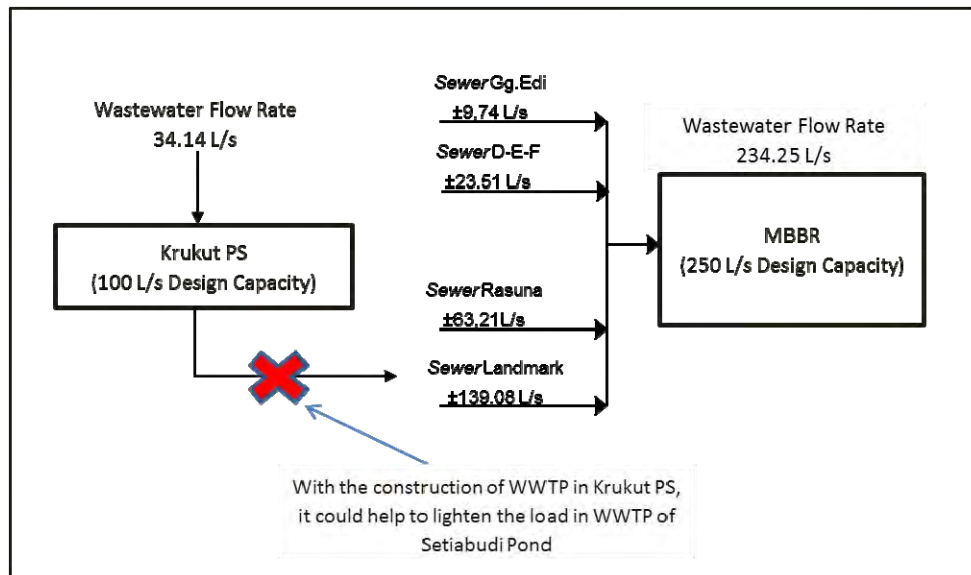
に建設中である。この東 Setiabudi 処理場のレイアウトは図 B4-2 のとおりである。



出典：PD PAL JAYA からの受領資料より JICA 専門家チーム作成

図 B4-2 東 Setiabudi 処理場のレイアウト

さらに、将来解体される Krukut ポンプ場に 100 L/s の処理場を建設する計画もある。近年において、およそ 50 L/s の割合で汚水が Krukut ポンプ場から重力排水で Landmark 下水管路を通じて東 Setiabudi pond に運ばれている。建設中の東 Setiabudi 処理場のと Krukut ポンプ場の処理場における 2010 年から 2020 年の計画フロー図は図 B4-3 のとおりである。



出典：PD PAL JAYA からの受領資料

図 B4-3 東 Setiabudi 処理場のと Krukut 処理場における 2010 年から 2020 年の計画フロー

雨水調整池としての行政管轄は DKI Jakarta の公共事業局（Public Works Agency : DPU）となっているため、雨期における雨水調整が優先するとともに、堆積土砂の浚渫工程などの DPU と PD

PAL JAYA との Setiabudi 池の管理に関する相互調整はなされていない。（B1.3.4 に詳述）

PD PAL JAYA は、表面曝気機と一部のスクリーンの管理のみであり、流入下水量の計測装置も特に所有しておらず、水処理における基本的な物質収支を把握することも困難な施設である。

また、外観上からも、一般的な好気性ラグーンに見られるような浮遊性活性汚泥は認められず、堆積した嫌気汚泥の一部でガスが発生している。表面曝気機は表層水を攪拌し、部分的に酸素供給を行っているに過ぎない。さらに Setiabudi 池の流出水水質は、特に雨期には、流入する雨水の希釈による効果も推測されるため、正常な下水処理機能を有し、管理される処理場とは言い難い。また、本来の下水処理以前に、浮遊粗大ごみが多量に流入しその処理に相応の手間がかかけられている。

B4.1.2 下水ポンプ場

既存の下水ポンプ場は、Kurkut ポンプ場及び Manggarai ポンプ場の 2 箇所である。各ポンプ場の概要を、表 B4-2 に示す。Manggarai ポンプ場は、小規模なマンホールポンプである。Kurkut ポンプ場は、本格的なポンプ場であるが、スクリーンは当初から運転は行われておらず、設置されている主ポンプ 3 台のうち 1 台は故障のまま放置されている。

表 B4-2 下水ポンプ場の概要

項目	Kurkut ポンプ場	Manggarai ポンプ場
流入先	Setiabudi 西池	Setiabudi 東池
ポンプ能力	365 L/s×16.7m×90kW×3unit (=21.9 m ³ /min= 31,536 m ³ /日)	38.9L/s×11.7m×7.5kW×2units (2.33 m ³ /min=3,361m ³ /日)
ポンプ形式	Vertical spiral pump	Aquatic pump
操作方法	手動	自動 (水位制御)
施設構成	- マンホール (流入) - 沈砂池 - スクリーン (停止) - ポンプ (3 基) - 発電機/燃料タンク (2 基) - 電気設備	- マンホール - 水中ポンプ(2 基) - 計装設備 (水位計) - 電気設備

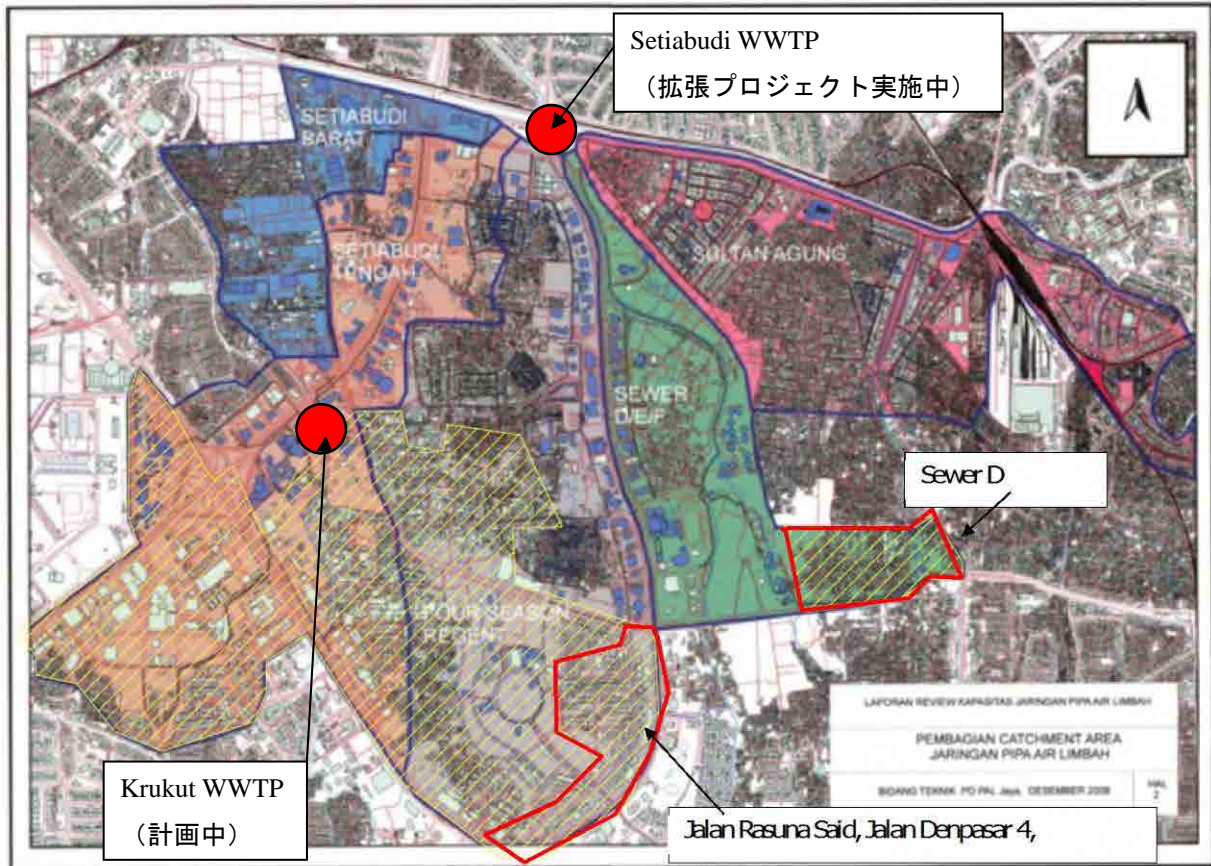
出典：PD PAL JAYA

B4.1.3 下水管路

既存の下水管路は、西 Stiabudi 処理場及び東 Setiabudi 処理場ごとに処理区が分かれており、排除方式は分流式である。図 B4-4 に下水管路概要図、図 B4-5 に下水管路概要図を示す。なお、図中の Sewer D 及び Jalan Rasuna Said, Jalan Denpasar4 (赤囲み部) は現在工事中区域である。

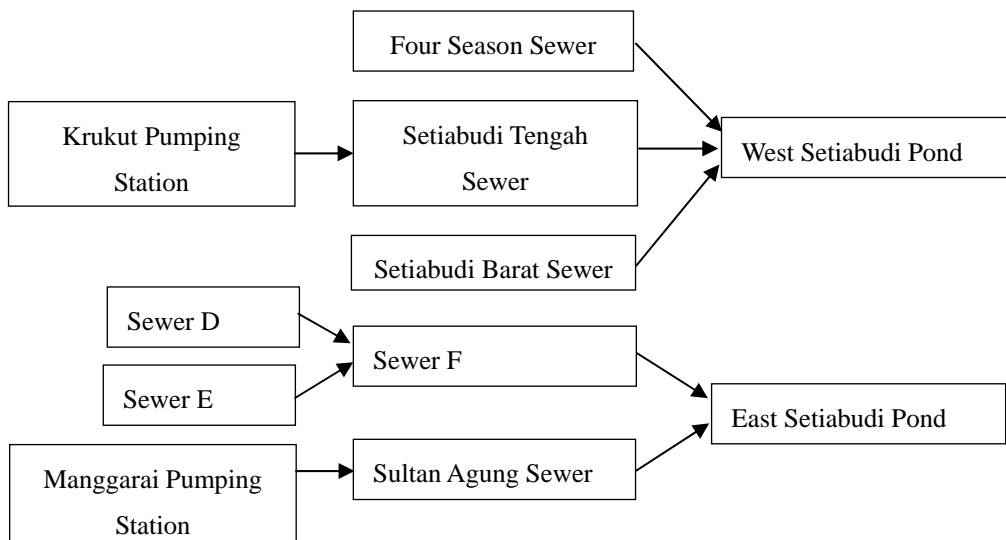
下水管路の総延長は約 76km、マンホール数は約 1,300 箇所、点検ます (Inspection Chamber) 数は約 3,500 箇所である。表 B4-3 に下水管路の延長等を示す。管路の維持管理は閉塞や臭気対策のための洗浄などが中心である。

S/R Part-B : B4 に口径別・処理区域別の管路延長内訳及び管路図を添付する。



出典：PD PAL JAYA から受領資料

図 B4-4 既存下水処理区図



出典：Draft Final Report, Detail Engineering Design STP Waduk Timur, PD PAL JAYA, PT. Kanta Karya Utama

図 B4-5 下水管路の概要

表 B4-3 下水道管路の延長、マンホール及び接続柵の数

処理池	No	流域	下水管路 (m)	マンホール (基)	取付管 (m)	点検ます (基)
Setiabudi 東池	1	Sultan Agung	19,830	480	9,022	1,432
	2	管路 D,E & F	4,648	77	882	40
Setiabudi 西池	3	Four Season Regent	16,319	487	8,843	1,713
	4	Setiabudi Tengah	10,995	245	3,078	292
	5	Setiabudi Barat	2,184	48	668	10
合 計			53,977	1,337	22,493	3,487

出典：PD PAL JAYA, Annual Report of Technical Section 2010

B4.2 事業者用個別処理プラント (ITP)

JSSP 以外に建設されたオンサイト処理施設は、以下の 3 種類に分けられる。

- ◆ PD PAL JAYA によって管理されている ITP
- ◆ DKI Jakarta の DPU によって建設された ITP
- ◆ 事業者によって建設された ITP

以下、各々の ITP の現状を記述する。

B4.2.1 PD PAL JAYA 運転の ITP

(1) 概要

PD PAL JAYA は、民間企業 7 件から、彼らが有する ITP の運転管理業務を受託している。運転管理業務の受託先の概要を表 B4-4 に示す。PD PAL JAYA が運転管理を受託している ITP のほとんどは、商業施設であり、ITP の処理能力の規模は、29m³/日から 400m³/日で、小規模から中規模程度の施設である。

表 B4-4 運転管理業務受託先の概要

事業所名	処理方式	処理能力 (m ³ /日)
Aston	接触曝気	400
Tifa Arum	接触曝気	100
Agro	長時間曝気	275
Cenfkaeng	長時間曝気	150
Menara Danamon	接触曝気	261
Manara Dea	回転円盤(RBC)	120
Pacific Paint	長時間曝気	29

出典：PD PAL JAYA

(2) 民間企業との運転管理業務契約状況

PD PAL JAYA と民間企業の個別処理施設の運転管理業務の契約形態を表 B4-5 に示す。PD PAL JAYA が運転管理を受託している 7 件のうち 3 件 (43%) は、PD PAL JAYA 自らが業務実施してお

り、4件(57%)は PD PAL JAYA から民間会社に外部委託されている。

運転管理委託費の設定方法は、7件のうち5件(71%)は、下水道の料金体系と同じく建築面積(m²)で委託費を設定している。他の2件(29%)は、建築面積に係らず、個別の契約にて月額を設定している。

表 B4-5 運転管理業務契約形態

項目	内容	件数 (%)
運転管理の実施者	PD PAL JAYA による直接実施	3 (43%)
	PD PAL JAYA が民間運転管理会社に外部委託	4 (57%)
運転管理委託費の設定方法	建築面積 (m ²) で設定	5 (71%)
	個別契約にて月額を設定	2 (29%)
合 計		7 (100%)

出典：PD PAL JAYA

(3) 運転管理業務の実施状況

業務内容は、施設の点検（水槽及び機器類のメンテナンス）及び水質管理である。

1) 施設の点検

施設の点検は、毎日点検、週間点検及び月間点検で、各々で点検項目が異なる。機械のメンテナンスについては、週間点検及び月間点検時にオイル交換やベルト交換等の整備を行なっている。施設の点検項目の例を表 B4-6 に示す。施設の点検は、目視点検が主であり、機器のメンテナンスも事後的な保全に留まっている。

表 B4-6 民間 ITP の施設点検項目 (例)

点検種別	毎日点検	週間点検	月間点検
内容	目視による点検	消耗品チェック及び補充	部品交換、汚泥引き抜き
項目事例	<ul style="list-style-type: none"> ・スクリーンの清掃 ・ポンプ類の動作確認 ・電気盤の目視確認 ・返送汚泥の目視確認 ・オイル、グリース量の確認 ・沈殿池の堆積汚泥量の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロワへのオイル補充 ・グリース補充 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロワベルト、オイル交換 (必要に応じて) ・沈殿池の汚泥引き抜き

出典：PD PAL JAYA

2) 水質管理

水質管理は、2週間に1回、処理水のみをサンプリングし、自身のラボで分析を行なっている。分析項目及び分析方法は、表 B4-7 のとおりである。

活性汚泥法の運転管理では、曝気槽での活性汚泥の濃度、活性、沈降性などの性状を確認し、曝気風量の調整、返送汚泥率の変更や汚泥引き抜き量の設定などの調整により、活性汚泥を適正に維持することが重要である。しかし、活性汚泥の運転管理については、目視によって曝気槽の活性汚泥の色を確認しているだけで、色の判定基準ならびに判定に基づく対応策は不明である。

現場の活性汚泥管理のための測定（SV₃₀：活性汚泥沈殿率など）や水質の簡易判断（透視度など）も行なわれていない。

一方、定期的水質検査の結果が、運転にどのように反映されているかという質問に対しても、明確な回答は得られず、水質基準項目への適合・不適合の判定以外、ITP の運転管理に関するフィードバックは行われていない模様である。

表 B4-7 個別処理施設の水質分析項目（処理水）及び分析方法

項目	DKI JAKARTA 知事令 No.122-2005	分析方法
pH	6 - 9	
BOD (20°C, 5 日)	50	検圧法
COD _{Cr}	80	滴定法
NH ₄ -N	-	分光光度法
Detergent(界面活性剤)	2	分光光度法
SS	50	
KMnO ₄ consumption	85	滴定法
Oils	10	

出典：PD PAL JAYA

各 ITP の水質分析結果は、表 B4-8 のとおりである。詳細は、S/R Part-B : B4 に示す。PD PAL JAYA が管理している ITP の処理水水質は、現在稼動している 6 箇所中 5 箇所（83%）で基準値を超過しており、上記 2) で述べたように適正な水質管理が行なわれているとはいえない状態である。

表 B4-8 民間 ITP の水質分析結果

ITP Name	Capacity (m ³ /日)	BOD		COD _{Cr}		SS	
		Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
ITP Aston * ¹	400	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown
ITP Tifa Arum	100	92	43	157	79	63	30
ITP Agro	275	88	30	209	69	200	50
ITP Cenfkareng * ²	150	150	75	Unknown	Unknown	150	100
ITP Menara Danamon	261	158	66	230	80	94	42
ITP Manara Dea	120	116	71	149	92	250	50
ITP Pasific Paint	29	176	60	243	84	80	30
		203	53	221	93	67	14
Effluent Water Quality Standards * ³		50		80		50	

- 注) 1. ITP Agro は、新しい処理設備であり、現在は未だ稼動していない。
 2. ITP Cenfkareng は故障で稼動していないため、水質チェックができない状態である。
 なお、BOD 及び SS の測定値については、PD PAL JAYA からのヒアリングによる。
 3. 知事令 No.122-2005 (Domestic Wastewater Quality Standards for communal)

出典：Water quality analysis report, PD PAL JAYA, 2010

PD PAL JAYA では、汚水処理の運転管理の基本である物質収支を得るための流入水量や処理水量を把握していない。ITP 所有者側で水道使用量と同量として把握しているのみである。処理水量が処理施設能力を超過していないを確認することは当然必要であり、それに加えて、水量変動は処理水質に直接影響を与える。現況の運転条件を施設の設計諸元に対応して管理するという基本的な姿勢は認められない。

B4.2.2 DKI Jakarta 公共事業局建設による ITP

(1) 35 箇所の ITP の概要

DPU は 1990 年から 35 箇所の区役所や町役場に、12 箇所の工業、市場及び動物園等の施設に ITP を建設してきた。本プロジェクトでは、DKI Jakarta の中央部、西部及び東部にある $10\text{m}^3/\text{日}$ から $800\text{m}^3/\text{日}$ の容量を持つ 35 箇所の ITP を調査した。図 B4-6 は、それらの位置を示したものである。

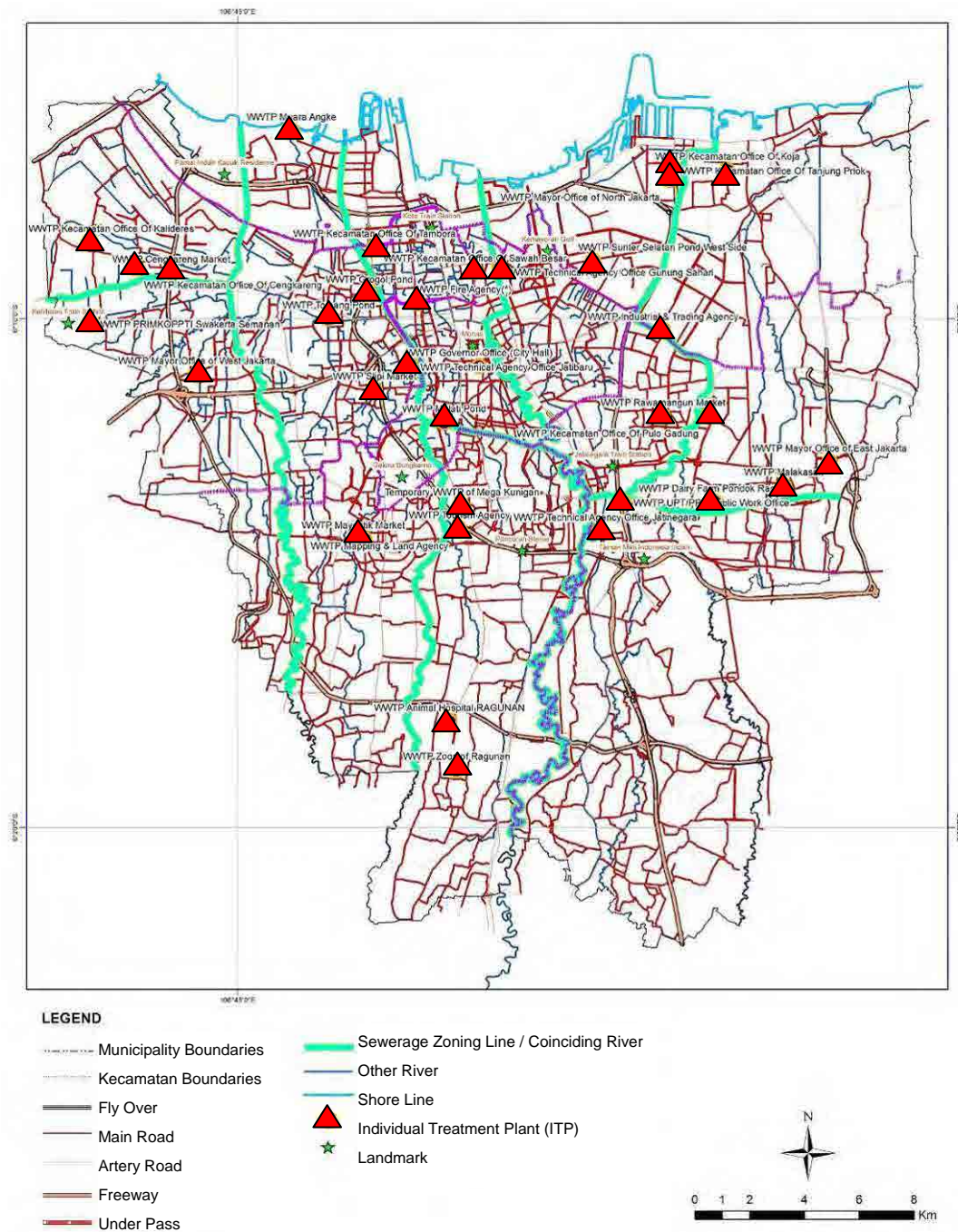


図 B4-6 DKI Jakarta 公共事業局建設の 35 箇所の ITP

一般的に、流入水源によって、ITP は以下の 4 種類に分けられる。

- ◆ 知事や区役所といった事務所からの排水を扱う
- ◆ 市場からの排水を扱う
- ◆ 家庭、商業施設、及びそれらの混合の排水を扱う
- ◆ 工場廃水といった特別な排水を扱う

35 箇所の ITP の内、19 箇所は事務所からの排水、4 箇所は市場からの排水、7 箇所は家庭、商業施設、及びそれらの混合の汚水、そして 5 箇所は特別な汚水を扱っている。Waduk Sunter には 200 m³/日の ITP があり、Waduk Sunter には 100 m³/日の ITP がある。その他、Kali Angke の漁師の土地にある 400 m³/日の下水管路システムがあり、Kabupaten Pulau Seribu にある Pulau Untung Jawa からの家庭汚水を処理している。

州政府の複合事務所には下水管路システムと ITP があり、Jatibaru にある事務所では 200 m³/日、東ジャカルタ市にある知事の事務所では 100 m³/日の容量がある。さらに、7 箇所の区役所の ITP ではそれぞれ 10 m³/日の汚水を処理しており、多くの大規模な市場では 100 から 130m³/日の汚水を処理している。

1) 35 箇所の ITP の現状

表 B4-9 は本プロジェクトによる 35 箇所の ITP の現状調査結果である。現状調査の主な目的は、ITP の運転状況の確認とサービスエリアもしくは処理能力拡張の可能性の見極めである。

表 B4-9 35 箇所の ITP の現状

No.	汚水源の分類	ITP 設置場所	処理方式	処理能力 (m ³ /日)	建設年	O&M 機関	運転状況
A	Office Wastewater	1. Kecamatan Office of Tambora West Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		2. Kecamatan Office of Cengkareng West Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		3. Kecamatan Office of Kalideres West Jakarta	a. Anaerobic - Aerobic Process (SATS) b. Anaerobic Process	a. 15 b. 18	a. 2005 b. 2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		4. Mayor Office of West Jakarta	a. Activated sludge b. MBR (VRM)	50 160	2006 2007	Public Work Agency	Operated 24 hours
		5. STP Industrial & Trading Agency	Anaerobic - Aerobic Process (Bioreactor)	60	2006	Not clear	Not operated
		6. STP Technical Agency Office Gunung Sahari	Activated sludge + Membrane Clear Box	25	2006	Public Work Agency	Not operated
		7. STP Mayor Office of East Jakarta	a. RBC (Bioactivator) b. RBC c. MBR (VRM)	25 25 8	2006 2006 2010	Mayor Office	Operated Operated Implementation just finish
		8. STP Mayor Office of North	Activated sludge + Recycling (Sand Filter-Carbon active)	50	2006	Mayor Office	Not operated

表 B4-9 35 箇所の ITP の現状

No.	汚水源の分類	ITP 設置場所	処理方式	処理能力 (m ³ /日)	建設年	O&M 機関	運転状況
		Jakarta					
		9. STP Kecamatan Office Of Pulo Gadung, East Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		10. STP Kecamatan Office Of Koja North Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		11. STP Kecamatan Office Of Tanjung Priok, North Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		12. STP Kecamatan Office Of Sawah Besar, Central Jakarta	Anaerobic - Aerobic Process (SATS)	15	2005	Kecamatan Office	Anaerobic process operated, aerobic process is not operated
		13. STP Technical Agency Office Jatibaru	Anaerobic - Aerobic Biomedia	140-300	2003	Public Work Agency	Operated 24 hour (dispose every 6 hour)
		14. STP Technical Agency Office Jatinegara	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	30	2006	Public Work Agency	Operated twice a week
		15. STP Mapping & Land Agency	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	30	2006	Not Clear	Not operated
		16. STP Tourism Agency	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	30	2006	Not Clear	Not operated
		17. STP UPT/PPP Public Work Office	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	30	2006	Public Work Agency	Not operated
		18. STP Governor Office (City Hall)	Activated sludge + VRM	200	2006	Mayor Office	Operated 24 hour
		19. STP Fire Agency(*)	Activated sludge + Membrane Clear Box	30	2006	Not Clear	Not Operated
B	Market Wastewater	1. Slipi Market	RBC	70	2005	PD Pasar Jaya	Not operated
		2. Cengkareng Market	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	160	2003	PD Pasar Jaya	Not operated
		3. STP Rawamangun Market	Extended Aeration	50	2005	PD Pasar Jaya	Operated 24 hour
		4. STP Mayestik Market	Activated sludge (Bioreactor with FRP Tank)	160	2003	PD Pasar Jaya	Not operated (demolished)
C	Residential/Mix Area Wastewater	1. Grogol Pond	a. RBC b. RBC (Bioactivator) & Recycling (clarifier, sand filter, carbon active)	400 800	2005 2006	Public Work Agency	a. Not operated b. RBC operated, Recycling not operated
		2. Tomang Pond	Aerated lagoon (Solar Cell Surface Aerator 3 unit)		2006	Public Work Agency	1 unit operated, 2 units not operated
		3. Sunter Selatan Pond, West Side	RBC (Bioactivator)	400	2004	Public Work Agency	Operated 12 hour
		4. STP Melati Pond	RBC (Bioactivator)	800	2006	Public Work Agency	Operated 24 hour
		5. Temporary	RBC (Blivet)	3 × 70	2006	Public Work	Not operated

表 B4-9 35 箇所の ITP の現状

No.	汚水源の分類	ITP 設置場所	処理方式	処理能力 (m ³ /日)	建設年	O&M 機関	運転状況
		STP of Mega Kuningan				Agency	
		6. STP Malakasari	a. Aerobic Anaerobic Biomedia b. RBC (Bioactivator)	200 200	1996 2006		a. Operated b. Operated not properly
		7. STP Untung Jawa Island	a. BC(Bioactivator)+recycling Sand filter+carbon active b. RBC (Blivet)	200 2×70	2007 2006	Public Work Agency	a. Operated 24 jam b. Not operated
D	Special Wastewater	1. RIMKOPPTI Swakerta Semanan	Anaerobic - Aerobic with Biomedia + Recycling (coagulation-flocculation, sedimentation, sand filter, carbon active)	200	1990	PRIMKOPPTI Swakerta	Anaerobic process operated, aerobic process & recycling process is not operated
		2. Muara Angke	Trickling Filter and Recycling (coagulation-flocculation, sedimentation, sand filter, Carbon active)	140	1993	UPT PKPP & PPI Fishery Agency	- Not operated for 2 days (Raw water pump broken) - Recycling not operated
		3. STP Dairy Farm Pondok Rangon	Facultative Pond + Maturation Pond	51	2006	Not Clear	Not operated
		4. STP Animal Hospital Ragunan	Aerobic - Anaerobic Biomedia	30	2004	Not Clear	Not operated
		5. STP Zoos of Ragunan	a. RBC (Blivet) b. RBC (Blivet)	70 25	2005 2005	Not Clear	a. Not operated b. Not operated

出典：DPU より JICA 専門家チーム作成

2) 教訓

現状調査で得られた教訓は以下のとおりである。

- a) 明確な役割及び責任、訓練されたオペレーター、技術的な支援及び十分な運転費用等、持続可能な運転を確保するために、ITP の運転には運転管理を実施する機関を明らかにする必要がある。
- b) 嫌気・好気処理といった単純な技術で安い運転費用による処理が小規模の事務所ビルに好ましいであろう。大規模な容量の処理場については、対象地域における水需要に応えるため、処理水のリサイクルが可能であればより効果的になるであろう。その他の代替案としては下水処理システムと合わせる考えられる。
- c) 市場からの排水を処理する中で、前処理の運転が非常に困難であるため、市場の ITP が運転できる状態にないことは安易に予想できる結果である。過密した市場の地下に建設された ITP の運転もまた非常に困難である。このような状況においてはより簡単な運転管理ができるような効果的な設計が必要である。市場の ITP は敷地が限られているため、前処理と下水道への排水のみを実施するのであれば、状況は改善されると考えられる。
- d) 小規模の漁業工場や豆腐工場等は住居と一体化しており、汚染物質濃度が高い排水が流出されるが、運転管理費用に対する支払可能額は低い。これらの工場が持続でき、且つ環境を保全するためには、政府はこういった排水の処理に対して何らかのインセンティブを与

える手段を考慮する必要があるだろう。

- e) 汚泥の処理は重労働であり、多大なエネルギーと費用を要する。よって十分な機材と適切な運転者、及び費用のサポートがあってしかるべきである。

3) コミュニティの下水処理のための7箇所のITPの拡張

35箇所のITPの内、7箇所のITPでは、5万人から40万人のコミュニティをカバーする下水処理場を拡張できる用地があることが判明した。フェーズ2では、必要敷地面積、カバーエリア、受入排水量等、より詳細な調査を行う。表B4-10に7箇所のITPの概要を示す。

表 B4-10 7箇所のITPの概要

No.	ITP	設置位置 (町、区、市)	座標 (GPS)	WWTP用に拡張可能な用地面積
1	Melati Pond	Kelurahan Kebon Melati, Kecamatan Gambir, Central Jakarta	S 06° 12.039' E 160° 49.064'	1 ha
2	Grogol pond	Kelurahan Grogol, Kecamatan Grogol Petamburan, West Jakarta	S 06° 09.5' E 106° 47.6'	1-0.5 ha
3	Muara Angke	Kelurahan Pluit, Kecamatan Penjaringan, North Jakarta	S 06° 06.3' E 106° 46.06'	1-0.5 ha
4	Primkoppti	Kelurahan Semanan, Kecamatan Kalideres, West Jakarta	S 06° 10.1' E 106° 42.1'	1-0.5 ha
5	Malakasari	Kelurahan Malakasari, Kecamatan Duren Sawit, East Jakarta	S 06° 13.293' E 106° 55.748'	1 ha
6	Zoos of Ragunan	Kelurahan Ragunan, Kecamatan Pasar Minggu, South Jakarta	S 06° 18.968' E 106° 49.312'	3-4 ha (ITP から少し離れたところに2つの用地がある)
7	Dairy Farm	Kelurahan Pondok Rangon, Kecamatan Cipayung, East Jakarta	S 06° 021.402' E 106° 54.382'	2-3 ha

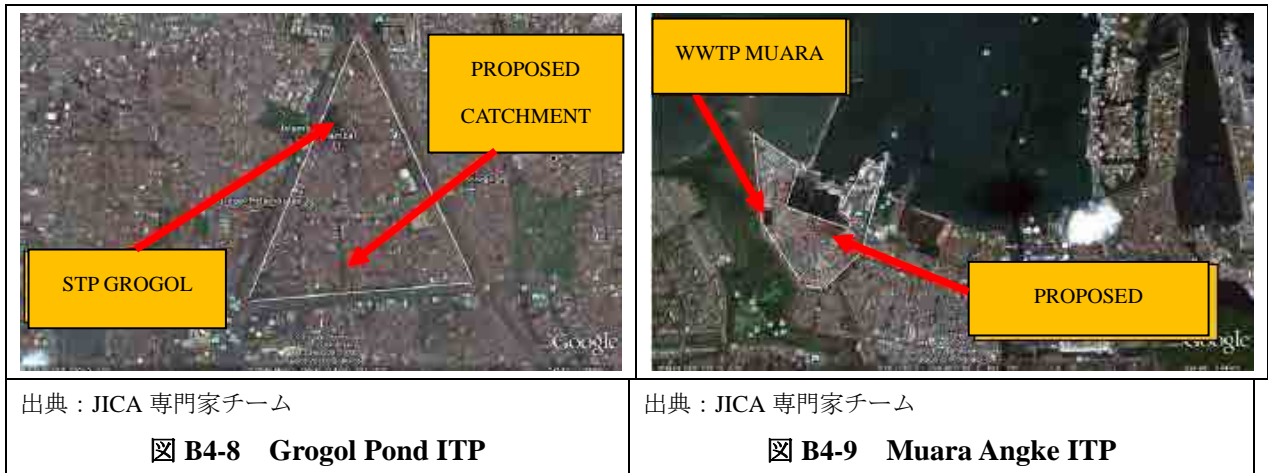
出典：JICA 専門家チーム

図 B4-7 から図 B4-13 に7箇所の位置図を示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 B4-7 Melati Pond ITP



出典：JICA 専門家チーム

図 B4-10 Primkoppti Angke ITP



出典：JICA 専門家チーム

図 B4-11 Malakasari ITP



出典：JICA 専門家チーム

図 B4-12 Ragunan Zoo ITP



出典：JICA 専門家チーム

図 B4-13 Dairy Farm ITP

B4.2.3 その他の ITP

(1) 調査概要

ショッピングセンター、ホテル、オフィス、工場、レストラン、病院及び学校の事業者が所有する ITP について、社会経済調査で対象とした 51 事業者から、規模などを考慮して 29 事業者を抽出し、表 B4-11 に示す項目について調査を行なった。下水道への接続の意志については、29 事業者の回答について、その理由を明確にすることを目的とした。

表 B4-11 ITP の調査項目

No.	項目	内容
1	処理方式	・セプティックタンク ・個別処理施設 (長時間曝気 / その他)
2	対象汚水	・し尿 及び/あるいは 生活污水
3	処理水水質	・BPLHD の検査データによる規制値の可否
4	運転管理状況	・現地での処理水質状況 ・処理プロセス及び機器の運転管理 ・運転管理の理解度
5	再利用のための処理施設	・運転中 / 計画中 / 不要
6	下水道への接続意思	・接続する / 接続しない ・接続しない場合の理由

出典：JICA 専門家チーム

29 事業者を業種別に表 B4-12 に示す。1991 年の既存 M/P では、18 の事業者（ホテル（6）、オフィス（6）及びショッピングモール（6））が所有する個別処理施設について、処理方式や放流水質等の調査を行なっている。そこで、サンプリング調査数 29 箇所には、既存 M/P で調査した 18 箇所のうち現存する 17 箇所の個別処理施設を含め、1991 年当時と現在（2011 年）の状況を比較した。

表 B4-12 サンプリング調査を実施した ITP（業種別）

事業所分類	本プロジェクト	既存 M/P	備考
ショッピングモール	7	6	5 箇所(1991)を含む
ホテル	7	6	6 箇所(1991)を含む
オフィス	8	6	6 箇所(1991)を含む
工場	2	—	
レストラン	1	—	
病院	2	—	
学校	1	—	
全体	29	18	17 箇所(1991)を含む

出典：JICA 専門家チーム

(2) 調査結果

1) 処理方式

処理方式の個別処理施設箇所数及び比率を表 B4-13 に示す。個別処理施設の処理方式は、1991 年ではセプティックタンクが 50%を占めていたが、2011 年現在では、セプティックタンクは 10%まで低下している。一方、ITP は 72%まで増加しており、そのうち長時間曝気処理方式を採用している施設の割合が 62%で最も多くなっている。調査した事業者のうち、下水道区域にある事業者 5 件は全て下水道に接続しており、22%に増えている。

事業者が所有する ITP の処理方式の主流は、長時間曝気である。

表 B4-13 ITP 箇所数及び比率（1991 年及び 2011 年）

処理方式	1991（既存 M/P）		2011（今回調査）	
	箇所数	割合	箇所数	割合
セプティックタンク	9	50%	3	10%
従来型	9	50%	2	7%
改良型	0	0%	1	3%
個別処理施設	9	50%	20	72%
長時間曝気	8	44%	18	62%
その他	1	6%	3	10%
下水道接続	0	0%	5	17%
計	18	100%	29	100%

注）ITP を設置あるいは所有し、一部の便所などでセプティックタンクが残存しているものは、セプティックタンクにカウントしない。

出典：JICA 専門家チーム

2) 処理対象汚水

処理対象汚水別の個別処理施設箇所数及び比率を表 B4-14 に示す。個別処理施設の処理対象汚水については、1991 年では 56%の施設がし尿及びその他の汚水を併せて処理（いわゆる合併処理）

しており、44%はし尿のみを処理（いわゆる単独処理）していた。2011年現在では、合併処理が86%とほとんどを占め、事業者が所有する個別処理施設では単独処理はほとんどない。

表 B4-14 ITP の処理対象汚水（1991年及び2011年）

対象汚水	1991 (M/P)		2011 (今回調査)	
	箇所数	割合	箇所数	割合
し尿と生活排水	10	56%	25	86%
し尿のみ	8	44%	4	14%
計	18	100%	29	100%

出典：JICA 専門家チーム

3) 処理水水質

処理方式別の個別処理施設の処理水質を表 B4-15 に示す。1991年では、各処理方式全てにおいて、COD_{Cr}、BOD 及び SS のいずれも高い値を示しており、特にセプティックタンクの処理水質の悪さが著しい（平均 COD_{Cr}=973mg/L、平均 BOD=686 mg/L、平均 SS=106 mg/L）。長時間曝気処理方式の処理水質は、セプティックタンクに次いで悪い。この原因は、規制がないことに加え、施設負荷の過剰か、施設の維持管理が不十分であったことが考えられる。

2011年では、各処理方式とも COD_{Cr}、BOD 及び SS の平均値は基準値を下回っており、明らかに処理水質の向上が見られる。これは、2005年のジャカルタ特別州知事条例による排水規制の効果が現れているものと考えられる。しかし、アンモニアについては、平均値が基準値を上回っており、基準値を遵守できていない個別処理施設が多い。

表 B4-15 処理水質（平均値、最小値、最大値）（1991年及び2011年）

処理方式		1991 (既存 M/P)			2011 (今回調査：BPLHD 検査結果)				
		COD _{Cr} (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	アンモニア性窒素 (mg/L)	
セプティックタンク	従来型	平均	973	686	106	不明	不明	不明	不明
		最小	419	243	15	不明	不明	不明	不明
		最大	2143	1251	460	不明	不明	不明	不明
	改良型	平均	-	-	-	70	27	15	unknown
		最小	-	-	-	-	-	-	-
		最大	-	-	-	-	-	-	-
個別汚水処理プラント	長時間曝気	平均	527	363	69	48	16	16	14
		最小	96	53	10	15	5	2	0
		最大	1516	1164	180	90	36	60	75
	その他	平均	122	78	40	17	22	10	25
		最小	122	78	40	11	8	5	13
		最大	122	78	40	14	47	19	39
排水基準		-	-	-	80	50	50	10	

出典：JICA 専門家チーム

処理水質が水質基準を満足しない処理場数を水質ごとに表 B4-16 に示す。COD_{Cr} や BOD などの有機物はほとんどの ITP で規制値以下に処理されている。一方、処理水アンモニアが 10mg/L を超える ITP が 10 箇所あり、34% の ITP がアンモニアを規制値以下に除去できていない。

表 B4-16 処理水質が満足しない ITP 箇所数

COD _{Cr}	BOD	SS	アンモニア性窒素
2 (7%)	0	1 (3%)	10 (34%)

出典：JICA 専門家チーム

日本における長時間エアレーション法では、BOD-SS 負荷が 0.05 kg-BOD/kg-SS から 0.10kg-BOD/kg-SS、MLSS 濃度が 3,000mg/L から 4,000mg/L、HRT が 24h で、ASRT が 13 日から 50 日である。「イ」国では、水温は概ね 15℃以上は年間を通して維持されていると考えられるので、良好な管理が行われていれば、ASRT は十分確保、維持が可能である。したがって、処理水 BOD は 10mg/L 以下、アンモニア性窒素は完全に硝化されてもよい条件である。表 B4-16 に示す結果からも良好なところ(最小値)は満足しているが、相当の ITP において処理水 BOD ならびにアンモニア性窒素が高い状況であり、反応タンクの MLSS 管理が十分に行われていないことが推測される。

4) 運転管理の状況

各個別排水処理の運転評価の項目の概要を表 B4-17 に示す。評価は、3 つのカテゴリーとし、処理水水質、プロセス及び機器の維持管理状況、及び運転管理への理解度とした。水質については BPLHD の検査結果を指標とし現地での状況調査、その他は現地調査とヒアリングの中で定性的に判断した。

表 B4-17 ITP の運転評価の項目の概要

No.	項目	内容
1	処理水水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ Data BPLHD の検査データによる規制値の可否 ・ 今回調査の水質状況 (スカム、透視度、活性汚泥のフロック状況など)
2	処理プロセス及び機器の運転管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 活性汚泥の状態 (SV、MLSS、沈降性など) ・ 機械・電気機器の状況
3	運転管理の理解度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 活性汚泥プロセスの理解度 ・ 分析項目の理解度 ・ 水環境問題に対する姿勢

出典：JICA 専門家チーム

個別処理施設の運転管理については、42%の施設は適切に管理が行なわれており、処理水質も問題ない。しかし、残りの 58%の施設では、活性汚泥管理が不十分か、またはブロワ等の主要機器のメンテナンスが不十分などの原因で、処理水質の基準超過が見られ、運転管理に対する取り組みは十分でない判断された。

表 B4-18 運転管理の状況 (2011 年)

処理方式		評 価		備考
		可	不可	
セプティックタンク	従来型	1 (50%)	1 (50%)	汚泥引き抜きがない場合は不可とした。
	改良型	1 (100%)	0 (0%)	
個別汚水処理プラント	長時間曝気	8 (44%)	10 (56%)	
	その他	0 (0%)	3 (100%)	
計		10 (42%)	14 (58%)	

出典：JICA 専門家チーム

処理方式別の個別処理施設の沈殿槽等からの汚泥引き抜き (Desludging) の頻度を表 B4-19 に示す。個別処理施設における汚泥管理 (特に沈殿池等からの汚泥引き抜き) については、70%の施設は年 1 回以上、汚泥輸送車 1 台分程度の汚泥引き抜きを行なっている。残りの 30%には、施設が供用開始から間もないか、施設能力に対する処理量が少なく今まで汚泥引き抜きを行っていないと回答している。一部の ITP では、好気性消化の促進を図るなど汚泥減容化の努力が認められるが、流入水と処理水から算出される物質収支からの適正な判定は下せない状況である。

表 B4-19 処理方式別の汚泥引き抜き (Desludging) の頻度 (2011 年)

処理方式		汚泥引き抜き回数 (回/年)		
		無	1 回	2 回以上
セプティックタンク	従来型	0 0%	1 50%	1 50%
	改良型	0 0%	1 100%	0 0%
個別汚水処理プラント	長時間曝気	5 29%	8 47%	4 24%
	その他	2 67%	1 33%	0 0%
計		7 30%	11 48%	5 20%

出典：JICA 専門家チーム

発生汚泥量に関して、試算例を表 B4-20 に示す。100m³/日の ITP では、4t バキューム車で 2 週間に 1 回の引き抜きが必要である。また、変則的に反応槽で汚泥を貯留した場合、2 ヶ月半に 1 回でよいが、1 回の引き抜き量は 4t バキューム車約 4 台分となる。

この簡単な計算から明らかなように、報告されている Desludging の頻度及び引き抜き汚泥量は想定される汚泥発生量と比較すると極端に少ない。BPLHD の検査が半年に 1 回、それも事業者のサンプリングによるところから判断すると、意図的か否かの判断は別にして、例えば、雨季における多量の雨水流入等により、処理水 SS のキャリーオーバーなどが日常的に継続している可能性が高いものと推定される。調査中にもスコールによる冠水は何度か経験しており、ITP に限らず、セプティックタンクなどへの雨水の大量浸入などの可能性は容易に推定される。

また、発生汚泥量と引き抜き汚泥量の収支、いずれに搬送され処分されているかについても、マニフェストなどの制度がないため根拠となる資料はほとんど確認できず明確な収支が把握できない状況にある。また、いくつかのヒアリング回答者は、引き抜き汚泥が河川や雨水排水溝に流されている事実があることを明言した。

表 B4-20 発生汚泥量の試算例

項目	内容	備考
条件	流入 SS 160mg/L、処理水 SS 50mg/L 処理方式 長時間曝気 滞留時間 24h MLSS 濃度 5,000mg/L 除去 SS 当たりの汚泥発生率 75% 処理水量 100m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入水 SS は PD PAL JAYA 2010 年排水された事業所下水の平均値 ・ 除去 SS 当たりの汚泥発生率は日本の設計指針による。
計算	発生汚泥量 (kg/日) 発生汚泥量 $= (\text{流入水 SS} - \text{流出水 SS}) \text{ mg/L} \times \text{Qm}^3/\text{日} \times 75\%$ $= (160 - 50) \text{ kg/L} \times 100\text{L}/\text{日} \times 75\% \times 10^{-6} \times 10^3 = 8.25\text{kg}/\text{日}$	
発生汚泥量	汚泥濃度を 1% とすると、発生汚泥量は、 $8.25\text{kg}/\text{日} \div 0.01 = 825\text{L}/\text{日} = 0.825\text{m}^3/\text{日}$ 汚泥濃度を 2% とすると、発生汚泥量は $8.25\text{kg}/\text{日} \div 0.02 = 412.5\text{L}/\text{日} = 0.413\text{m}^3/\text{日}$ 汚泥濃度を 3% とすると、発生汚泥量は $8.25\text{kg}/\text{日} \div 0.03 = 275\text{L}/\text{日} = 0.275\text{m}^3/\text{日}$	
引き抜き頻度	1) 定常的引き抜き 引き抜き汚泥濃度を 3% とし、4t バキューム車で引き抜くとすると、 $4\text{m}^3 \div 0.275 \text{ m}^3/\text{日} = 14.5 \text{ 日}$ 2) 反応槽で貯留を想定した場合 曝気槽の MLSS 初期値を 1,000mg/L とし、MLSS を 5,000mg/L まで反応タンクで貯留すると、 $(5,000 - 1,000) \times 10^{-3} \times 100\text{m}^3 \div 8.25 = 48.5 \text{ 日}$ 引き抜き汚泥濃度を 3% とし、4t バキューム車で引き抜くとすると、 $(5,000 - 1,000) \text{ t/m}^3 \times 10^{-9} \times 10^3 \times 100\text{m}^3 \div 0.03 \div 4 \text{ t/台} = 3.3 \text{ 台} = 4 \text{ 台}$	

出典：JICA 専門家チーム

5) 再利用のための高度処理システム

業種別の汚水再利用施設を設置、または設置を計画している施設数を表 B4-21 に示す。サンプリング調査の対象の 29 施設のうち、5 施設 (17%) は個別処理施設に加えて汚水再利用施設を有している。現在計画中及び検討中を含めると 34% である。これらは、いずれも水道使用量及び汚水処理量が多い大規模のショッピングモール、ホテル及びオフィスであり、汚水再生水は主にビルのクーリングタワーやガーデン用水等に利用されている。飲料用水に利用している施設はない。

現在汚水再利用施設を有する 5 施設において、全水使用量に対する汚水再生水使用量及び使用率は、それぞれ 48 m³/日から 310m³/日、10% から 44% である。また、再利用のための高度処理施設には、砂ろ過及び活性炭処理、あるいは、限外ろ過膜が用いられている。

表 B4-21 汚水再利用施設を設置,または設置を計画している施設数 (2011 年)

事業所分類	運転中	計画中	検討中	不要	現在 不使用	計
ショッピング モール	2 (1990,2007)	0	1	2	2	7
ホテル	2 (1997,2006)	1	0	5	0	8
オフィス	1 (不明)	2	1	4	0	8
工場	0	0	0	2	0	2
レストラン	0	0	0	1	0	1
病院	0	0	0	2	0	2
学校	0	0	0	1	0	1
合 計	5 17%	3 10%	2 7%	17 59%	2 7%	29 100%

出典：JICA 専門家チーム

表 B4-22 にホテル事業所 8 箇所の規模別の状況を示す。大規模ホテルの 4 箇所のうち 3 箇所が汚水再利用施設を導入、あるいは計画中である。そのひとつは、リサイクル率が約 40%である。一方、大規模ホテルの一箇所は、1997 年に下水道に接続しており、再利用は不要であるとの回答であった。これらの結果から判断すると、大規模ホテルにおいては相当数で再利用を実施あるいは計画していることが推定される。

表 B4-22 再利用に対するホテル事業者の取り組み傾向

分類	運転中	計画中	検討中	不要
計	2	1	0	5
個別処理施設の 処理量 (m ³ /日)	925 (1997 installed)	600		40
	1500 (2006 Installed)			40
				80
				80
				1200 (1997 下水道に接続)

出典：JICA 専門家チーム

このように、大規模の商業施設においては、汚水を再利用することによって、水源のひとつとして利用しようとする意識がある。その背景には以下の理由がある。

- ・ 水の供給コストが高い。
 - 水道料金が高い（地域及び使用量により異なるが、概ね IDR 125,00/m³）。
 - 地下水利用税が高い（地域及び汲み上げ量により異なり、IDR 6,500/m³ から 85,000/m³）。
- ・ 地下水の取水制限。
- ・ 水の供給量及び水質が不安定である。
 - 水道の供給量が不安定でなる（特に乾季）。

地域によっては、地下水の鉄分や塩分濃度が高く、利用に供しない。

一方、過去には汚水再利用水施設を使用していたが、現在は使用していない施設がショッピング

グモールで2箇所あった。これらの施設が、污水再利用水施設を使用しなくなった理由は、いずれも目標の污水再利用率及び污水再利用水量が得られなかったためである。これらは、污水の再利用が必ずしも成功していない事例である。この主な原因は、ITP の処理水が、排水規制値として BOD50mg/L、SS50mg/L であるため、高度処理施設にかかる負荷が高く逆洗頻度の増加など運転操作ならびにコストが増加するとともに、回収率が思ったほど上がらなかったことが考えられる。再利用が成功している事業所は、ITP の運転を工夫したり、さらに生物処理を付加したりするなど、ITP 処理水水質を排水規制値と比較しても大幅に低減することにより、高度処理施設の運転を容易にする工夫をしている。

6) 下水道への接続の意思

業種別の下水道への接続意思数を表 B4-23 に示す。下水道への接続意思表示があった施設は、全体の 28%であった。既存の個別処理施設の管理費等と比較して下水道へ接続するほうが安ければ接続するという意見は 21%であった。明確に下水道へ接続しないという施設は2箇所(7%)あり、これらはいずれも大規模のホテルである。その理由は、すでに污水再利用施設を有しており、水道及び地下水の利用量を減らすことで全体のコスト削減に成功しているためである。彼らにとっては、污水は水資源のひとつであり、再利用せずに全てを下水道に流すことは、使用水量の確保（特に乾期）ならびに水道及び地下水使用量の低減から、経済的な選択肢とはならないことは明らかである。また、デンパサール下水事業の教訓として、工事が大幅に遅延したことにより、大口需要家である大規模ホテルが下水接続を待ちきれず、接続を見送るケースがあったことも考慮すべきである。

無回答の 28%は、回答者がその責任者でない場合であり、これらは経済性によると判断しても良いと考えられる。したがって、概ね半分の事業者が下水道接続の判定として、経済性を判断指標とすると考えている。

これらを踏まえると、下水道の計画について以下の2点の課題が導かれる。

- 下水道料金は、ITP コストよりも安くする必要がある。
- 下水道区域の拡大に際し、再利用システムを有する事業者の取り扱いを考慮する。
- 大規模ホテルが接続せず、想定していた污水処理能力に比べて処理量が小さくなるリスクがある。

表 B4-23 下水道への接続意思 (2011 年)

事業所分類	接続可	コストによる	回答無	接続済	接続不可	計
ショッピングモール	1	4	2	0	0	7
ホテル	1	1	3	1	2	8
オフィス	1	1	2	4	0	8
工場	2	0	0	0	0	2
レストラン	0	0	1	0	0	1
病院	2	0	0	0	0	2
学校	1	0	0	0	0	1
合計	8 28%	6 21%	8 28%	5 17%	2 7%	29 100%

注) 比率の合計は四捨五入のため 100%にならない。

出典：JICA 専門家チーム

7) 浄化槽 (Jyoukasou) の処理水質

日本においては、個別処理施設 (ITP) は「浄化槽 (Jyoukasou)」の名称で建築基準法及び浄化槽法によってその性能構造及び管理方法が定められている。「イ」国においても、日本系のメーカーが民間向けの ITP として浄化槽を製造・納入している。

そこで、日本系のメーカーが納入した浄化槽の水質処理能力を確認するために、今回サンプリング調査を実施した 29 事業者の他に、日本における浄化槽の代表的な処理方式である「嫌気濾床接触曝気方式」及び「嫌気濾床生物濾過方式」の ITP を持つ 3 事業者について、処理水質分析結果を確認した。なお、処理水質分析結果は、BPLHD による水質分析結果に基づいた。

表 B4-24 に、嫌気処理及び接触曝気方式の ITP の処理水質分析結果を示す。また、比較のために、サンプリング調査を実施した 29 事業者の処理水質分析結果を併記した。なお調査結果の詳細は、S/R Part-B : B4 に添付する。

3 箇所の浄化槽の水質分析結果は、COD_{Cr}、BOD、SS 及びアンモニア性窒素のいずれも排水基準を満足しており、基準値の 1/2 以下であった。また、改良型セプティックタンク及び長時間曝気方式の ITP と比較しても、いずれの項目も数値が低い結果であった。

また、汚泥引き抜きについても、O&M を専門業者に委託している場合には、年に 1~2 回の定期的な汚泥引き抜きを行っていた。

これらのことから、「イ」国においても、浄化槽のシステムは良好に稼働しており、他の処理方式より同等以上の水処理能力があると考えられる。ただし、それには適切な O&M と定期的な汚泥引き抜きを行うことが前提であることは言うまでもない。

表 B4-24 浄化槽及び他の処理方式における処理水質の比較 (平均値、最小値、最大値)

処理方式			放流水水質分析結果 (BPLHD 検査結果)			
			COD _{Cr} (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	アンモニア性窒素 (mg/L)
浄化槽 (Jyoukasou)	嫌気処理及び接触曝気方式	平均	24	11	14	3
		最小	6	5	8	3
		最大	40	17	24	4
セプティックタンク	改良型	平均	70	27	15	不明
		最小	-	-	-	-
		最大	-	-	-	-
個別汚水処理プラント	長時間曝気	平均	48	16	16	14
		最小	15	5	2	0
		最大	90	36	60	75
	その他	平均	17	22	10	25
		最小	11	8	5	13
		最大	14	47	19	39
排水基準			80	50	50	10

出典：JICA 専門家チーム

8) まとめ

a) 処理方式

90%以上の事業所が ITP を所有あるいは下水道に接続している。

b) 対象污水

ITP の対象污水は、し尿のみならず生活污水である。

c) 処理水水質

有機物質（BOD 及び SS など）については、ITP で規制値以下に処理されている。概ね 30% の ITP がアンモニアを規制値以下に処理できていない。

d) 運転管理の状況

概ね 60% の ITP は何らかの改善が必要である。実績の汚泥発生量は試算結果に比べ極端に少なく、また、引き抜き汚泥の処理処分について、収支を明確にする資料がない。

e) 再利用システム

30% の ITP が、水道料金の高さ及び水量・水質の不安定を理由に、再利用システムを導入あるいは計画している

f) 下水道への接続意思

下水道区域になった場合、28%は接続する意思がある。下水道区域になった場合、約半分は経済性を接続の判定基準と考えている。

g) 浄化槽の処理水質

「イ」国において、日本系のメーカーが民間向けの ITP として製造・納入している浄化槽の処理水質は、改良型セプティックタンクや長時間曝気方式の ITP と比較して良好な状態であり、十分な処理能力を有しているといえる。

B4.3 コミュニティ用個別下水処理施設

「イ」国では、複数の家庭が排出する污水を集めて共同して処理する施設としては SANIMAS タイプの施設が一般的であるが、ジャカルタでは、コミュニティ共同住宅から排出される生活排水を個別污水処理施設で処理し、その維持管理業務を PD PAL JAYA が受託している事例がある。同事例について調査した結果をもとに課題をまとめると次のとおりである。

B4.3.1 共同住宅の概要

国家住宅委員会の資金によって 1991 年に建設された低所得者向けの中層住宅棟。鉄筋コンクリート造、4 階、16 棟から構成され、室数 3,072 室、入居率 75%、平均家族数 4 名である。汚水量の設計原単位は 40～50L/人・日であり、汚水量は平均 461m³/日である。

(1) 汚水処理施設

1) 施設概要

- ◆ 計画処理能力：200m³/日×3 系列
- ◆ 処理方式：活性汚泥法
- ◆ 設計水質：流入水 BOD 160m³/日、処理水 20mg/L (基準値 BOD 50mg/L、NH₄-N 10mg/L)
- ◆ 放流先：側溝
- ◆ 汚泥処理：4 ヶ月毎に各系列の汚泥貯留槽から 2 箇所の汚泥ピットに引き抜き、年 1 回場外に搬出処分

2) 運転・維持管理

- ◆ 運転・維持管理は、PD PAL JAYA の職員 3 名が担当し、うち 2 名は常駐管理としている。
- ◆ 水質検査は、1 回/2 週、PD PAL で実施している。水質チェック項目は、pH、COD、BOD、NH₄-N、洗剤としている。
- ◆ 分解促進剤として生物資材 (1 瓶) を毎日添加しており、1 瓶のコストは IDR 50,000～60,000 である。
- ◆ 国家住宅委員会から PD PAL JAYA の収益は、国家住宅委員会から年間 IDR 15,000,000 支払われる。

3) 課題

(a) 処理機能

実際の汚水量原単位は、120L/人・日前後と推定され、設計値の 40-50L/人・日は極端に少なく、ピーク時等には安定した処理機能が発揮されていない可能性がある。そのため、過負荷対策として分解促進剤を展開しているものと推測される。住宅排水処理を設計する場合、汚水量、水質、流量変動パターンなどの基礎データの設定が重要である。そのためには、現構造基準の見直しや設計マニュアルなどの整備が必要である。

なお、放流水質基準の 50mg/L を確保できる処理方式は、従来型の嫌気性処理方式 (SANIMAS 方式等) では機能的に限界があり、今後は調査例のような好気性処理方式が主流になると推測される。

(b) 構造

パッケージ式の汚水処理装置の構造は、大きく分けて、現場据付式、現場組立式の二つがある。このうち、現場据付式は、工場で製造したプラスチック製汚水処理装置をトラックに積んで現場に運び、据付工事を行うもので、工期短縮のメリットがある反面、処理規模に限界があること、大量生産が可能な市場が存在する必要があるなど制約もある。一方、現場組み立て式は、主に鋼板製のユニット化した汚水処理装置を現場で組み立てる例が一般的である。今後は、調査例のように好気性処理方式が主流となり、パッケージ式の汚水処理装置が増加すると推測されるが、構造を基準化するなど安定した性能が確保できるような制度を構築する必要がある。

(c) 維持管理

設計・構造と同様に汚水処理装置の性能確保の観点から維持管理基準、維持管理マニュアル等を整備する必要がある。また、汚水処理装置の維持管理業務について、優良な民間業者が自由に市場参入できるような制度の構築も望まれる。

(d) 装置の適用

パッケージ式汚水処理装置の普及に当たっては、当面、下水道整備が見込まれない新規住宅開発地区を主体に小規模集約処理化を義務づけるなど行政面での施策強化が望まれる。

B4.4 維持管理 (O&M) の現況と課題

B4.4.1 オフサイト処理システムの O&M

(1) 下水道サービス

1) サービス区域

PD PAL JAYA が事業を行なっている下水道サービス区域は、DKI JAKARTA の全 42 区 261 町のうち、Tebet 区及び Setiabudi 区の一部である。サービス区域は 9 つの町 (Kelurahan) をカバーしており、その面積は 854ha で、東 Setiabudi 処理場によるサービス区域が約 487ha、西 Setiabudi 処理場によるサービス区域が約 367ha である。サービス区域の面積は、DKI JAKARTA 全域の 1.3% である。表 B4-25 に下水道サービス区域の一覧を示す。

表 B4-25 PD PAL JAYA の下水道サービス区域

池	No	処理分区	面積 (ha)	
東 Setiabudi 池	1	Manggarai Selatan	232	387
	2	Bukit Duri	155	
西 Setiabudi 池	3	Four Season Regent	337	745
	4	Setiabudi Tengah	313	
	5	Setiabudi Barat	95	
下水道サービス区域面積 (合計)			1,132	
			1.7%	
ジャカルタ特別州 全体面積			65,575	

出典：JICA 専門家チーム

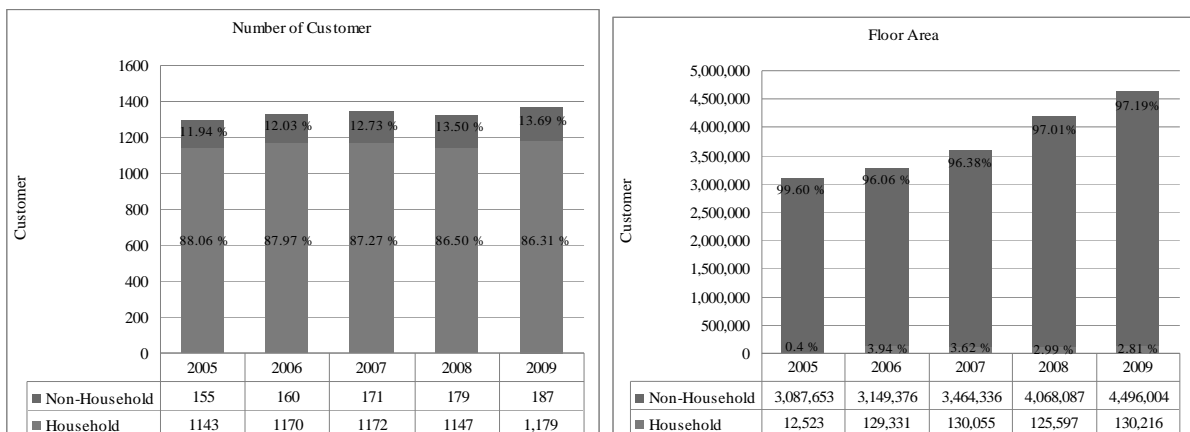
2) カテゴリー別顧客数

PD PAL JAYA の総顧客数は、2009 年現在で 1,366 件である。そのうち 86% (1,179 件) は一般家庭が占めており、大規模商業施設の顧客は 11% (143 件) である。一方、下水道料金は建築床面積単位で設定されており、建築床面積の割合では、91%は大規模商業施設であり、一般家庭はわずかに 3%にとどまっている。なお、2008 年の顧客数が 2007 年より減少している理由は、2007 年に顧客リストの電子化に伴い顧客数の確認調査をした結果、住人不在の廃屋等があり、契約数が若干減少したためである。各カテゴリー別の顧客数及び建築床面積を、表 B4-26 及び図 B4-14 に示す。S/R Part-B : B4 に顧客数及び建築床面積の詳細を添付する。

表 B4-26 PD PAL JAYA の顧客数及び建築床面積 (2009 年)

顧客種別	顧客数		建築床面積	
	顧客数 (件)	比率 (%)	面積 (m ²)	比率 (%)
一般家庭	1,179	86.3%	130,216	2.8%
小規模商業施設	12	0.9%	62,328	1.3%
大規模商業施設	143	10.5%	4,201,569	90.8%
公共施設	31	2.3%	231,707	5.0%
工場施設	1	0.1%	400	0.0%
合計	1,366	100.0%	4,626,220	100.0%

出典：Annual Report PD PAL JAYA, 2009



出典：Annual Report PD PAL JAYA, 2005 - 2009

図 B4-14 PD PAL JAYA の顧客数及び建築床面積

(2) 下水道料金

1) 料金システム

PD PAL JAYA が事業を履行するために必要な収入の大部分を占める下水道料金の設定権限は、地方政府が有しており、その下水道料金体系は、DKI Jakarta 知事令 No.1470-2006 に定められている。

下水道料金構成は、接続申し込み時に 1 回のみ支払う接続料 (Connection fee) 及び建築床面積当たりの毎月支払う従量料金 (Specific fee) である。また、大規模商業施設については、汚水処理施設の有無によって接続料が異なり、汚水処理施設がない場合には接続料が高く設定されている。

下水道料金の設定は、家庭用は契約電力の大きさ応じて A~D の 4 区分、事業用は小規模商業用 (7 区分)、大規模商業用 (10 区分)、公共施設 (9 区分)、工場 (3 区分)、合計 33 区分に分類され、それぞれで接続料及び従量料金が設定されている。

家庭用 A タイプ (契約電力量 900W) の従量料金が最も安く、90 IDR /m²/月である。また、5 スターホテルや大規模な工場等の従量料金が最も高く、720 IDR /m²/月であり、家庭用 A タイプの 8 倍の料金である。表 B4-27 及び表 B4-28 に、下水道料金表を示す。

表 B4-27 下水道料金（従量料金及び接続料）（m²・月当たり）

No.	顧客カテゴリー	従量料金	接続料	
		IDR/m ²	単位	IDR
I	一般家庭			
1	一般家庭タイプ A（電力~900W）	90	軒	10,000
2	一般家庭タイプ B（電力~1300W）	113	軒	10,000
3	一般家庭タイプ C（電力~2200W）	135	軒	10,000
4	一般家庭タイプ D（電力 2200W）	158	軒	110,000
II	小規模商業施設			
1	店	135	m ² 当り	1,000
2	オフィス（3階建て以下）	135	m ² 当り	1,000
3	サロン	158	m ² 当り	1,000
4	ケータリング	180	m ² 当り	1,400
5	小規模レストラン/レストラン	225	m ² 当り	1,500
6	イン	225	m ² 当り	1,500
7	その他小規模商業施設	225	m ² 当り	1,500
III	大規模商業施設			
1	高層ビル内オフィス	450	m ² 当り	1,750
2	レストラン、フィットネスを含む高層ビル	495	m ² 当り	1,925
3	ショッピングセンター/モール/スーパーマーケット/ショールーム	495	m ² 当り	1,925
4	I, II, III 星ホテル	495	m ² 当り	1,925
5	アパート/コンドミニアム	675	m ² 当り	2,625
6	IV 星ホテル	675	m ² 当り	2,625
7	娯楽場/大規模レストラン /カフェ	720	m ² 当り	2,800
8	個人病院	720	m ² 当り	2,800
9	V 星レストラン	720	m ² 当り	2,800
10	その他大規模商業施設	720	m ² 当り	2,800
IV	公共施設			
1	礼拝所	50	m ² 当り	550
2	学校	135	m ² 当り	850
3	健康センター	180	m ² 当り	1,100
4	行政機関	180	m ² 当り	1,100
5	その他公共施設/機関	180	m ² 当り	1,100
6	宿舍併設学校	180	m ² 当り	1,100
7	スイミングプール	225	m ² 当り	1,100
8	個人病院	270	m ² 当り	1,500
9	クリニック/ メディカルクリニック	270	m ² 当り	1,500
V	工業施設			
1	小規模工業施設	475	m ² 当り	1,000
2	中規模工業施設	675	m ² 当り	4,200
3	大規模工業施設	720	m ² 当り	4,300

出典：DKI Jakarta 知事令 No.1470-2006

表 B4-28 汚水処理施設を持っていない大規模商業施設に対する下水道接続料（m²・ヶ所当たり）

No	顧客カテゴリー	基準	接続料
III	大規模商業施設		
1	高層ビル内オフィス	床面積 m ² 当り	3,500
2	レストラン、フィットネスを含む高層ビル	床面積 m ² 当り	3,850
3	ショッピングセンター/モール/スーパーマーケット/ショールーム	床面積 m ² 当り	3,850
4	I, II, III 星ホテル	床面積 m ² 当り	3,850
5	アパート/コンドミニアム	床面積 m ² 当り	5,250
6	IV 星ホテル	床面積 m ² 当り	5,250
7	娯楽場/大規模レストラン /カフェ	床面積 m ² 当り	5,600
8	個人病院	床面積 m ² 当り	5,600
9	V 星レストラン	床面積 m ² 当り	5,600
10	その他大規模商業施設	床面積 m ² 当り	5,600

出典：DKI Jakarta 知事令 No.1470-2006

2) 下水道料金の徴収

(a) 下水道料金の徴収方法

a) 家庭からの徴収方法

家庭からの徴収方法には、以下の3つの徴収方法がある。

- ① 個別訪問による集金：PD PAL JAYA の職員 2 人が 1 ヶ月毎に各家庭を訪問し集金する。
- ② 窓口による支払い：住民が直接 PD PAL JAYA の窓口で支払う。
- ③ コミュニティ代表者による集金・支払い：地域のコミュニティ単位で代表者が集金し、まとめて PD PAL JAYA に支払う。

上記の3つの徴収方法の金額の割合は、概ね①70%、②10%、③20%である。

なお、コミュニティ代表者による集金・支払いをするためには、特別州知事の承認が必要である。

b) 事業者からの徴収方法

事業者からの徴収方法は、基本的には銀行口座振込みである。

c) 料金が支払われない場合の措置

料金が支払われない場合は、以下の4段階の措置をとる。

- ① Step1：職員による再訪問
- ② Step2：インフォメーションレター（催促状）の発送
- ③ Step3：下水道への接続を停止する（接続管を塞ぐ）
- ④ Step4：Step3 の措置後 1 ヶ月以内に料金納付がない場合には、知事名で勧告する。

(b) 下水道料金徴収率

a) 顧客全体からの下水道料金徴収率

2010年における顧客全体の下水道料金徴収率は、料金ベースで99%である。徴収率が極めて高い理由は、料金収入のほとんどが事業者からの支払いであり、それらは基本的に銀行振り込みであるためである。

表 B4-29 顧客全体からの徴収率（2010年実績）

項目	徴収額・率
料金徴収実績 (IDR)	32,063,081,413
料金徴収見込み (IDR)	32,472,427,891
下水道料金徴収率 (%)	99%

出典：PD PAL JAYA

b) 家庭からの下水道料金徴収率

2011年3月における家庭からの下水道料金徴収率の実績は、顧客数ベースでは63%である。

PD PAL JAYA の2人の職員が1ヶ月にそれぞれ350件から450件程度を分担して訪問による料金徴収を行っているが、徴収率は低い。一方、1箇所のみコミュニティ代表者による集金を行っている地区があり、その手法による徴収率は75%と最も高い。家庭からの料金徴収においては、コミュニティ代表者による一括集金方式は一つの効率的な方法と考えられる。

表 B4-30 家庭からの徴収率（2011年3月実績）

担当者	顧客数		徴収率 (%)
	目標数	実績	
社員 1 (PD PAL JAYA)	446	206	46%
社員 2 (PD PAL JAYA)	343	240	70%
市民 1 (コミュニティの長)	392	295	75%
合計	1,181	741	63%

注) 市民 1 はコミュニティの長（一地域のみ：Kel. Karet Kuningan）

出典：PD PAL JAYA からヒアリング（2011年3月）

c) 顧客クレームの種類

顧客からのクレームの内容は、以下のとおりである。

i) 家庭からのクレーム

- ・下水道管の不具合（管のつまり、オーバーフロー等）がほとんどである。

ii) 事業者からのクレーム

- ・料金の支払に関する行き違い（事業者側が、PD PAL JAYA の指定口座と違う口座に振り込み、PD PAL JAYA 側で支払い確認ができず、事業者に催促状が發送されたことに対する苦情）。

顧客クレームについては、4半期（3ヶ月）毎にレポートとしてまとめており、それらを年に1回のカスタマーサービスレポートとしてまとめている。

(3) 下水道施設の O&M 状況

1) 下水処理場

(a) 運転管理

Setiabudi 処理場（Setiabudi 西池及び東池）の運転管理は、7台の表面曝気機の手動によるオン・オフ運転のみである。運転管理は、PD PAL JAYA の社員4人で行っており、昼間2名、夜間2名の2交代制である。表面曝気機の運転時間は、深夜を主として1日11時間程度である。深夜に運転させる理由としては、昼間に表面曝気機を運転すると近隣のホテル等から臭気の苦情が来るためである。また、放流ポンプの運転及び池の堆積汚泥の浚渫は、DKI Jakarta の DPU が行っており、PD PAL JAYA にその権限はない。表 B4-31 に Setiabudi 処理場の運転管理状況を示す。

表 B4-31 Setiabudi 処理場（西及び東）の運転管理状況

項目		実施状況
運転員		4人（合計） - 昼間 2人 - 夜間 2人
運転管理	表面曝気機	運転時間（手動操作） - 00:00 から 08:00 (8 Hr) - 11:00 から 12:00 (1 Hr) - 15:00 から 17:00 (2 Hr) 合計 11 時間
	放流ポンプ	- 放流ポンプの運転は、公共事業局（Public Works Agency）によって 運転管理されている。 - 池の水位による自動運転制御 - HWL=3.0m で運転停止、LWL=2.5m で運転開始
	汚泥の浚渫	DPU が実施

出典：PD PAL JAYA

(b) メンテナンス

設備のメンテナンスの対象は、主に表面曝気機のみである。表面曝気機の修繕は、PD PAL JAYA の運転管理（O&M）部が自ら行っており、定期的なオイル交換、オーバーホール及び塗装を行っている。

(c) 水質管理

Setiabudi 処理場の水質管理は、週に1回、Setiabudi 池の7ヶ所からサンプリングを行い、自身のラボラトリーで分析を行なっている。サンプリングポイントは、Setiabudi 西池は流入2箇所、流出1箇所、Setiabudi 東池は流入3箇所、流出1箇所である。

分析項目及び水質基準は、表 B4-32 のとおりである。また、ラボラトリーに備えている水質分析機器の一覧を表 B4-33 に示す。

表 B4-32 PD PAL JAYA による Setiabudi 処理場の水質分析項目及び水質基準

項目	単位	水質基準		水質分析方法
		流入 *1	放流 *2	
pH	-	5 - 9	6 - 9	
BOD (20°C, 5 日間)	mg/L	400	50	検圧法
COD _{Cr}	mg/L	600	80	滴定法
NH ₄ -N	mg/L	65	10	吸光度法
界面活性剤	mg/L	30	2	吸光度法
SS	mg/L	850	50	
KMnO ₄ 消費量	mg/L	550	85	滴定法
油脂	mg/L	20	10	

注) 1. DKI Jakarta 知事令 No.1040-1997
2. DKI Jakarta 知事令 No.122-2005

出典：PD PAL JAYA

表 B4-33 PD PAL JAYA のラボラトリーに備える水質分析機器

No.	分析機器名	台数	適用分析項目
1	UV / VIS 装置	1 台	アンモニア, 界面活性剤等
2	分光光度計	1 台	アンモニア, 界面活性剤等
3	油分分析計	1 台	油脂
4	COD _{Cr} 反応装置	1 台	COD _{Cr}
5	BOD 測定装置	3 台	BOD
6	SS 測定機器類	1 セット	SS
7	pH 計	2 台	pH

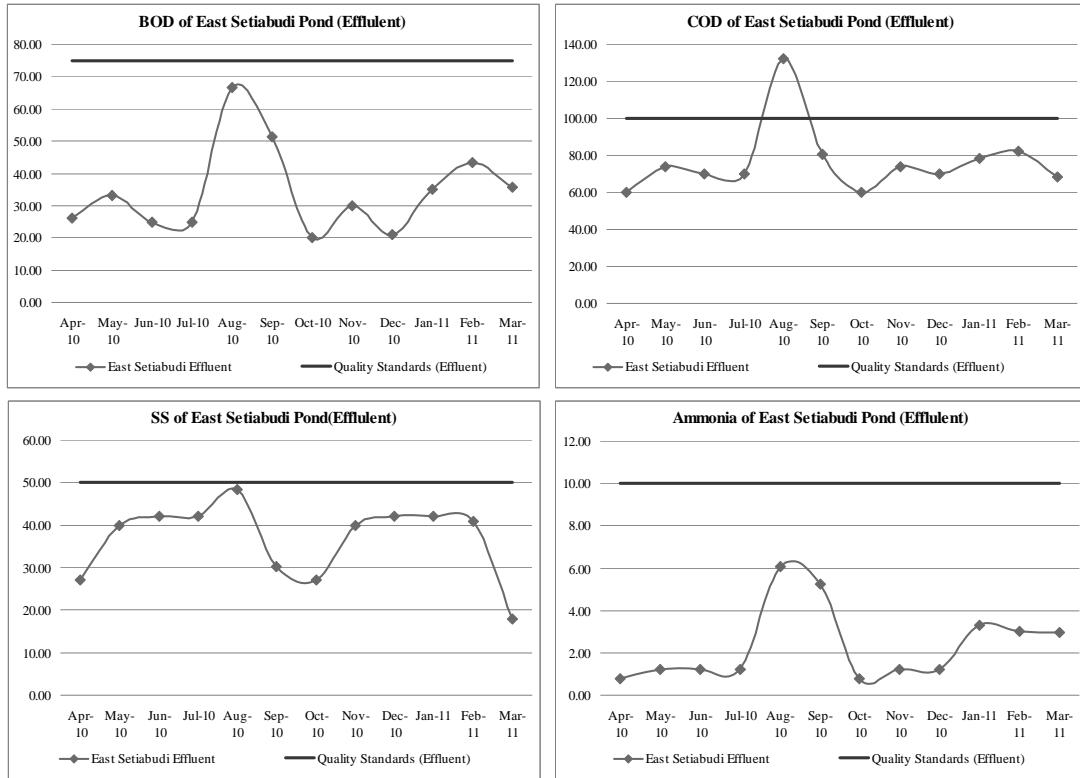
出典：PD PAL JAYA

図 B4-15 及び図 B4-16 に Setiabudi 池の水質分析結果を示す。Setiabudi 東池及び西池とも、BOD、COD_{Cr}、SS 及びアンモニアが 8 月に急激に高くなっており、東池の COD_{Cr} 及び西池の COD_{Cr} 及びアンモニアは基準値を超過している。これは、8 月が乾季の中間であり降雨量が少なく、池内の水質が悪化していることを示している。放流ポンプの運転及び池の汚泥の浚渫は公共事業局 (Public Works Agency) が行っており、PD PAL JAYA にはそれをコントロールする権限がない。そのため、PD PAL JAYA は放流量のコントロールや汚泥の浚渫時期の決定など、池の水質を改善させるための手段を実行できない状況にある。添付資料-第 6 章に Setiabudi 池の水質分析結果の詳細を添付する。

(d) 水量管理

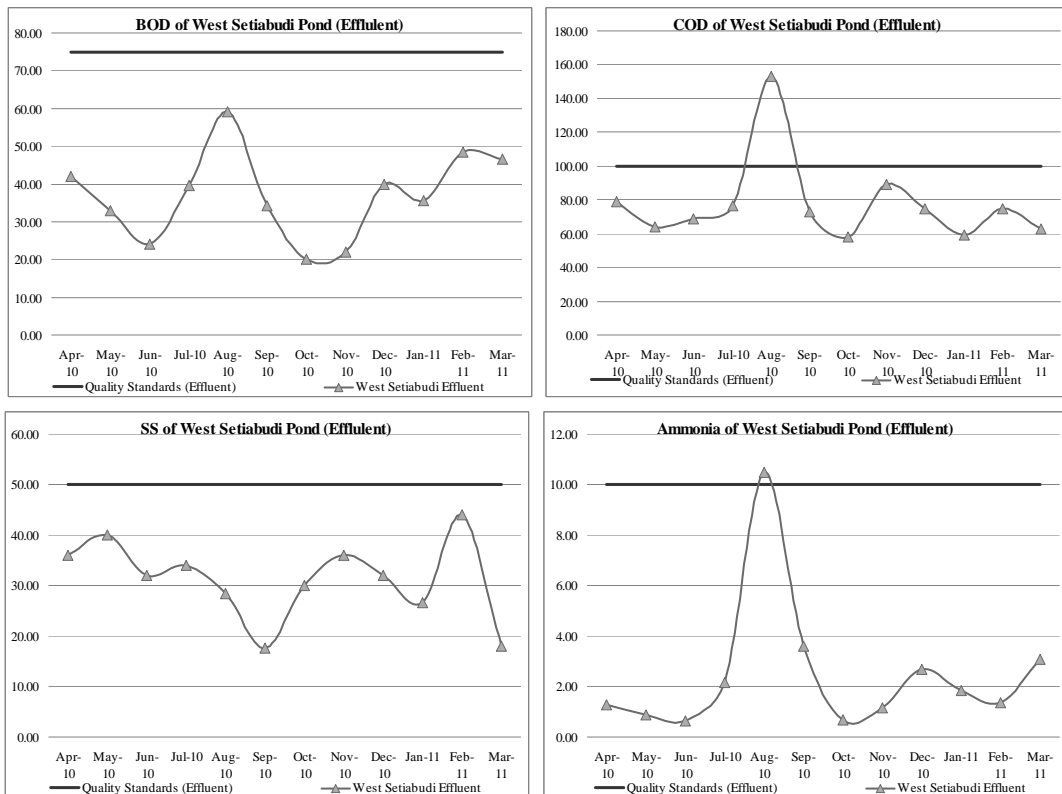
Setiabudi 池 (西及び東) へは、5 本の下水道管と 8 本の雨水管が流入しているが、いずれも流入量は把握されていない。流出量については、放流ポンプの運転時間からの推定は可能であるが、放流ポンプの運転権限は公共事業局 (Public Works Agency) にあり、下水処理の担当である PD PAL JAYA に放流量をコントロールする権限はない。

エアレーティッドドラグーン式の Setiabudi 処理場にとって、流入量及び流出量を把握し、滞留時間を認識しておくことは重要である、しかし、流量計測の手段がないことと、Setiabudi 処理場が洪水用調整池を兼ねていることから管理権限が一本化されておらず、水量管理は出来ていない。



出典：Water quality Analysis Report, PD PAL JAYA 2010

図 B4-15 Setiabudi 東池の放流水質分析結果



出典：Water quality Analysis Report, PD PAL JAYA 2010

図 B4-16 Setiabudi 西池の放流水質分析結果

2) 下水ポンプ場

表 B4-34 に Kurkut ポンプ場及び Manggarai ポンプ場の運転管理及びメンテナンス状況を示す。Kurukut ポンプ場は、2名のオペレーターにより毎日朝と夕方に各1時間程度、計2時間程度手動運転を行っている。昼間の2時間以外は運転を行っていないため、夜間には近接している河川に下水がオーバーフローしている可能性がある。オートスクリーンを備えているが、設置当時から稼動しておらず、主ポンプも3台中1台が故障で停止しており、特にメンテナンスも行っていない。また、Kurukut ポンプ場は停電時の対応のために自家発電機を備えており、1週間に2回試運転による動作確認を行っている。しかし、これまで停電時においても実際に稼動させたことは一度もない。これは、Kurukut ポンプ場が昼間だけの手動運転であり、オペレーターが常時監視しているわけではないため、ポンプ場の流入状態、停電状態が把握できていないために、停電時に自家発電機を運転させることができていないと考えられる。

Manggarai ポンプ場は、小規模なマンホールポンプであり、マンホール内の水位によって自動運転を行っている。毎日1名の管理員が巡回点検を行い、ポンプ動作状況を電流指示値によって確認しているのみで、巡回点検時にマンホールの水位が低くポンプが稼動していない場合には、動作確認のチェックができていない。また、ポンプの稼働時間は確認しておらず、流量は把握できていない。そのため、ポンプ2台の容量を超える流入があった場合には、近隣の河川に下水がオーバーフローしている。ポンプのメンテナンスは、年に1回のオーバーホールでシーリングやベアリングの交換を行っており、適切にメンテナンスされている。

表 B4-34 Kurukut ポンプ場及び Manggarai ポンプ場の運転管理及びメンテナンス状況

Items		Kurkut ポンプ場	Manggrai ポンプ場
運転員		2人 (合計1) - 事務所待機、ポンプ場：各1人	1人
運転方法		手動運転	水位による自動運転
運転管理	オートスクリーン	稼動実績なし	なし
	ポンプ	運転時間 - 07:00 から 08:00 (1 Hr) - 15:00 から 16:00 (1 Hr) 合計 2時間	運転時間 水位制御による自動運転のため運転時間は把握できていない。
	自家発電機	稼動実績なし	なし
メンテナンス	オートスクリーン	週に1回の清掃	なし
	ポンプ	週に1回の設備点検 - マカニシール、オイル及びグリス確認 - 運転状態の確認	毎日の巡回点検 電流指示値の確認、マンホール内の清掃、運転状態の確認 1年に1回のオーバーホール - シール及びベアリングの交換
	自家発電機	週に2回の試運転による動作確認	なし

出典：PD PAL JAYA

3) 下水管路

下水管路の総延長は約76km、マンホール数は約1,300箇所、接続ますは約3,500箇所ある。これらの管理は、PD PAL JAYA の管路・ポンプ場運転管理課 (O&M for Pipe & Pumping Station Sub-Division) の課員5名が行っている。管路の清掃は、月単位でスケジュールを作成し、1班で週5日の管路清掃作業を行っている。それに加え、顧客からの管路や接続ますの詰まりの苦情がある場合にも詰まりの除去作業を行っている。管路の維持管理のための設備としては、管路洗浄

機を備えたトラック、マンホールからの汚泥を引き抜くためのバキュームトラック及び汚泥を運搬するためのバケットマシーンを備えている。

管路網については、日本国内の下水道台帳に比べると簡易なものを整備し、管理に活用している。維持管理作業では、管路の清掃作業及び詰まり等の突発対応を行っているが、管路の老朽化等の状態監視及びそれらの情報の蓄積は行っていない。管路の布設から 20 年を越えているため、今後、管路の老朽化が進み、老朽化を放置すると道路陥没等の事故に繋がりにかぬない。そのため、日常の管路清掃作業時に管路の状態を点検し、それらの情報をデータベース化することによって、今後、管路修繕及び更新を効率的に行っていくための有用な情報となる。GIS は、図面管理、点検結果の入力及びその可視化に活用する予定である。これらのデータベースは今後管路を拡張していく上でも重要な管理要素である。

B4.4.2 GIS データベースの運用状況

(1) 調査の目的

本プロジェクトでは、キャパシティ・ディベロップメント（以下、CD という）の一環として GIS 関連機器の供与を行い、将来 GIS を活用した下水道整備計画を実施する環境整備を行う。「イ」国内は、地図測量庁（BAKOSURTANAL）が国土空間データ基盤（NSDI）の整備プロジェクトを推進しているものの、未だに安価に空間データを整備提供する民間の事業者が育っていない状況にある。このため CD の対象機関は、GIS の利活用を行うだけでなく、自前で供与されたデータを継続的に修正・追加が行える体制をもつことが望ましいと考えられる。

上記の背景に留意し、現在の GIS データベースの運用状況と将来の下水道整備計画の作成時に利用可能な状態が維持され得る運用環境を、以下の観点から調査した。

- 保有データ（データの状況）
- GIS の活用事例（応用事例）の有無
- 中長期的なデータの維持管理を行う体制

(2) 調査方法

調査は、主に C/P に対する聞き取り及び既存の下水道計画関連資料、GIS システムの収集を通じ行った。対象機関は、下水道整備計画に関連の C/P 機関の中から抽出した。

表 B4-35 調査対象機関

項目	PD PAL JAYA	Spatial Agency	BAPPEDA
Respondent / Position	Mr. Elwin Marphy Au Technical Division Manger	Mr. Izhar Chaidir Head of Division for Urban Spatial Planning	Ms. Vera Revina Sari Head of Division for Infrastructure and Environment
Survey Date	2 nd March 2011	14 th March 2011	31 st March 2011
Respondent / Position	Dr. Ilham Lecturer of University of Indonesia (Support for GIS System in PD PAL JAYA)	Mr. Heri Purwanto Head of Section for Geo-information and Spatial Data Network	
Survey Date	29 th March 2011	21 st March 2011	

出典：JICA 専門家チーム作成

(3) C/P 機関保有データ

各 C/P 機関が保有する主要なデータは、主に CAD ベースで提供されている。現状の GIS 利用者の数が CAD 利用者には比べ極端に少ないことが理由と考えられる。短期的には、新たにデータが追加・更新される度に CAD データの GIS データ化（変換）作業が必要となる。またこれは C/P 機関の GIS データ整備が進まない場合（データ整備が CAD データ中心で進められる場合）、更新にかかる作業負荷が大きく、運用体制維持の困難が増すことが予想される。

- データ活用之际、CAD データの変換作業が発生する
- CAD データ中心のデータ整備体勢では、GIS データの運用体制の維持が困難

表 B4-36 C/P 機関保有データ

No.	DKI Jakarta 部局	テーマ	データフォーマット	備考
1	都市空間計画局	1/1000 Base map	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
2	都市空間計画局	1/5000 Base map	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
3	都市空間計画局	Land use 1990	GIS Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
4	都市空間計画局	Land use 1996	GIS Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
5	都市空間計画局	Land use 2003	GIS Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
6	都市空間計画局	Land use 2007	Raster Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
6	都市空間計画局	Topography	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
7	都市空間計画局	Road Network	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
8	都市空間計画局	Water line Network	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
9	都市空間計画局	GAS line Network	CAD Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
10	BAPPEDA	Land use 2030	Raster Data	DKI Jakarta (600km ² +) の範囲
11	PD PAL JAYA	Minor River	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
12	PD PAL JAYA	River	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
13	PD PAL JAYA	Channel	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
14	PD PAL JAYA	Railway	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
15	PD PAL JAYA	Customer	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
16	PD PAL JAYA	Non-Customer	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
17	PD PAL JAYA	Name of Road	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
18	PD PAL JAYA	Main Hole	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
19	PD PAL JAYA	Pipe Network	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
20	PD PAL JAYA	Road	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
21	PD PAL JAYA	Ic Survey	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
22	PD PAL JAYA	Ic Pipe	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
23	PD PAL JAYA	Ic Corridor	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
24	PD PAL JAYA	Ic Not Yet Surveyed	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
25	PD PAL JAYA	Ic	GIS Data	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲
26	住宅局	Slum Area	CAD covers	下水サービス地域 (11.4km ²) の範囲

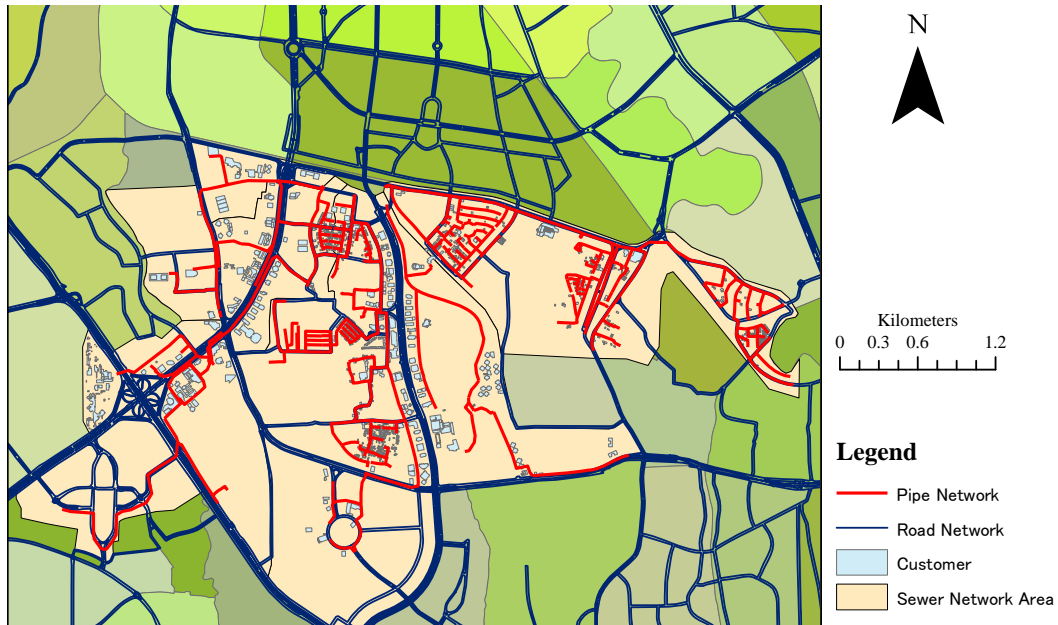
出典：JICA 専門家チーム作成

現状、保有する GIS ソフトを主に使ってデータ管理を行っていた C/P 機関は、PD PAL JAYA のみである。残りの機関は、データ作成工程を外注している。BAPPEDA 以外は、専任のオペレーターを配置しデータの維持管理作業を行っている。

PD PAL JAYA が保有する GIS データは、下水サービスエリア (11.3km²) を中心とした地域で、以下の用途に活用されている。

- 顧客情報の管理（料金シミュレーション）

➤ 管路ネットワーク及び下水関連施設のデータ管理



出典：PD PAL JAYA

図 B4-17 下水道データベース集録エリア

表 B4-37 データベースと記録数

No	Table	In Indonesian Language	Record	Coordinate System
1	Minor River	(sungai_kecil)	6229	TM3 Zone 48.2
2	River	(sungai)	249	TM3 Zone 48.2
3	Channel	(saluran)	5	TM3 Zone 48.2
4	Railway	(rel_ka)	2640	TM3 Zone 48.2
5	Customer	(pelanggan)	1446	TM3 Zone 48.2
6	Non-Customer	(non_pelanggan)	69823	TM3 Zone 48.2
7	Name of Road	(nama_jalan)	80688	TM3 Zone 48.2
8	Main Hole	(main_hole)	1055	TM3 Zone 48.2
9	Pipe Network	(jarigan_pipa)	314	TM3 Zone 48.2
10	Road	(jalan)	10862	TM3 Zone 48.2
11	Ic Survey	(ic_survey)	2401	TM3 Zone 48.2
12	Ic Pipe	(ic_pipa)	2159	TM3 Zone 48.2

出典：PD PAL JAYA

PD PAL JAYA の GIS 運用環境は、ArcView3.3 (2002 年 5 月よりベンダ、サポート外) である。データの不整合から来るとされる不具合で、データ更新は 2008 年より停止中である。管理作業は CAD で代替する。

(4) 調査結果及びまとめ

調査では、下水道整備計画を実施する環境整備を行うため、GIS 運用環境の供与先の適性について調査を行った。調査の結果、以下の要因から PD PAL JAYA が供与先として最適であると考えられる。

- GIS の運用環境があり、データの維持管理を行う必然性がある
- データの維持管理を実施する要員が既に居り、レクチャーによる技術供与が可能

表 B4-38 調査結果まとめ

項目	PD PAL JAYA	DKI Jakarta 都市空間計画局	BAPPEDA
Full-time operator	Exist	Exist	-
Data Maintenance	In-house	Out source	Out source
Major Platform	GIS (CAD)	CAD	CAD
Data Asset	- Sewer network database - Customer database	- Base map 1/1,000 - Base map 1/5,000 - Current land use	- Future land use
Remark	GIS 化された運用環境があるが、データ不具合から 2008 より運用が停止状態。CAD データによる代替運用を行っている。	CAD を主環境に使っている。ハードコピーを含めた基盤図の提供に活動の重点がある。	機密情報を抱え、データ取得に困難を伴う。
Recommendation	供与対象の第一候補 供与機材を用いてデータの維持管理を行う事で直接的な便益を得る。 作業員の確保、応用事例を作りやすい。	保有データは、PD PAL JAYA の基盤図に利用されており、配布データが GIS 化されると GIS 利用者への裨益効果は高い。 しかし、所掌範囲が広く本来業務の範囲を超えて下水関連の GIS データを維持管理することは困難であると考えられる。	計画検討結果を有効活用し得る立場にあるが、開発や維持管理を行う人的リソースがない。 機密情報と一体的な運用をされた場合、データの共有が困難になる。

出典：JICA 専門家チーム作成

ただし、PD PAL JAYA を取り巻く環境の人的資源・データ整備の不足は否めず、現状で GIS を用いた下水道整備計画を実施できる環境の維持・整備を PD PAL JAYA 単体で行うことは次に挙げる理由から困難であると考えられる。

- DKI Jakarta 全域のデータは、面積で現有データの約 60 倍もあり、人的資源が足りない
- 既往 GIS データの整備体制は破綻しており、今後もサポートのない状況で一度データが壊れると復元が困難である事が予想される

PD PAL JAYA が GIS データ整備と維持管理を行う為には、作業全体量の削減、中長期的な技術サポート体制の整備が不可欠である。特に、本プロジェクトに関連する他の C/P 機関との連携が重要である。基盤図を中心とした基礎データの共有、作業の分担や技術的な連携など、双方向（PD PAL JAYA とその他 C/P 機関間）でデータ整備のメリットを享受できる体制を構築する必要がある。

(5) ロードマップ及び整備データの概要

PD PAL JAYA 側の意向を確認する必要があるが、GIS 利用環境の整備は以下の目標を持って進める。

- 他の C/P 機関とのデータ更新・共有のサイクル確立（データ構造及びデータの共有）
- 定期的なワークショップ（以下、WS）やレクチャーを通じた GIS 技術者・利用者の養成
- 継続的な技術サポートの確保（ソフトベンダやインドネシア大学との連携）

特に、本プロジェクトで提供した GIS データを基礎に、関連 C/P 機関で共有可能なデータを整備し、PD PAL JAYA 自身が負担する作業ボリュームの軽減を図る。一方で、関連 C/P 機関に対しては、定期的な WS やレクチャーを通じ技術供与を行い、共通のデータを活用する共同体としての意識を醸成し、基盤データの提供や作業分担など各 C/P 機関を横断する関係の構築を図る。以下に概略スケジュール（案）を示す。

表 B4-39 概略スケジュール

項目	プロジェクト期間	短期（～1年次）	中期（2年次～）
整備データ	M/P 作作用データ	基盤データ	個別データ
GIS 技術達成目標	基本操作・データ入力 データ構造の設計	データ構造の改良	アプリケーション作成
データ整備主体	JICA Expert	PD PAL JAYA	PD PAL JAYA + WS 参加 C/P 機関
技術サポート	JICA Expert ベンダーサポート	ベンダーサポート インドネシア大学	ベンダーサポート インドネシア大学
WS ホスト	JICA Expert	PD PAL JAYA +ベンダ	PD PAL JAYA +ベンダ
その他	参加 C/P 機関との作業分 担検討		

出典：JICA 専門家チーム作成

以下に、JICA 専門家チームが本プロジェクト期間中に整備したデータを示す。

表 B4-40 GIS 整備データ

No	Item	Data type	Attribute	Remark
1	Treatment Plant	Polygon / Point	Name, Capacity, Treatment Method, Existing or Plan	
2	Sewer Coverage Area	Polygon	Area Name, Treatment Plant, Area	
3	Sewer Pipe Network	Line	network id, Diameter, length, gradient, Type	
4	Observing Station	Point	Observing Station id, Position, Address	Incl. groundwater
5	Sewer Pump Station	Polygon / Point	Name, Capacity, Lift height	
6	On-site Treatment Plant Coverage Area	Polygon	Area Name, Treatment Plant, Area	
7	On-site Treatment Plant	Polygon / Point	Name, Capacity, Treatment Method, Existing or Plan	
8	Ground Water Contour	Line	Ground water level	
9	Settling Area	Polygon / Coverage	Settlement Level	
10	Slum Area	Polygon	Kecamatan, Kelrahan, Slum Level	

表 B4-40 GIS 整備データ

No	Item	Data type	Attribute	Remark
11	Water Supply Area	Polygon	Company, network id	
12	Administrative Boundary	Polygon	Municipality, District, Sub-District, Area	
13	Administrative Boundary	Line	Municipality, District, Sub-District, RT, RW	
14	Future Plan	Line	Canal, RTM	
15	Socio Economical Survey Result	Point	Address, Name, Class	
16	Drainage Facility	Point	Name, Capacity,	Pump, Gate
17	Drainage Channel Network	Line	Name, Class, Length	
18	Land Use (Existing)	Polygon	Class, Area	
19	Land Use (Future)	Polygon	Class, Area	
20	Public Facility	Point	Class, Name	
21	Government Owned Land	Polygon	Name, Address, Area	Candidate Site
22	Road Network	Line	Class, Name	
23	Elevation Point	Point	Elevation	
24	Contour Line	Line	Elevation	
25	Building	Polygon / Point	Name, Area, Address	
26	Water Supply Pipe Network	Line	Diameter, Type	
27	Gas Supply Pipe Network	Line	Diameter, Type	
28	Electricity Supply Network	Line	Diameter, Type	

出典：JICA 専門家チーム作成

B5 オンサイト処理システムの現況と課題

B5.1 JSSP で建設されたオンサイト衛生施設の現状

B5.1.1 現状

JSSP は、1983 年 2 月 8 日に世界銀行によって承認され、署名から 4 ヶ月後の同年 6 月にローンが有効になった後に開始された。ローン額は 2,240 万 USD であった。このプロジェクトの主な目的は、都市環境を改善することによって公衆衛生の保護手段を改善することであった。一方、このプロジェクトの長期目的は、下水衛生サービスに責任を持つ適正な組織を作ることであった。DKI Jakarta に財政的に独立した組織を作るという組織的な目的は達成された。しかしながら、主な目的は、いくつかの問題や制限のために達成できなかった

衛生プロジェクトでは、公共トイレ (MCK) は 30 基 (240 便座) の承認に対し、80 基 (256 便座) が建設されたが、リーチングピットは 3,000 基の承認に対し、わずか 778 基が建設されただけであった。

表 B5-1 プロジェクト結果

プロジェクト構成		単位	承認	結果
下水構成	スティアブディ			
	－主要管	km	7	4.8
	－その他の管	km	50	20.7
	マンガライ延長			
	－主要管	km	12	2.4
	－その他の管	km	－	19.8
	排水構成			
	－マクロ排水	km	4	2.0
衛生構成	マイクロ排水			
	－修復管	km	177	－
	－新排水	km	27	9.3
	－リーチングピット	基	3000	778
	－MCK	基	30/240	80/256
－公共水道	箇所	100	30	

出典：入手データを基に JICA 専門家チームが作成

B5.1.2 得られた教訓

JSSP が実施されてからすでに 30 年近くが経過している。その間にも他の都市や地方からジャカルタ市への人口流入は止まることなく、特に低所得者層やスラムの肥大化と人口密度の上昇をもたらし、彼らの居住スペースも益々狭隘化している結果、衛生施設設置スペースの確保や管渠敷設スペースや汚泥収集車が移動可能な幅を持つ道路用地等の確保が困難となっている。

また地下水汲み上げによる地盤の低下は、海拔 0m 以下の地域がジャカルタ市全体の 40%にも拡大する結果をもたらしている。そのため洪水発生率が増加し、生活雑排水を排除する排水路や衛生施設の汚濁物が洪水と共に溢れ、不衛生な状況を招いている。

さらに地盤の低下は相対的に地下水位の上昇をもたらし、地下浸透タイプのセプティックタンクや汚濁の進んだ河川による地下水の汚染が、発生しやすい状況になっているものと考えられる。

JSSP で得られた教訓や昨今の DKI Jakarta の状況を考慮すると、今後、DKI Jakarta において下水道・衛生改善プロジェクトを実施する上で、以下の点を留意する必要がある。

(1) オンサイトシステムを効果的に配置したオフサイトシステムの構築

オンサイトとオフサイトの区域を明確に分けることが困難な地域では、オフサイトを基本にしながらもオフサイトを補完的に組み合わせる計画が必要である。

(2) 浸透型セプティックタンクの非浸透型セプティックタンクへの変換

浸透型セプティックタンクは、人口密度が高いカンブンと呼ばれる地域や、地下水位が高く、土壌の浸透性が低い地域、洪水が頻繁に起こる地域では不適切である。

(3) 排水設備の適正な施工

JSSP のプロジェクトでは、排水施設は一般に小さく作られた。そして、排水施設は、多くの場

合、不動産開発業者が設備基準を遵守しなかったために、その機能が発揮されていない。適正な規則とその実施が排水システムの機能保全に必要なである。

(4) 衛生改善ニーズと用地の選定

JSSPのプロジェクトでは、衛生改善ニーズが高いところには、衛生施設を設置するための土地がなかった。衛生改善プロジェクトでは、土地の確保が重要課題となる。

(5) 住民意識の高さ

JSSPのプロジェクトでは、低所得コミュニティであっても住民意識は高いものであった。コミュニティ住民は衛生プログラムに喜んで参加した。コミュニティ参加型のプログラムの実施は、非常に重要である。

B5.2 JSSP 以外で設置されたオンサイト処理施設の現状

B5.2.1 各戸トイレ

(1) トイレの形態

住宅のトイレは、くみ置き水槽、便器、水浴スペースをまとめて1室に配置する形態が一般的である。また、便器の洗浄形態は、手桶式が多いが、高級住宅ではフラッシュ式も採用されている。便器はトルコ便器あるいは腰掛け式があるが、住宅では腰掛け式が用いられる例が多い。用便後の始末は、手動ノズル式、手桶式があり、水で洗う習慣である。トイレトペーパーを備えない例が多いが、使用する場合は分別している。したがって、トイレ排水にはペーパーが混入していないことが特徴である。

(2) 排水の性状

1) トイレ排水の性状

便器から排出される排水は、し尿と便器洗浄水が混ざったものであり、排水量は1991M/P 報告書では23L/人・日としている。現在でも手桶による便器洗浄の習慣は当時と同じであり、この値は実態に近いと推測される。将来、フラッシュ式に移行した場合は、手桶式に比べて多少水量が増加すると考えられる。BOD 排出原単位は、既存 M/P では10.5g/人・日としており、排水量と同様に実態に近い値と推測される。

- トイレ排水量 23L/人・日 (既存 M/P)
- トイレ排水 BOD 負荷量 10.5g/人・日 (既存 M/P)
- トイレ排水 BOD 濃度 457mg/L

2) 生活排水の性状

一般住宅におけるトイレ排水と雑排水を併せた生活排水の性状は、既存文献等をもとに整理すると次のとおりである。

- 生活排水量原単位 120L/人・日 (知事令 No.122-2005)
- 生活排水 BOD 負荷量 23.2g/人・日 (既存 M/P)
- 生活排水 BOD 濃度 193mg/L

(3) オンサイト汚水処理装置

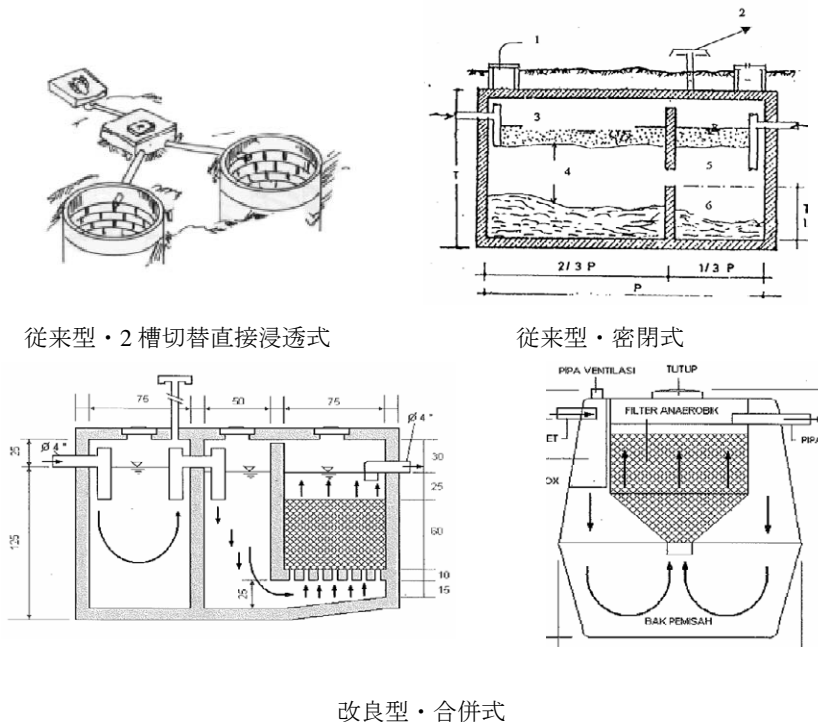
オンサイトにおける住宅トイレ排水は、ピットラトリン、セプティックタンクで処理される他、合併処理として改良型セプティックタンクで処理される。

1) セプティックタンクの概要

セプティックタンクは、大きく、し尿のみを対象とした従来型と生活排水（し尿＋雑排水）を対象とした改良型に区分される。従来型にはセプティックタンクの底面及び側面から土壤に浸透させる直接浸透方式と密閉式タンクと浸透槽（あるいは表面放流）を組み合わせた密閉式がある。

密閉式は 2002 年に構造規定されていることから、近年に設置されたものは密閉式が主流と推測される。セプティックタンクシステムは、地下浸透処理を前提とした土壤層の浄化能力に期待した土壤処理システムの 1 つであり、土壤の特性（浸透係数など）により処理機能が左右される特徴がある。直接浸透式に比べて密閉型はし尿が直接浸透しない分、土壤への負荷が低いと推測される。

改良型は、合併処理タイプであり 2005 年に構造規定されているが、住宅への設置義務が徹底されていないこと、5 人槽の工場生産品が 4 万円/基と高価であるためか個人住宅向けには余り普及していないようである。従来型と改良型の構造概要を図 B5-1 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 B5-1 セプティックタンク構造概要

2) セプティックタンクの構造

(a) 従来型セプティックタンク

従来型・密閉式セプティックタンクに関する構造基準は、SNI03-2398-2002 Standard National Indonesia に示されており、5人槽の場合、有効容量を 3.5m³ としている。しかしながら、基準の適合性に関する規制について不明点が多い。

(b) 改良型セプティックタンク

住宅向けの合併処理式改良型セプティックタンクの設計基準や構造基準は、ジャカルタ特別州知事令 No.122-2005 (Domestic Wastewater Quality Standards) に示されており、槽容量は表 B5-2 のとおりである。従来型セプティックタンクと同様に基準の適合性に関する規制について不明点が多い。

改良型セプティックタンクは、現場施工型と工場生産型があり、工場生産型は施工性が良く、コンパクトであることが特徴である。工場生産型は、FRP 性円筒型であり、外周部に流入した汚水は、底部に向かって流れ、底部から上向流で中央部の嫌気フィルターを通過して処理する仕組みである。嫌気フィルターの容積割合は 9~15% である。外筒槽は、沈殿分離及び汚泥貯留の機能、内筒槽（嫌気フィルター）は嫌気処理の機能を持たせている。

表 B5-2 改良型セプティックタンク（合併式）の槽容量基準

使用人員 (人)	槽寸法 (m)		有効容量 (m ³)	滞留時間 (h)
	直径	H		
3-5	0.47	1.43	0.985	19~31
6-10	1.11	1.67	1.62	16~26
11-15	0.68	1.9	2.77	18~24
16-25	0.93	2.4	6.55	25~36
26-35	0.92	2.8	9.27	25~34
処理性能 処理水 BOD50mg/L				

注) 滞留時間は流入水量 250L/人・日として算出

出典：知事令 No.122-2005 (Domestic Wastewater Quality Standards)

3) セプティックタンクの処理水質基準

セプティックタンクの処理水質基準は、従来型セプティックタンクについては、基準値が定められていない。一方、改良型セプティックタンク（合併式）の水質基準は、ジャカルタ特別州知事令 No.122-2005 で規定されており、BOD75mg/L である。

(4) 住宅トイレ排水処理の課題と対策

直接浸透式セプティックタンクは、衛生面で問題があるが、古い住宅に設置されていることから、今後、住宅の更新に伴い、下水道や改良型セプティックタンクに移行すると推測される。

従来型・密閉式セプティックタンクは、2箇所調査の結果によると処理水（浸透水）は BOD200mg/L と高く、地下水や河川水の汚濁源となっている可能性がある。改善策としては、機能に限界がある従来型セプティックタンクから改良型セプティックタンク等を用いた合併

処理化への切り替えが基本となる。しかし、住宅敷地に制約があることから、戸別汚水を配管で接続し、小規模な集約処理を行う方法も改善策の一つである。

セプティックタンクの機能を安定して保持するためには、適切な汚泥の引き抜きが必要であるが、現在、定期的な汚泥引き抜きが制度化されていない。従来型セプティックタンクの汚泥の発生量や分解量は、使用条件や設置条件によって異なり、引き抜き頻度を明確に定めるには根拠が乏しい。実態としては、通常の使用条件において、汚泥引き抜き頻度は3年から5年毎と推測されることから、この程度を目安に制度化する必要がある。

改良型セプティックタンクについては、今回調査では、過負荷条件であり処理機能の実態を把握することが困難であったが、汚泥引き抜き頻度は、従来型に比べて負荷量が高いこと、槽容量に余裕がないことを考慮すると1年から2年毎程度とすることが適当であろう。

B5.2.2 共同トイレ

清掃局より入手した共同トイレリストによると、現在、DKI Jakarta には、1,263 箇所の共同トイレが設置されている。これらは、公衆の場のトイレというよりは、家庭のトイレを持たない住民のためのトイレで、1970年代から清掃局やその他の局、民間資本あるいは個人によって建設されている。共同トイレの排水は、直接河川等の公共水域に放流されるもの、併設して設置されているセプティックタンクを経て河川等の公共水域に放流されるか地下へ浸透させるものがある。各市の設置数等のデータは添付資料に示すが、DKI Jakarta に設置されている 1,263 箇所の公衆トイレの概要は以下のとおりである。

(1) 共同トイレの種類

共同トイレの種類は、MCK（トイレ+シャワー+洗濯場）581 箇所、KU（トイレのみ）が 534 箇所、MC（シャワーのみ）が 148 箇所である。

(2) 設置年

全体に設置年数の古い共同トイレが多い。西ジャカルタ市と南ジャカルタ市では、2000年以降は、ほとんど設置されていない。

(3) 資金源

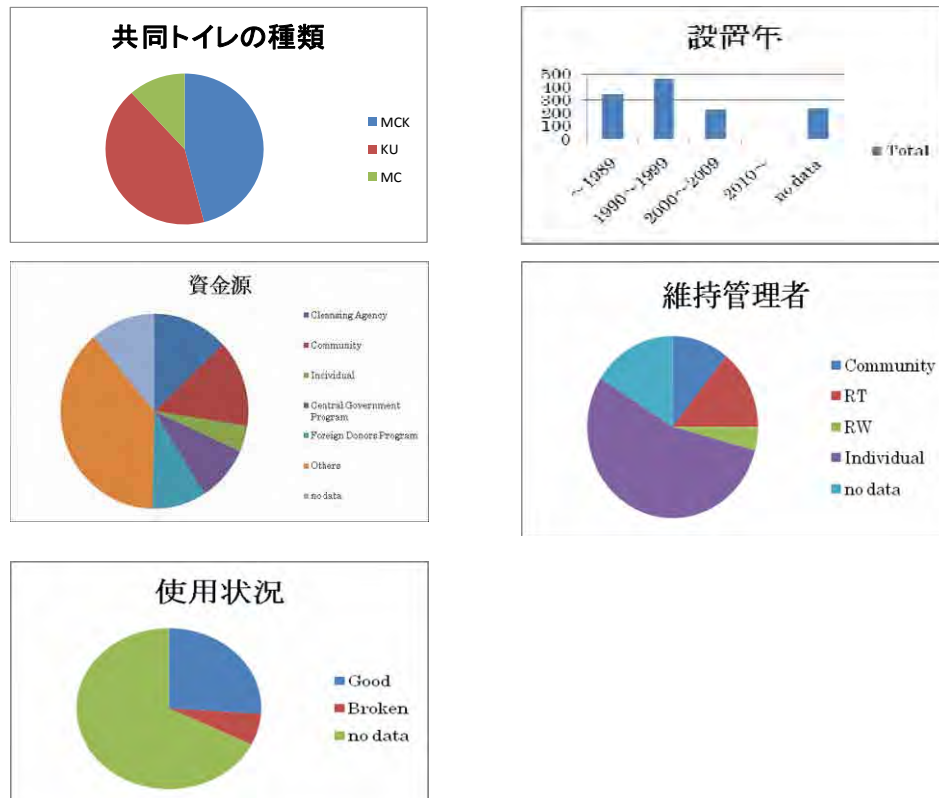
共同トイレ設置の資金源は、DKI Jakarta 清掃局、コミュニティ、個人、NGO、中央政府のプログラム、海外ドナーのプログラムと多岐に亘っている。

(4) 維持管理者

共同トイレの維持管理は、コミュニティ、個人、RT、RW などであるが、特定の個人が行っているものが約半数と最も多い。

(5) 使用状況

使用状況については、故障している共同トイレの割合は、約 20%である。



出典：清掃局からの入手データより JICA 専門家チーム作成

図 B5-2 公衆トイレ使用及び管理状況

B5.2.3 汚泥処理施設

DKI Jakarta における家庭用セプティックタンクに堆積した汚泥は、各市及び民間事業者が収集し、東西 2 箇所にある汚泥処理施設に運搬され、処理されている。これらの汚泥処理施設の概要について調査した結果は次のとおりである。なお、同汚泥処理施設は、商業施設の余剰汚泥の処理は行わない。

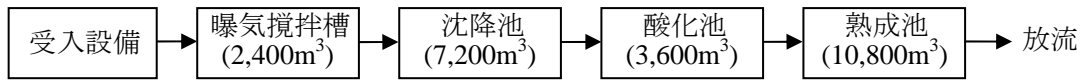
(1) 汚泥処理施設

1) 施設の概要

汚泥処理施設（東）及び汚泥処理施設（西）の概要は、次のとおりである。

(a) 汚泥処理施設（東）：Pulo Gebang IPAL

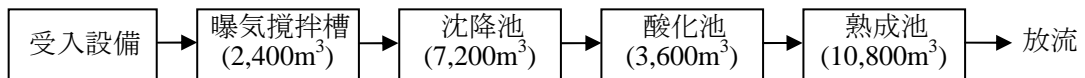
- 処理能力：300m³/日
- 収集地域：東市全域、西・南・北・中央各市の 50% 域
- 放流先：East Canal Flood
- 運営管理主体：DKI Jakarta 清掃局
- 処理方式：ラグーン方式
- フローシート：



- 処理水質：pH6-9、BOD75mg/L、CODCr100mg/L、SS100mg/L
- 竣工年：1984年
- 設計：PT. WASECO TIRTA

(b) 汚泥処理施設（西）：Duri Kosambi IPAL

- 処理能力：300m³/日
- 収集地域：西市全域、東・南・北・中央各市の50%域
- 放流先：Angke川
- 運営管理主体：DKI JAKARTA 清掃局
- 処理方式：ラグーン方式
- フローシート：



- 処理水質：pH6-9、BOD75mg/L、CODCr100mg/L、SS100mg/L
- 竣工年：1994年
- 設計：PT. WASECO TIRTA

2) 構成設備の概要

(a) 汚泥受入設備

Pulo Gebang では、収集汚泥を受入槽に投入し、沈降した砂等の異物を投入の都度、人力により除去している。一方、Duri Kosambi では、収集汚泥を曝気攪拌槽に直接投入し、曝気混合液の一部を水中ポンプにて夾雑物除去装置へ供給し、異物除去を行っている。また、曝気攪拌槽の清掃は、1回/週・槽の頻度で行っている。Pulo Gebang 方式では作業員の衛生面に課題があるものの、異物除去が確実にできるため、夾雑物除去装置は補助的に使用するのみであった。清掃局の意向としては、水槽の清掃が非常に大変な作業であるので、Pulo Gebang 方式が望ましいと考えている。

(b) 曝気攪拌槽

曝気攪拌槽は、空気供給による好気性処理を行っており、滞留時間は8日間としている。4槽×2系列の構成であり、水槽別に空気量調整は行っていない。

(c) 給気ブロワ

曝気攪拌槽及び酸化池に給気するブロワは、8基設置されており、常時稼働は2基から3基程度である。送気時間は、曝気攪拌槽が24時間連続、酸化池は間欠的に行っている。ブロワは、かなりの頻度（ほぼ毎週）でトラブルが発生しているとのことである。

(d) 沈降池

沈降池は重力沈降による固液分離を目的としており、2 槽で構成される。常用しているのは 1 槽で交互使用（切換頻度は、約 1 回/月）であり、滞留時間は 12 日間（1 槽）である。汚泥引き抜きは、定期的に仮設ポンプを沈めて行っている。

(e) 酸化池

酸化池は、主に水表面からの酸素溶解による生物処理を目的としている。滞留時間は 12 日間である。Duri Kosambi では間欠的に曝気を行っている。

(f) 熟成池

熟成池は酸化池と同様な機能の他、藻類の光合成による生物処理を目的としている。3 槽から構成され、滞留時間は 36 日間である。

(g) 天日乾燥床

沈降池から引き抜いた汚泥は、天日乾燥床へ移送され、乾燥される。乾燥汚泥は埋立処分される。

3) 商業施設の余剰汚泥の処理を行わない理由

汚泥処理施設の受入対象となっている汚泥は家庭用セプティックタンクの引き抜き汚泥のみであり、商業施設等でみられる污水处理装置の汚泥は行わないことになっており、また、実際にも、商業施設汚泥が搬入されている形跡は無い。その理由は、以下のとおりと考えられる。

(a) DKI Jakarta 政府の政令

DKI Jakarta 政府の 2010 年政令 No.133 において、清掃局の汚泥処理部門の役割について、「家庭のセプティックタンクから排出される汚泥の処理」である旨、定められていること。

(b) 施設の課題

a) 家庭用セプティックタンク汚泥と商業施設汚泥の性状の違い

家庭用セプティックタンクから引き抜かれた汚泥は長期間の消化を経ていることから、溶解性有機物は既にある程度分解されており、性状が比較的安定している。Pulo Gebang や Duri Kosambi では、これら性状の比較的安定した汚泥を酸化池により長期間の滞留日数をかけて処理している。

一方、商業施設等の事業系排水処理施設から発生する余剰汚泥は、日本の合併浄化槽汚泥に類似している。好気処理によって発生した余剰汚泥であり、嫌気処理されたセプティックタンク汚泥とは基本的に異なる性状である。余剰汚泥は好気条件下においては性状が安定しているものの、嫌気条件下で一定時間滞留すれば、汚泥が腐敗するなどして溶解性有機物の増加や臭気発生等の要因となる。また、余剰汚泥は嫌気処理汚泥と比較して沈降性や脱水性に劣るといった特徴がある。

b) 現有施設で商業施設汚泥を処理する場合に発生する問題

Pulo Gebang や Duri Kosambi は施設全体で 68 日の処理日数を有しており、比較的安定した消化汚泥を長期間かけて処理するのに適している。これらの施設において商業施設汚泥の処理を想定した場合、特に沈降槽において部分的または一時的に嫌気条件下になった際に、汚泥の腐敗やそれに伴う臭気の発生、固液分離の悪化等のトラブルの発生が予想される。これらの問題を防ぐためには、生物処理を行う前に腐敗の原因となる固形物を取り除く必要があり、現行の処理プロセスとは別の処理プロセスが必要となる。

(2) DKI Jakarta と民間業者の汚泥引き抜き

ジャカルタ市のセプティックタンクの汚泥引き抜きは、これを規定する法規則はなく、利用者のオンコールベースで行われている。組織的には清掃局が行うことになっているが、コールから実施までに 2、3 日を要することが多く、オンコールが急を要する時に行われる場合には民間に依頼されることが多い。引き抜き料金は、清掃局が IDR 60,000、民間の業者が IDR 250,000 から IDR 300,000 である。民間の料金は高いが、迅速なサービスのため、需要は多い。清掃局と民間業者のバキューム車の保有数は、清掃局が 75 台、民間業者が 70 台である。

また、Pulo Gegang (東) と Duri Kosambi (西) の汚泥処理施設に搬入される汚泥搬入量は、2010 年の実績で $93,769\text{m}^3$ である。この量は、DKI Jakarta に設置されていると思われるセプティックタンク数を考慮すると (推定セプティックタンク設置数: 190 万基) かなり少ないと思われる。汚泥収集量が少ないということは汚泥引き抜き頻度が少ないということであるが、仮に全てのセプティックタンクが 5 年に 1 回の定期的な汚泥引き抜きを行うとして汚泥収集量を試算すると、年間の収集汚泥量は $1,344,000\text{m}^3$ で、1 日あたり $3,682\text{m}^3/\text{日}$ となり、現在の汚泥処理施設能力 ($300\text{m}^3/\text{日} \times 2$ 施設) を大きく超える量となる。収集された汚泥はかなり長期間の消化を経た汚泥で、性状的に安定しているため、収集汚泥を直接脱水することでかなりの負荷低減が期待できると考えられる。現在の施設を有効利用した処理能力の増強は可能と考えられるが、それでも現存している汚泥処理施設の能力と定期収集を実施した場合に見込まれる汚泥発生量とでは大きな差がみられる。

今回の調査で訪問した 2 地区のセプティック 6 基の汚泥引き抜きの状況は、以下の通りであった。汚泥引き抜きの実態は、個別のセプティックの使用状況、設置状況、処理物等により、異なっている状況が伺える。例えば、No.5 と No.7 を比較した場合、同じ容量で同じ処理物であるが、一方は全く汚泥の引き抜きを行っていないのに対し、もう一方は年 3 回の汚泥引き抜きを行っている。両者の異なる点は、負荷率で汚泥の引き抜きを行っていない方は、計画容量の 4 倍で使用しており、頻繁に引き抜きを行っている方は、ほぼ定格の負荷で使用している。

適正な負荷で使用され、所定の性能が発揮されることで汚泥の発生があると考えられる。

表 B5-3 各セプティック汚泥引き抜き状況

No	住所	設置年	使用人数	容量 (人分)	処理方式	処理物	引き抜き頻度
1	Jl.Menteng Wadas	不詳	15	3m ³ ×2タンク	消化タンク、浸透タンク	し尿のみ	年1回
2	Jl.Menteng Wadas	2000年	4	2.2m ³	消化タンク(2タンク)	し尿のみ	年2回
3	Jl.Menteng Wadas	不詳	4	2.9m ³	消化タンク(1タンク)	し尿のみ	無
4	Jl.Casablanca	2007年	4	-	BiokleenSS1 好気性タンク	し尿のみ	無
5	Jl.Menteng Granit	2008年	40	10人分	BiokleenSS2 嫌気性タンク	し尿 雑排水	無
6	Jl.Menteng Granit	2008年	18	10人分	BiokleenSS2 嫌気性タンク	し尿 雑排水	無
7	Jl. G.Kavling Kebon Baru,	不詳	13	10人分	BiokleenSS2 嫌気タンク	し尿 雑排水	年3回
8	Jl. G.Kavling Kebon Baru,	2007年12月	15	10人分	BiokleenSS2 嫌気タンク	し尿のみ	無

出典：入手データより JICA 専門家チーム作成

また、ジャカルタ市の汚泥引き抜きの状況と他国の状況を比較すると、表 B5-4 のとおりである。

マレーシアでは、汚泥の引き抜きが法で規制されているが、その他の国では、利用者のオンラインにより、行われている。しかし、多くの国で汚泥引き抜きは、浸透式の場合、便器の閉塞、その他トラブル時に行われると推測される。表面放流の場合は、セプティックタンクから汚泥が流出するのみで使用上のトラブルがないため、引き抜きが行われていない可能性がある。

引き抜き料金は多くの国で有料であり、引き抜き頻度は槽の容量に左右されるため、一概に比較することはできないが、その頻度は、2年から3年に1回の国が多い。

表 B5-4 ジャカルタ市の汚泥引き抜きの状況と他国状況

	ジャカルタ	中国	ラオス	カンボジア	タイ	ベトナム	マレーシア	インド
料金	市\$6/タンク 民間\$20-30/タンク	70-150\$/タンク	\$40-150/タンク	不詳	\$15/タンク	\$0.8-0.9/トン	\$14-50/タンク	無料
頻度	非定期	1年毎	不詳	3年～10年毎	不詳	2,3年毎	3年毎	2,3年毎
法規制	無	無	無	無	無	無	有	無

(3) 汚泥処理プラントの O&M

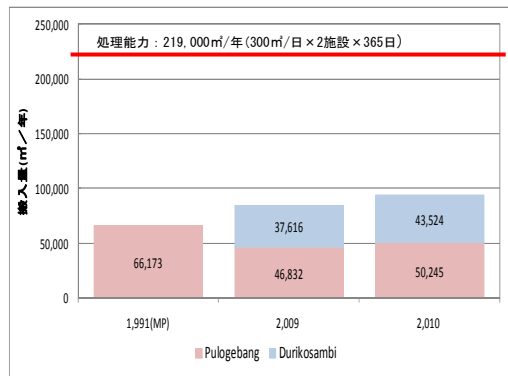
DKI Jakarta の東西 2 箇所にある汚泥処理施設の維持管理状況について調査した結果は次のとおりである。

1) 施設の運転状況

(a) 汚泥搬入状況

2009年及び2010年における年度別搬入実績は図B5-3に示すとおりである。2010年の年間総搬入量は93,570m³であり、両施設ともに計画処理能力(300m³/日)に対して、約40～50%の搬入率となっている。

既存M/Pによれば、1985年度から1989年度の年間平均で66,173m³/年の搬入があったと報告されている。人口当たりの汚泥搬入量に換算すると、1991年(7,745千人)が0.0085m³/人、2010年(9,590千人)が0.0098m³/人と若干増加している程度である。



出典：入手データより JICA 専門家チーム作成

図 B5-3 年度別汚泥搬入量

(b) 電力使用量

施設の電力使用量から汚泥 1m³ 当たりの処理に要する電力量を算出すると 4～8kWh/m³ である。電力を使用する機器は、夾雑物除去装置、ブロワ類、ポンプ類であるが、運転時間や電動機の定格電流等からみて電力使用のほとんどはブロワの運転と考えられる。Pulo Gebang は Duri Kosambi と比較してやや電力使用量が少ないが、汚泥受入工程での異物除去を人力に頼っており、夾雑物除去装置は補助的な運転であったことが要因と考えられる。

(c) 維持管理費

a) 維持管理経費

ランニングコストは電力費、消耗品類の購入及び点検整備費であり、2010年におけるランニングコストは約 2,800,000,000 IDR /年、汚泥 1m³ 当たりの処理単価は約 IDR 30,000 である。このうち、消耗品費が 85%、電力費が 15% を占める。機器補修費の年間予算は IDR 100,000,000 であり、全体処理経費の僅か 3% 程度である。予算不足により十分な補修が行えない状況である。

b) 事業収入(処理料金)

汚泥持込料金は 5,000 IDR /m³ であり、民間収集業者から徴収している。民間事業者の持込量を 2,373 台/年、4t 車両と仮定して両施設の年間処理料金収入を推計すると IDR 47,480,000 となる。これは、ランニングコストに対して 1.7% に相当する。

2) 維持管理体制

(a) 維持管理人員

Pulo Gebang 16 名、Duri Kosambi 12 名、計 28 名

(b) 業務時間（両施設同様）

24 時間（3 交代）

3) 水質分析結果

DKI Jakarta 清掃局から提出された Duri Kosambi 施設の水質分析データ（2101 年 7 月採取）を表 B5-5 に示す。調査では、携帯用測定器及びパックテストを使用して簡易的な水質調査を実施しており、以下、パックテストデータにもとづき、両施設の処理機能について解析した。なお、調査では、簡易なパックテストを採用したため、COD は過マンガン酸カリウム法である。

(a) 収集汚泥

Pulo Gebang 収集汚泥の分析結果は、水温 29℃、pH7.6、CODMn600mg/L（DKI Jakarta 清掃局の水質検査データの数値も 1,048mg/L で、近似している）、塩化物イオン 50mg/L であった。日本の嫌気性消化処理方式によるし尿処理施設において、嫌気性消化脱離液 CODMn 濃度は 2,000～1,500mg/L 程度であり、それに比べるとセプティックタンクの汚泥はかなり消化（分解）が進行した段階で搬入されていると考えられる。

(b) 曝気攪拌槽混合液

曝気攪拌槽の SV は、両施設で 36% から 41% の範囲であり、ともに良好な汚泥沈降が認められ、消化がかなり進行していることが伺える。

(c) 酸化池処理水

酸化池処理水は、両施設で pH7.5 から pH8.0、CODMn35mg/L から 120mg/L、NO_x-N（NO₂+NO₃）0mg/L から 45mg/L であった。Duri Kosambi では窒素の硝化が認められ、酸化池において生物処理が良好に進行していることが伺える。Pulo Gebang では窒素の硝化は認められなかったが、CODMn 除去率が 80%程度得られていることから判断して、良好な処理機能が発揮されていると考えられる。

(d) 放流水

放流水は、両施設で pH7.0 から pH8.0、CODMn30mg/L から 75mg/L、大腸菌群数は両施設ともに不検出であった。本施設の BOD 設計値は 75mg/L となっているが、調査結果の CODMn 濃度から判断して、計画値は満足していると考えられる。（一般的に生物処理後の水質は CODMn に比べて BOD が低い）

表 B5-5 Duri Kosambi 施設水質分析結果 (2010 年 7 月採取)

		Water Quality (Process in Duriko sambi)					River water quality (Angke river)	
		Aeration Basin (0 day)	Aeration Basin (6 day)	Oxidation Basin	Sludge Basin	Neutralization Basin	Before outlet	After outlet
TDS	(mg/L)	893.000	850.000	282.000	2230.000	171.000		
TSS	(mg/L)	1888.000	3028.000	53.000	290.000	32.000	85.000	65.000
NH ₃ -N	(mg/L)	169.480	115.630	8.010	126.000	0.130		
NO ₃ -N	(mg/L)	2.420	3.850	3.730	1.380	0.090		
NO ₂ -N	(mg/L)	0.030	0.130	0.980	0.030	0.010		
Sulfide	(mg/L)	0.740	0.410	0.080	0.640	0.090		
Fluoride	(mg/L)	0.060		0.250	1.490			
pH		7.800	7.800	7.800	7.900	7.400	7.900	7.400
HS	(mg/L)	0.001	0.006	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001
T-Fe	(mg/L)	20.070	52.800	0.420	1.230	0.550		
Phenol	(mg/L)	0.050	0.220	0.040	0.050	0.040		
Oil & fat	(mg/L)	3.060	1.120	0.790				
BOD	(mg/L)	737.700	1203.400	44.100	191.000	36.700	4.800	10.650
COD _{Mn}	(mg/L)	2062.020	8914.730	77.520	73.640	66.670	21.360	13.590
KMnO ₄ consumption value	(mg/L)	1040.830	4821.510	52.920	272.740	52.950	16.070	11.260
PO ₄ -P	(mg/L)						0.450	0.480
Mn	(mg/L)						0.270	0.290

出典：DKI Jakarta 清掃局課題

(4) 課題

1) 所要処理能力について

汚泥処理施設への汚泥搬入量は年間で 93,769m³ (2010 年実績) であり、DKI Jakarta に設置されていると思われるセプティックタンク数を考慮するとかなり少ないと思われる。汚泥収集量が少ないということは汚泥引き抜き頻度が少ないということになるが、単純に収集汚泥量実績と推定セプティックタンク設置数から汚泥引き抜き頻度を試算すると、72年に1回という頻度となる。仮に全てのセプティックタンクが5年に1回の定期的な汚泥引き抜きを行うとして汚泥収集量を試算すると、年間の収集汚泥量は 1,344,000m³ で、1日あたり 3,682m³/日となり、現在の汚泥処理施設能力 (300m³/日×2施設) を大きく超える量となり、施設整備が必要となる。

収集された汚泥はかなり長期間の消化を経た汚泥で、性状的に安定しているため、収集汚泥を直接脱水することでかなりの負荷低減が期待できると考えられる。現在の施設を有効利用して処理能力の増強は可能と考えられるが、それでも現存している汚泥処理施設の能力と定期収集を実施した場合に見込まれる汚泥発生量とでは大きな差があり、汚泥引き抜き方針とともに詳細な検討が必要である。

2) 維持管理

衛生作業面では、機械設備による自動化が図られていないことから、受入設備での除砂作業、曝気攪拌槽での槽清掃作業、沈降槽からの汚泥引き抜き作業など人手に頼っており、自動化するなどの改善が必要である。安全面では、両施設ともに、曝気攪拌槽以外の水槽には周囲に転落防止対策（柵等）が設置されていない。運転面では、定期的な水質分析は実施されているが、運転管理には反映されていないようである。

維持管理面では、補修費等の予算が不足しており、ブロワ等のメンテナンスに苦慮している。ブロワは頻繁に故障等のトラブルが発生している。現在ブロワは8台中2台から3台が稼働している状況であるが、結果的にこれで良好な処理機能が得られている。これは設計処理能力に対して処理率が低いことや、性的に安定した汚泥を処理しているという処理条件によるところが大きいと考えられ、仮に定格（300m³/日）の汚水を処理するような場合には支障をきたすことが懸念される。

3) 処理機能

計画処理能力に対する処理率は、両施設ともに40%から50%程度である。処理率が低い要因は、①汚泥引き抜き依頼が少ない（定期引き抜きが行われていない）、②引き抜いた汚泥を不法投棄している可能性がある、の何れかと推測されるが、詳細は不明である。

収集汚泥の性状は、外観的に黒褐色で粘度も低く、し尿等の臭気も比較的少ないこと等から判断して、セプティックタンク内でかなり消化が進行した性状であると考えられる。収集汚泥の水質がどの程度で設計されているかは不明であるが、パックテストの結果からみてもかなり低濃度であり、負荷的には余裕があると推測される。

B5.2.4 オンサイト汚水処理施設の現地製造業の現状

工場生産型汚水処理装置の製造メーカーは、「イ」国内に20社から30社存在し、家庭用のセプティックタンクを始め、商業施設や高層住宅向けの中規模汚水処理装置などを設計・製造・販売している。とくに、2005年に事業所・住宅に対して合併式個別汚水処理装置の設置を義務付け（知事令 No.122-2005）たため、合併式汚水処理装置の生産が活発化している。

(1) 現地製造企業視察結果

合併式汚水処理装置を製造している民間会社2社について、工場を訪問し調査した結果は、次のとおりである。

1) PT. PAL JAYA BUMI UTAMA（地場企業の事例）

PT. PAL JAYAの子会社。住宅向けの小型改良セプティックタンクから事業所向けの中型汚水処理装置を生産している。改良型セプティックタンクの技術は、マレーシア民間企業（PT. DC. BUMI BERHARD）から導入している。

(a) 住宅向け改良型セプティックタンク

a) 装置の概要

1-3人槽、4-6人槽、7-9人槽、10-12人槽の4種類を製造しており、今回は4-6人槽型を見学した。4-6人槽型の仕様は、円筒型、容量 0.75m^3 、本体-FRP製、接触材-合成プラスチックである。

処理方式は、嫌気処理+生物接触処理（流動担体）、設計除去率は嫌気処理-40%、生物接触処理-60%、設計滞留時間24時間としている。

価格は、IDR 3,500,000からIDR 9,000,000（材工共）であり、FRPの原材料（ガラス繊維、樹脂塗料等）は全て輸入品のため為替レートにより価格が変動する。接触材は、設置から10年程度で摩耗するため、補充している。

(b) その他情報

PT. PAL JAYA BUMI UTAMAによれば、同社以外にも同じような改良型セプティックタンクを製造している現地企業が20社から30社あり、工場の製造能力も大きく変わらない、とのことであつた。民間会社25社として、改良型セプティックタンクの供給量を試算すると、150台/年/社 \times 25社=3,750台/年となる。

(c) 商業施設向け汚水処理装置

a) 装置の概要

処理能力 $3.4\text{m}^3/\text{日}$ 、 $6.8\text{m}^3/\text{日}$ 、 $15.8\text{m}^3/\text{日}$ の3種類を製造しており、今回は $3.4\text{m}^3/\text{日}$ の装置を見学した。 $3.4\text{m}^3/\text{日}$ の仕様は、縦型形、容量 3.15m^3 、材質FRP製であり、処理方式は、沈殿分離+間欠曝気処理（嫌気+好気）、処理水質 45mg/L である。

価格は、IDR 20,000,000（材工共）である。

b) 工場の製造能力

- ・ Household 向け：最大 5台/日（年間製造基数 約150台/年）
- ・ High-rise Building 向け：最大 1台/週（年間製造基数は不明）
- ・ 需要に応じて受注生産している。

c) 課題

小型処理槽では、計画日平均汚水量に対して流量変動係数を考慮して計画汚水量を設定する設計手法が求められるが、構造基準（No.122-2005）に示す設計原単位 $250\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ に対して $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ で設計しており、槽容量が不足している可能性がある。

事業所向けの汚水処理装置の設計においても同様に設計原単位 $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ を採用しており、同様に槽容量が不足している可能性がある。また、流量調整槽の付帯条件について、構造基準で示されていないこともあり、流量変動対策について不明であり、問題がある。

このように明確な設計手法が規定されていないことから、安定した性能を確保できる条件が満たされていない構造である可能性がある。今後、設計マニュアルを規定するなどの改善が必要である。

2) PT BESTINDO AQUATEK SEJAHTERA (外資系企業の事例)

日本のベストプラント (株) が 1998 年に設立し、主に事業所向けの合併式污水处理装置を製造している。小規模では沈殿分離+嫌気ろ床方式を始め、中規模では嫌気ろ床+生物ろ過法、及び嫌気ろ床+接触曝気法を採用している。FRP 製で、ハンドレイアップ法で成形している。製品は、1 週間から 2 週間で 5 基の割合で製造している。PT BESTINDO AQUATEK SEJAHTERA によれば、同社の「イ」国市場におけるシェアは 30% 位ではないか、とのこと。なお、同社は、「イ」国内市場だけではなく、サウジアラビアやアルジェリアなどの中東市場にも輸出している。

(a) 顧客

日系企業。ジャカルタの中心部や郊外にある分譲マンションビル、オフィスビル、ショッピングモール、その他商業ビル。家庭用污水处理施設 (改良型浄化槽若しくは合併浄化槽) 市場への進出も検討中。

(b) ジャカルタにおける商業用オンサイト污水处理施設の維持管理の状況

PT BESTINDO AQUATEK SEJAHTERA によれば、同社が合併浄化槽を納入した商業施設の内、同社と維持管理契約を締結しているのは約 10% である由。合併浄化槽の場合、その機能を適切に発揮するためには、専門業者による維持管理が不可欠であり、同社と維持管理契約を締結していない商業施設の場合、維持管理が適切に行われていないと疑われるケースがある由。なお、同社では維持管理要員 3 名を配置し、維持管理業務に対応している。

(c) 排水基準

製造側の意見として、放流水質基準 BOD50mg/L、NH₄-N10mg/L で性能達成することは、処理水に BOD50mg/L が残留する条件では、アンモニアの硝化反応が進まないため、困難とのこと。PT BESTINDO AQUATEK SEJAHTERA が製造する合併浄化槽の場合、BOD20mg/L まで処理が可能なので、NH₄-N10mg/L は達成可能だが、合併浄化槽以外の污水处理方式では同基準を達成出来ない筈、というのが、同社の見解。

(d) オンサイト污水处理施設の設置方法の問題点

PT BESTINDO AQUATEK SEJAHTERA より提供を受けた同業他社のオンサイト污水处理施設のパンフレットに示された同処理施設の設置モデル事例を見ると、処理水の一部が地下浸透され、また、家庭排水 (比較的清浄なもの) が処理施設をバイパスして排水口の手前で処理水と合流して排出される図面が掲示されていた。同社からは、もし現実の設置がこのような形でなされておれば、排水基準への適合性をチェックするための排水サンプリングが排水口でなされているとすれば、その排水サンプルは、污水处理施設の性能を正しく反映していない恐れがあり、排水基準の脱法行為ではないか、という指摘があった。

(2) 「イ」国の污水処理施設製造業界の課題

上記 2 社以外の現地製造業者の視察のアレンジが困難であったため、断定的なことを言うのは困難であるが、限られた情報の範囲内でも、以下のような課題があると考えられる。

- a) 改良型セプティックタンクや商業用オンサイト污水処理施設の設計基準が未整備であること。
- b) 特に商業用のオンサイト污水処理施設の維持管理業者が未発達であること。
- c) オンサイト污水処理施設の設置方法（配管を含む工事方法）に関する基準や監督体制を整備する必要があること。
- d) 上記 a)b)c)の点を含めて、業界と行政当局との協議の仕組みを作る必要があること。

B5.2.5 コミュニティ向けオンサイトシステム(SANIMAS)

(1) SANIMAS とは何か

SANIMAS (Sanitasi Oleh Masyarakat) は、「イ」国が開発した都市スラム地域の污水管理をコミュニティベースアプローチで実施する衛生改善プロジェクトである。「イ」国政府特に BAPPENAS がその普及に力を入れている。「イ」国の家庭の污水処理は、主としてセプティックタンクで行われているが、定期的汚泥収集はほとんど行われていない。スラム地区では、セプティックタンクも含め污水処理施設が無いところもある。「イ」国では、住民の衛生意識が低いことも問題であり、保健衛生に関するコミュニティぐるみの実践的教育や行動変化が必要な状況にある。SANIMAS は、そのような「イ」国の衛生の実態に対応するものとして、導入された³。対象污水は、し尿のみ、雑排水のみ、し尿及び雑排水の 3 つのケースがある。SANIMAS は、2003 年に開始し、2009 年までに「イ」国内で 420 のプロジェクトが実施されている。SANIMAS には 2 つのコンセプト、2 つの目的、6 つの原則がある。すなわち、①貧しい都市のコミュニティが自らの選択により、衛生システムを計画し、実施し、維持することを促し、支援する。②構築されるサンテーションシステムは、「イ」国の貧困都市地域の中でコミュニティベースサンテーションを実証するプロジェクトになること、を 2 つのコンセプトにしている。そして、①都市の高人口密度地域の衛生状況をコミュニティベースサンテーションアプローチ (CBS) で改善すること。②コミュニティベースサンテーションアプローチ (CBS) が地方自治体の污水管理システムの一つの選択肢となることを確かにすること、を 2 つの目的にしている。そして、SANIMAS は、以下に示す 6 つの原則を有する。

- 重要に反応するアプローチ
- 自らの選択
- 複数の財源
- 受益者の参加
- 技術の選択
- 能力開発

³ SANIMAS が成り立つためには、コミュニティの住民が衛生問題の解決を目指しそのため衛生施設の維持管理費を負担する強い意志を示すこと、地方自治体が SANIMAS 施設の建設費を負担することが必要であり、後者は政治的意思の有無がポイントとなる。このことを通じて、住民レベルでも政治・行政レベルでも衛生意識を高めることにつながる。

(2) 実績

SANIMAS は、パイロットプロジェクトとして 2003 年に東ジャワ州で 5 箇所、バリ州で 1 箇所のプロジェクトが実施された。2004 年には、さらに東ジャワ州で 6 箇所、バリ州で 2 箇所が追加された。2003 年から 2004 年のプロジェクトは、AUSAID のファンドと WSP-WORLD の無償で行われた。コミュニティの能力開発は、BORDA とそのパートナーで行われた。

水道衛生ワーキンググループは、プログラムの実施について調整とアドバイスを行った。2005 年公共事業省は、ファンドを引き継ぎ、実施地域を広げた。東ジャワ州に 6 箇所、中央ジャワ州に 4 箇所、バリ州に 1 箇所を新たに設置した。2005 年の実績に基づいて、様々なファンドにより、SANIMAS は、全国スケールで展開されることになった。2006 年には 68 箇所、2007 年には 125 箇所、2008 年には 108 箇所、2009 年には 97 箇所に設置され、「イ」国全土で 2009 年までの合計で 423 箇所となった。2010 年には約 1000 基に増加した。2011 年には 1500 基に達する見込みである。国内ファンドと海外ファンドが増額されたことによる。

SANIMAS の財源について 2010 年には、財務省から直接の地方自治体の衛生分野への補助金 (APBN) が出来た。海外のファンドとして、2010 年のオーストラリアのファンド、2011 年には ADB のファンド、2012 年には WB と IDB (イスラム開発銀行) のファンドによる。なお、各海外ドナーは、地域を分割して支援を実施している。ADB は中央ジャワ、バリ、スラウェシの一部、WB は東ジャワ、パプア、IDB はスマトラ、カリマンタン、となっている。

(3) SANIMAS で適用される技術

汚水の衛生的な処理と環境保全対策を前提とする汚水処理においては、好氣的な生物処理または嫌氣的な生物処理を行うのが一般的である。しかし開発途上国においては安価な建設費、安価な維持管理費、電力供給の不足ないし不安定性への対応、運転操作・維持管理が容易で安価なことが求められることが多い。さらに開発途上国にとって衛生問題を解決すべきこと、一方で下水道敷設完成まで時間がかかることなどから、BORDA は数十戸から数百戸の家庭ないし小規模零細企業を対象とする嫌氣的な生物処理による汚水処理システムを開発した。これが DEWATS (Decentralized Wastewater Treatment Systems、分散型汚水処理システム) と呼ばれるものであり、「イ」国では政府、自治体が BORDA の協力の下で、SANIMAS を具現化する装置として広く普及させようとしているものである。

DAWATS の基本構成は汚水収集管渠＋最初沈殿槽＋嫌気反応槽＋最終沈殿槽からなる。コンクリート製水槽内はバツフルで 5 つから 7 つ程度のチャンパー (部屋) に分けられ、最初の 1 槽が沈殿槽、その後の 3 槽から 5 槽程度が嫌気反応槽 (Anaerobic Baffled Reactor)、最後の一槽が最終沈殿槽を構成している。最初沈殿槽は消化槽を兼ねる。嫌気反応槽には充填材を充填して消化効率を高めると共にろ過性を高める場合もある。消化槽から得られるバイオガス (メタンガスと CO₂ を主成分とするガス) は圧力調整や脱硫を行うことなくそのまま煮炊き等に利用されている。窒素、リンを除去する場合は、最終沈殿槽からの流出水を、水生植物を植えた wetland に流入させて窒素、リンを吸収させて除去する。

本方式は建設費も維持管理費も安価であり、処理水質は良好とされているが、処理水の外観が

ら判断すると処理水 BOD は 50mg/L から 100mg/L と判断され、環境対策としては十分とは言えない側面がある。詳細な水質モニタリングの実施、汚泥の引き抜きを含む維持管理のあり方、装置の長期耐久性等を調査・検討していく必要があると考えられる。

(4) SANIMAS の種類

SANIMAS には以下の 3 つの種類がある。

1) 簡易下水システム

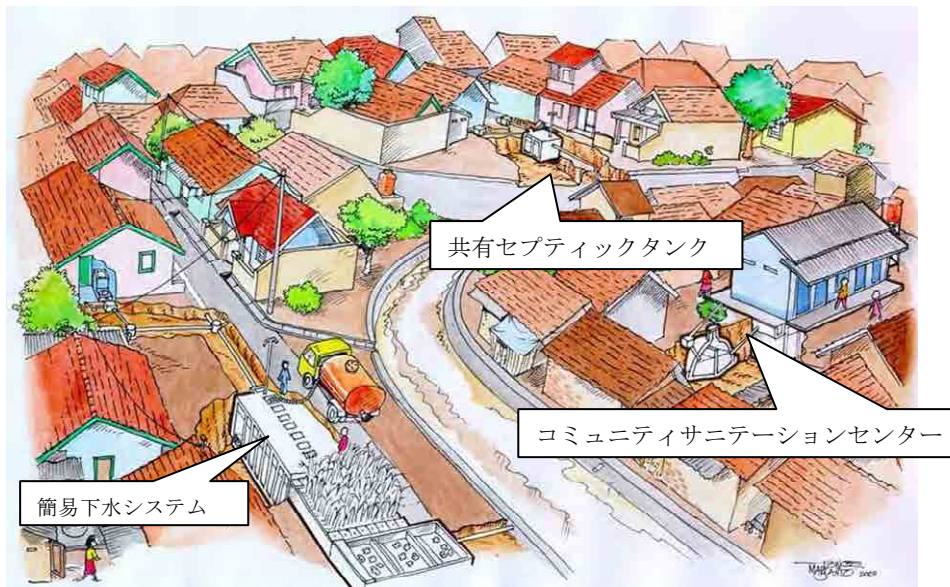
大多数の家庭が個人所有のもので衛生施設の建設のスペースが確保できる貧困エリアにおいて簡易な汚水処理プラントに接続するシステム。

2) コミュニティサニテーションセンター

大多数の家庭が借家で衛生施設の建設のスペースが確保できない貧困エリアにおいて、給水、トイレ、シャワールーム、洗濯スペースを供給するシステム。

3) 共有セプティックタンク

複数の家を接続する共有のセプティックタンクを下図に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 B5-4 SANIMAS の種類

(5) SANIMAS の設置事例

タンゲラン市の 2 つの SANIMAS を訪問した。いずれもトイレとシャワーを備えたコミュニティサニテーションセンターで地区の住民により、管理されている。使用者数はコタタンゲランの方が 80-100 人、カブパテンタンゲランの方が 40-75 人であり、いずれも計画人数（それぞれ 230 人、300 人）より少ない。維持管理費は、トイレが IDR 1,000、シャワーが IDR 2,000 の使用料金で賄われている。

	RT02/01 Kel. Jatake	Masyalakat Kampung Pisangan
住所	Kota Tangerang	Kab. Tangerang
建設年月	2004年9月	2007年12月
SANIMASの種類	コミュニティサニテーションセンター	コミュニティサニテーションセンター
設備数	トイレ6、シャワー6	トイレ7、シャワー4
建設費(資金源)	IDR 240,568,915 (BORDA)	IDR 249,882,347 (Cipta Karya,PU)
使用者数	80-100人(計画230人)	40-75人(計画300人)
外観		

出典：JICA 専門家チーム

図 B5-5 SANIMAS の設置例 (タンゲラン市)

(6) 今後の動向

SANIMAS のミッションは、環境衛生の確立、組織の強化、法規制、コミュニティ参加を通じて安全で健康な生活環境を築くことであり、衛生状況改善コストと衛生状況の改善度が比例関係を成す中で、現状の劣悪な衛生状況と高コストな下水システムの間後に位置し、そのギャップを埋めるものとして位置づけられる。今後も、国内の補助制度と海外のマルチファンドの適用で、「イ」国全土では増加するものと思われる。しなしながら、ジャカルタでは、SANIMAS は地方における下水の代替システムであり、ジャカルタのように経済的富裕地区で人口密度が高く設置スペースの確保が困難との理由で、これまで下水等のプライオリティが高く、SANIMAS は設置例は極めて少ない。

B5.3 セリブ諸島のオンサイト処理施設

B5.3.1 セリブ諸島の特徴

Kabupaten 県であるセリブ諸島は、合計で 300 近くの小さな島の群島である。これらの島の中で、South Thousand Island 区である Untung Jawa 島は居住者が存在する大きな島の一つである。この島の面積はおよそ 38ha であり、2007 年の人口はおよそ 1782 人、2009 年の人口はおよそ 2029 人であり、人口は増加している。この島には希少なマングローブ林があり、また動植物類が多彩であることから、ジャカルタ本島からの観光地の一つとなっている。

B5.3.2 Untung Jawa 島の既存オンサイト処理施設

JICA 専門家チームは州政府の職員とともに Untung Jawa 島の既存オンサイト処理施設の現地踏査を実施した。また、ITP の運転管理者と住民へのヒアリングも行った。

既存のオンサイト処理施設は DKI Jakarta 公共事業局建設による ITP であり、先述した表 B4-9 の No. C の中の 7 番に相当する。ITP は 2 箇所あるが、1 つは容量 70 m³/日のユニットが 2 つあり、処理方式は RBC (Rotating Biological Contactor、回転生物接触法) が適用されているが、稼働して

いない。もう1つのITPは容量200 m³/日であり、処理方式は生物活性法+リサイクル砂ろ過+活性炭であり、稼働している。汚水は、下水管路を通じてポンプで運ばれている。2006年時点ではこのITPのカバー人口はおよそ50世帯のみ（全世帯数475）であったが、現在は120世帯まで増加している。

B5.3.3 まとめと提言

Untung Jawa 島の水及び衛生環境の改善のための提言は以下のとおりである。

- 今後、人口は増加すると考えられるため、サービス範囲も拡大する必要がある。ITP の運転管理者と住民へのヒアリングによると、管路やポンプが部分的に故障しているとのことである。よって、既存の管路やポンプの改修が必要である。
- サービス範囲が拡大すると、ITP の容量が不足することになる。およそ2,000人の住民及び観光客をカバーする場合、ITP の容量はおよそ500 m³/日が必要となる。また、既存のITP の1つは機械の故障により稼働していないことから、そのITP の改修が必要である。

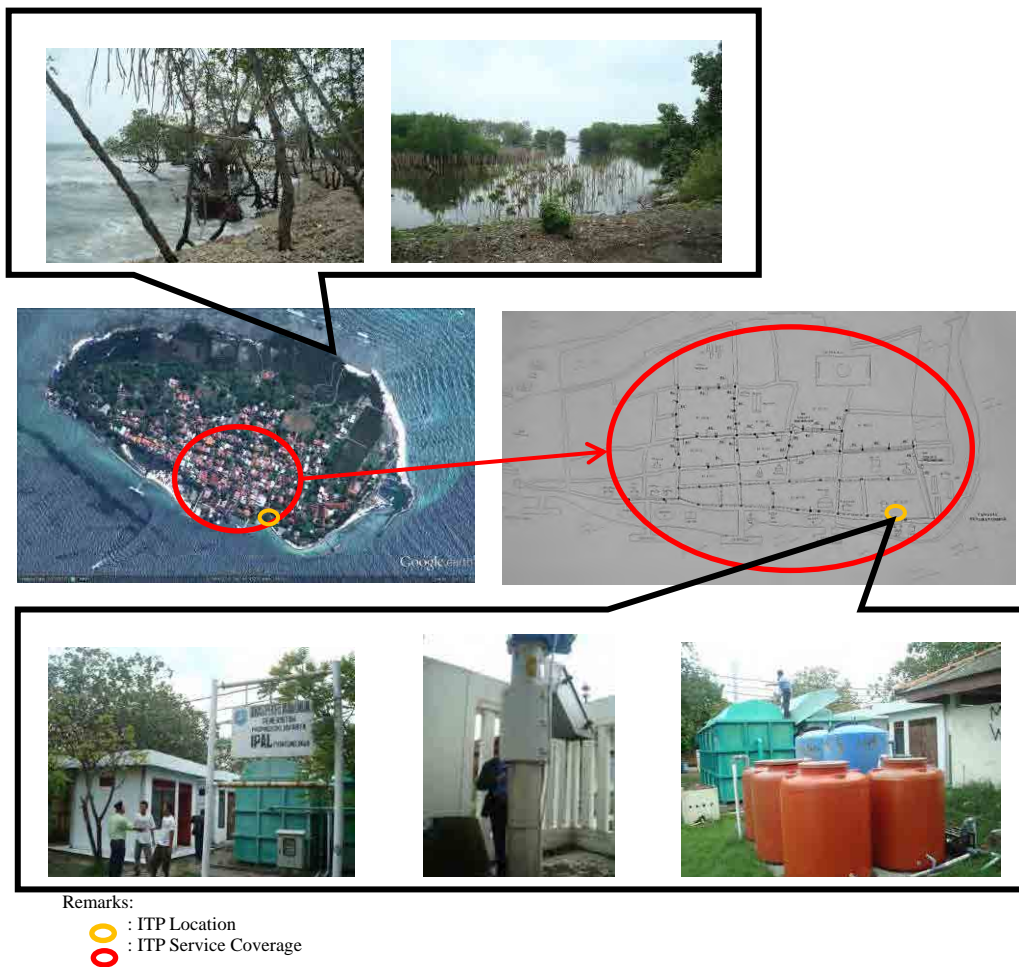


図 B5-6 Untung Jawa 島の稼働中の ITP 及びサービス範囲

B5.4 オンサイト処理システムの主な問題点

B5.4.1 セプティックタンクによる地下水汚染

し尿系汚水（Blackwater）を受け入れるセプティックタンクは、一般に地面から地下 1.5m から 2m 程度の深さに掘って設置される。セプティックタンクからの処理水が地下浸透する場合、その処理水質は良好とは言えず、特にその近くにある井戸を BOD のような有機物や窒素化合物で汚染するか、あるいは水系感染症をもたらすような疫学的汚染を引き起こす可能性が高い。

こうしたことからセプティックタンクと井戸の距離を一定値以上離すよう規定することが多い⁴。セプティックタンクに限らず、トイレ汚水を非水密性タンクに受け入れる場合も同様の注意が必要となる。セプティックタンクなどによる地下水汚染の既往調査結果の要点を以下に示す。

- (1) 家庭汚水の不適切な管理のためジャカルタ市では 2007～2009 年に 75～77%の浅井戸（明確な定義はないが、慣用的には深さ 20m 以下を浅井戸、それより深い井戸を深井戸と呼ぶ傾向がある）が大腸菌群で汚染されており、良好な水質の浅井戸は僅かに 23～25%であった。衛生施設の適切な管理基準は糞便や病原菌を媒介する動物と人とを隔離する、糞便による汚染を防ぐ等であり、この観点から水質が良好でないセプティックタンク処理水は地下浸透を止め表面放流すべきとしている。（文献⁵）
- (2) BPLHD が 2002 年に地下水調査を行った 100 箇所のうち、化学的基準や金属塩基準については 90 箇所クリアした（Mn は除く）が、50 箇所基準を上回る高濃度の糞便性大腸菌が検出された。UNESCO が 2004 年 2 月に東部ジャカルタの 452 世帯で使用する井戸水を調査した結果、大腸菌群数については 92%の世帯で基準値（0 個/100mL）を上回り、64%の世帯で 2,400 個/100mL を超過していた。また糞便性大腸菌群数について基準をクリアしたのは調査した 25 世帯のうち僅かに 2 世帯（8%）だけだった。（文献⁶）

以上のように、人口密度の高いジャカルタ市では井戸水が疫学的に汚染されている比率が高いことから、地下水汚染に繋がる地下浸透式セプティックタンクの使用を禁止し、表面放流タイプに替える必要がある。

B5.4.2 セプティックタンクの改良

従来型セプティックタンクと改良型セプティックタンクの構造の違いについては、B5.2.1 に記述した。この両者の汚水処理施設としての性能について確認するため、JICA Team は、PD PAL JAYA、Cleansing Agency、BPLHD と合同で、両者の排水の水質調査を実施した。

⁴ SNI03-2398-2002 TATA CARA PERENCANAAN TANGKI SEPTIC DENGAN SISTEM RESAPAN (Planning Procedure for Septic Tank Infiltration System)

⁵ Mr. Jori Tagor, Environment Board(BPLHD),DKI Jakarta, Groundwater Quality and the Impact of Septic Tank on the Groundwater Quality, Open Workshop for JICA Technical Cooperation Project on Wastewater Management in DKI Jakarta, At Kartica Chandra Hotel, 2nd February 2011

⁶ John M. Miller, Support to DKI Jakarta for Wastewater Management, Draft Final Report, October 2006

(1) 調査概要

1) 目的

On-site 処理システムとしての従来型セプティックタンク及び改良型セプティックタンクについて、PD PAL JAYA の協力を得て、ジャカルタ市内での稼働施設各 3 箇所を訪問・調査すること。

2) 調査実施日

- ・従来型セプティックタンク 2月7日(月)
- ・改良型セプティックタンク 2月14日(月)

3) 調査方法

セプティックタンクの設置先の家族状況やセプティックタンク設置条件を S/R Part-B : B5 に、また調査時に撮影した写真を S/R Part-B : B5 に示す。水質測定のための汚水のサンプリングは、時間的制約もあってスポットサンプリングとした。水質分析は pH、BOD、COD_{Cr}、NH₄-N は PD PAL JAYA で、E. Coli は PD PAL JAYA の紹介により P. T. Nusantara Water Centre で行った。

(2) 調査結果

1) 水質の測定結果

(a) 従来型セプティックタンク (CST-1, CST-2 及び CST-3 の 3 箇所)

結果を S/R Part-B : B5 に示す。個人家庭のし尿汚水のみを処理する従来型セプティックタンクの処理水質は、pH 6.8 から pH7.0 (平均 pH6.9)、BOD150mg/L から 230mg/L (平均約 200mg/L)、COD_{Cr}420mg/L から 620mg/L (平均約 530mg/L)、NH₄-N40mg/L から 7mg/L (平均約 5.6mg/L)、COD_{Cr}/BOD = 2.5 から 2.9 (平均約 2.7) であった。セプティックタンクの処理水質は graywater の水質に比べて、第 1 に pH、NH₄-N は同程度の値を示すこと、第 2 に BOD、COD_{Cr} は高い値を示すものの COD_{Cr}/BOD で比較すると同程度の値を示しており、組性的には類似と言える。No.122/2005 Domestic Wastewater Quality Standards での Individual/Household に対する基準値は BOD75mg/L、COD_{Cr}100mg/L であり、従来型セプティックタンクの処理水質はこれを満足していないと言える (pH、NH₄-N はクリア)。

(b) 改良型セプティックタンク (MST-1~3 の 3 箇所)

結果を S/R Part-B : B5 に示す。MST-1 は BPLHD の守衛者と運転手のトイレ排水のみを一部好氣的に処理しており、他方 MST-2 から 3 は 3 世帯分から 6 世帯分 (居住者数 18~40 人) のトイレ排水と生活雑排水を嫌氣的に合併処理していることから communal 汚水処理に分類される。トイレ排水と生活雑排水とを嫌氣的に処理する MST-2 から 3 の処理水質は、pH6.4 から pH7.0 (平均 6.7)、BOD160mg/L から 210mg/L (平均約 190mg/L)、COD_{Cr}360mg/L から 400mg/L (平均約 380mg/L)、NH₄-N 5.5mg/L から 8.5mg/L (平均 7.0mg/L)、COD_{Cr}/BOD=1.9 から 2.3 (平均約 2.1) であった。No.122/2005 Domestic Wastewater Quality Standards での Communal に対する基準値は BOD50mg/L、COD_{Cr}80mg/L であり、改良型セプティックタンク MST-2 から 3 の処理水質はこれを満足していない。その一因は設置されたセプティックタンクが処理対象人口 10 人なのに対し

て、流入汚水の処理対象人口がそれぞれ 6 世帯（40 人）、3 世帯(18 人)と過負荷になっているためと考えられる。なお井戸水については、MST-3 の 1 箇所のみ水質項目を測定した。この井戸水は外観的には清澄であり、また水質分析で E.Coli の存在は認められなかったものの、BOD124mg/L、COD_{Cr}221mg/L、NH₄-N 6.2mg/L という測定結果であり、かなり汚染されていると言える。

2) 水質面から見たセプティックタンクに関する考察

汚水の処理水質に影響を及ぼす因子となる調査対象先の住所、家族構成（汚水の量や質に影響を及ぼす）、セプティックタンクの設置年度・寸法・内部構造・容量・汚泥引き抜き状況等を S/R Part-B : B5 に示す。し尿のみを処理対象とする従来型セプティックタンク CST-2 と CST-3 について、両者の類似点は家族構成が 4 人で（昼間人口、夜間人口の差異はあるものの、1 日の処理水量はおおよそ同じと見なせる）、Blackwater のみをセプティックタンクで処理した後排水路へ放流する点であり、両者の異なる点は第 1 に CST-2 が第 1 年に 2 回汚泥引き抜きを実施するのに対し、CST-3 は一度も汚泥引き抜きを実施していない点、第 2 にセプティックタンクの容量が CST-3 (2.9m³) は CST-2 (2.2m³) より 30%大きい点、第 3 にセプティックタンクの内部構造が CST-2 は 2 室、CST-3 は 1 室構成である点である。これに対し CST-2 及び CST-3 の処理水 BOD は、それぞれ 231mg/L、217mg/L と同程度であった。すなわちし尿のみを対象とする従来型セプティックタンクでは、定期的な汚泥引き抜きを行ったとしても、BOD200mg/L 程度の処理水質しか得られず、処理水質基準値を満足するためには従来型セプティックタンクの構造や処理機能、また維持管理体制などを見直す必要があると考えられる。他方、し尿と生活雑排水とを処理対象とする改良型セプティックタンク MST-2 と MST-3 について、処理水 BOD は平均約 190mg/L と高く、期待される水質改善効果は見られなかった。

その原因として、上記(a) 2)に示すように、設置されたセプティックタンクが処理対象人口 10 人なのに対して、流入汚水の処理対象人口がそれぞれ 6 世帯（40 人）、3 世帯(18 人)と過負荷になっているためと考えられる。このように過負荷になることが分かっているにも拘らず、処理対象人数に見合う槽容量の改良型セプティックタンクが設置されていないのは、適正規模のセプティックタンクが正しく設置されるか否かをチェックするシステムが働いていないためと考えられる。このチェックシステムの確立は重要であり、改良型セプティックタンクがその機能や基準に見合って正しく製造されたかをチェックすること（日本の浄化槽における性能評価に相当）、及び改良型セプティックタンクが未だ必ずしも広くは普及していない今の段階において期初の処理性能を正しく発揮しているかのモニタリング調査を行い、処理機能をチェックしていくことも併せて検討すべきであると考えられる。

3) 今回の調査での注目すべき点

既存 M/P では、し尿のみを処理する従来型セプティックタンクの処理水は地下浸透することから、河川等公共水域の汚濁負荷になるのはグレーウォーターだけである、という前提に立っていた。しかし今回調査した事例では、改良型セプティックタンクのみならず従来型においても処理水を表流水に排出している事例が多く見られた。したがってセプティックタンクによる河川等公共水域への汚濁負荷も考慮する必要があると考えられる。

B5.4.3 定期汚泥引き抜き制度の導入

(1) 汚泥引き抜き制度の必要性

セプティックタンクは、し尿排水中の有機性汚濁物質の沈殿分離と嫌気処理機能を組み合わせた装置であり、通常、タンク内で 30 日程度の時間をかけて処理する。消化後の上澄み液の水質は、BOD200mg/L 程度であり、土壌浸透処理させたり、そのまま側溝等へ表面放流する方法がとられる。セプティックタンクは、長期に亘って使用すると、消化汚泥が蓄積し、タンクの有効容量が減少して処理機能が低下したり、汚泥が系外に流出して環境汚染の原因となる。汚泥処理施設に持ち込まれる汚泥は BOD1000mg/L 前後と推測され、汚泥は処理水に比べて BOD で数倍の濃度である。このため、セプティックタンク内の消化汚泥を適切に管理することは極めて重要である。

1) セプティックタンクにおける汚泥の堆積

前述のとおり、セプティックタンク内では、物理的な沈降作用及び嫌気性菌による消化反応が進行し、有機物は消化ガスに転換され、残渣として消化汚泥が堆積して行く。汚泥の引き抜き頻度は、清掃局担当者によると、通常の 5 人槽で 1 回/5 年程度という。

これより、汚泥の蓄積量を推計すると次のとおりである。

条件：5 人槽、槽容量 3.5m³、汚泥引き抜き頻度 1 回/5 年

汚泥発生量：3.5m³/5 年→1.9L/日

1 人当たり汚泥発生量：0.38L/日

一方、汚泥処理施設に持ち込まれるセプティックタンク収集汚泥の汚泥沈降率 (SV) を調査したところ、40%程度であったことから、セプティックタンク内において汚泥の容積割合が平均 40%の状態引き抜かれているものと推測される。すなわち、セプティックタンク内でスカムや堆積汚泥が槽容積の 40%位に達した時に汚泥の引き抜きの必要性が生じ、実施されていることが推測される。

2) 汚泥引き抜きと処理水質

セプティックタンク内で汚泥界面が上昇すると、沈殿分離や消化機能の低下はもとより配管の閉塞、処理水質が悪化する原因となる。これを防止するためにはタンクの汚泥堆積量を一定量以下に抑える必要があり、定期的な汚泥引き抜きが欠かせないこととなる。

現状では、汚泥の引き抜き依頼は、配管の閉塞等によるトラブル時に行われているが、定期引き抜き制度を導入することにより、処理機能が安定化すると考えられる。

3) セプティックタンクの構造と汚泥引き抜き

セプティックタンクは、屋内床下に設置されるケースがあり、居住者が設置場所を知らないケースもある。定期汚泥引き抜きを実現するためには、セプティックタンクの清掃口取り付けを義務化するなどの対策が求められる。

(2) 定期的汚泥収集導入のために必要な方策

1) オンサイト・サニテーション施設の構造

汚泥の定期収集が有効であるためには、オンサイト・サニテーション施設内に蓄積された汚泥が、収集されるまでに表流水や地下に流出しないようにすることが、第一に重要である。汚泥は、処理されないで自然界に流出すると、最悪の汚染物質となるからである。このため、日本では、建設基準法で Vault Toilet や浄化槽は密閉型とすることが義務付けられている。また、Vault Toilet も浄化槽も使用人数に応じた最低サイズが定められている。

第二に、汚泥の収集作業が効率的に出来るように、汚泥を取り出す口が収集業者にとって接近可能な場所についていなければならない。日本では Vault Toilet や浄化槽は屋外に排出口を設ける必要がある。

2) 汚泥の定期収集実現のために必要な法的規制

汚泥の定期収集・処理がワークするためには、法的規制が不可欠である。定期収集に応じることを住民の義務として明確に定める必要があり、定期収集が可能となるような施設や制度を整備することを自治体の義務として明確に定めなければならない。日本では、浄化槽については、浄化槽法において、浄化槽管理者（住民が浄化槽を設置する場合は、住民自身）が、自分自身で若しくは維持管理業者に委託して、年に 1 回の保守点検・清掃（汚泥除去）を行わなければならない旨、定めている。浄化槽の場合、その維持管理は専門家でなければ難しいので、これは、事実上、住民が維持管理業者と維持管理契約を締結することを義務付けていることになる。実際、日本では、下水道が入っていない地域で家を新築する場合には、浄化槽を設置することが義務付けられており、家の建築許可申請の際に浄化槽についても届け出る必要があり、家が完成し浄化槽の使用を開始してから 30 日以内に維持管理契約書を届け出なければならない。次に、自治体の方の義務については、廃棄物処理法において、自治体はし尿処理施設と制度を整備する義務を負っている。

3) 汚泥の定期収集を可能にするための財政措置

汚泥の定期収集を可能にするためには、収集業者が収集費用を回収する仕組みが必要である。また、収集業者が、収集した汚泥を河川等に廃棄せずに汚泥処理場に運んでくるための財政的インセンティブも必要である。更に、住民が収集業者に支払う収集料金は、住民の支払い意思に合致した水準に設定されなければならない。

日本では、汚泥収集のコストは、住民が支払う料金により回収する、というのが原則となっている。日本の場合、し尿や汚泥の収集業者を保護するため、許可制として新規参入を制限し、過当競争により収集料金が収集費用を下回ることを防ぎ、自治体が収集業者の費用と住民の支払い意思とを調整して収集料金を設定しているが、これは、国によって事情が異なるので、違うやり方もあるだろう。

住民の支払い意思との関係では、東京都の場合、し尿収集業務が導入された最初の 3 年間は、収集料金を無料とし、4 年目から徴収を開始した事例がある。

日本では、浄化槽汚泥の収集料金は、最初から有料であり、確実に費用回収している。日本では、し尿・汚泥処理場の運転費用は、全額、自治体が負担しており、住民や収集業者に負担させることはない。これにより、収集業者が収集した汚泥を河川等に投棄することがないようにしている。また、し尿や汚泥を河川に不法投棄した収集業者は、営業許可を取り消される。

4) 定期汚泥収集処理のための組織体制・人的能力開発

汚泥定期収集処理を実施するためには、そのための組織体制を整備する必要があるが、汚泥の定期収集業務の大部分は民間セクターが実施するため、国や自治体の役割は、民間の仕事の規制や監督が中心となる。他方、汚泥の定期収集は、人々の衛生環境や保健に関係するため、専門的なトレーニングが不可欠である。

日本では、特に浄化槽の維持管理と浄化槽汚泥の定期的引き抜きを行う民間業者の業務が保健衛生的に問題ない形で実施されるのを確保するため、訓練を経て試験に合格したものだけが浄化槽の設置・維持管理・汚泥引き抜きのそれぞれのサービスを提供することが出来る資格制度を設けている。また、これらの訓練と資格授与を行う機関として、日本環境整備教育センターと日本環境整備教育センターという機関を設けている。現在、日本では、これらの資格を持った浄化槽関連サービス・ベンダーが40,000人いる。これらの浄化槽ベンダーは、中小企業にとって良いビジネス機会となっている。

日本では、し尿・汚泥の収集処理は、行政的には下水道を管轄する国交省ではなく環境省に属し、自治体では、下水道局とは別の衛生局などに属しているが、下水道と汚泥収集処理とを行政的に分けることがベストだとは言えない。Sanitationとして一つの組織に括って、下水道もし尿・汚泥収集処理も担当する、という行き方もあると考える。

5) 汚泥定期収集処理のための施設整備

し尿や汚泥の定期収集を行うためには、家庭から一定の距離以内に汚泥処理場がある必要がある。日本では、し尿や汚泥の収集業者は、収集場所とし尿(汚泥)処理場との間を一日4往復すれば採算が取れる、と言われている。日本では、1950-60年代に、合計1,100箇所のし尿処理施設が各自治体により全国に建設されたが、これらは今でもし尿と浄化槽汚泥の処理のために運転されている。し尿処理場を建設する自治体に対しては、中央政府の補助金制度がある(建設費用の30%)。

6) 汚泥定期収集業務における民間セクター活用策

汚泥収集処理業務の内、収集業務については、民間セクターが行うことが多いので、その育成策や監督策が必要となる。日本では、既に述べたとおり、し尿や汚泥の収集業務は、多くの場合、民間企業が行っており、許可制にして過当競争を防止し、資格制度を導入して業務の質を確保し、また、収集車両への投資購入については低利融資制度を設けている。日本では、汚泥処理場自体は地方自治体が保有しているが、その運転維持管理は民間企業に委託していることが多く、その場合、運転員については中央政府が資格制度を設け、業務の質を確保している。

B5.5 PPSP の活動

ジャカルタ汚水処理マスタープランが改定されることにより、下水道整備の促進及び家庭用オンサイト施設の改善、維持管理の改善（汚泥定期引き抜き）に加えて企業用オンサイト施設の改善、維持管理の改善等が行なわれる。これにより、予算執行額の増加、市民及び事業者等の処理費が負担増となるが、現状では関係者の環境改善に向けての意識はこの費用負担を正当化するまでに至っていない。また、関係者間の理解と協力が重要であり、そのために住民啓蒙活動や環境教育等の実施が求められる。

また、DKI Jakarta は 2011 年に「都市衛生開発促進プログラム」(PPSP : Accelerated Development of Residential Sanitation Program) の参加者となり、2011 年に知事令に基づいて、ワーキンググループを立ち上げており、現在、BPLHD が中心となり検討会を進めている。このワーキンググループでは、2011 年秋に衛生白書を作成することになっており、この中で DKI Jakarta の衛生の基本戦略を作ることになっている。衛生白書を作成するに当たり、同ワーキンググループでは、現状の衛生に関するデータ収集を目的として環境・健康リスク調査 (EHRA) を実施することにしており、この中で現状の衛生問題を調査・検討することになっている。「都市衛生開発促進プログラム」は来年度以降も予定されており、本プロジェクトの環境教育・住民啓蒙活動はこの活動をフォローしながらその成果を踏まえて実施する。なお、「イ」国において 2008 年以降に行われた廃棄物及び衛生分野の環境教育・住民啓蒙活動の実績を添付資料に示す。

B5.6 その他の開発途上国の状況

下水普及率と下水料金及びオンサイト・サニテーションに関するアジアの開発途上国の状況をまとめると、以下のとおりである。なお、信頼できるデータが揃っている各国の人口、トイレ普及率、セプティックタンク普及率、セプティックタンク汚泥 (septage) の処理状況を、表 B5-6 に示す。

表 B5-6 東南アジア諸国の衛生施設状況

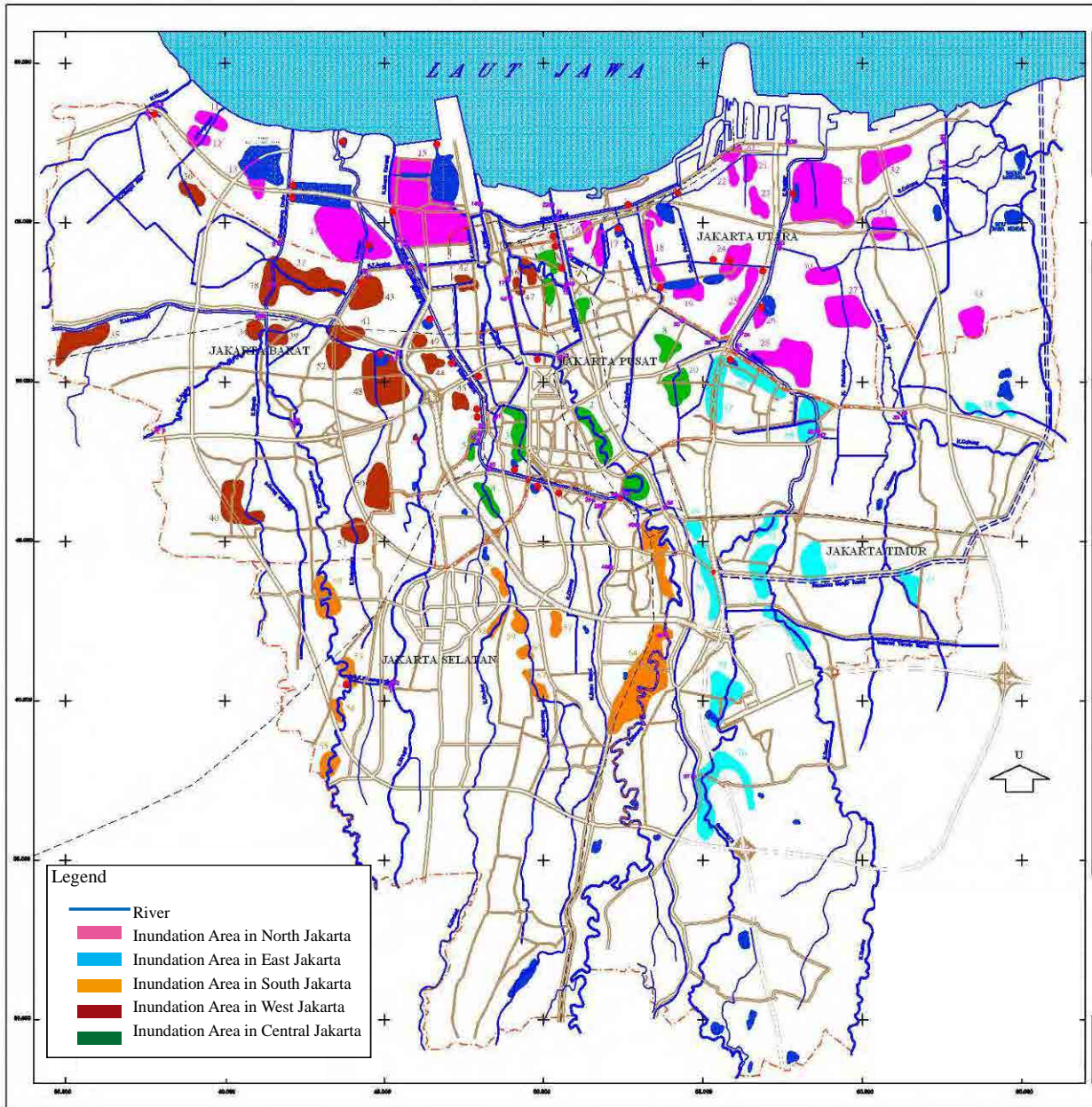
Country	Population		Use of sanitation facilities			Use of septic tank		Septage management	
	Total (thousand)	% urban population	% population			% population		% septage treated	
			Total	Urban	Rural				
INDIA	1,181,412	29	31	54	21	29	urban	0	
INDONESIA	227,345	52	52	67	36	62	urban	4	urban
MALAYSIA	27,014	70	96	96	95	27	IWK areas	100	IWK areas
PHILIPPINES	90,348	65	76	80	69	85	Metro M	5	Metro M
THAILAND	67,386	33	96	95	96	21	urban	30	
VIETNAM	87,096	28	75	94	67	77	urban	4	

出典：USAID 2010

B6 雨水排水システムの現状

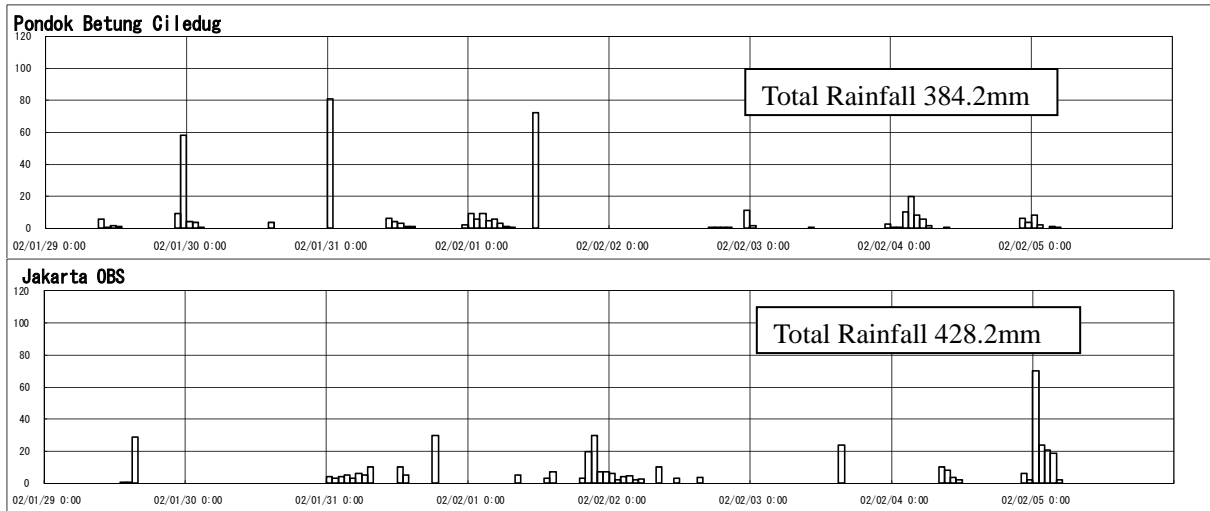
B6.1 DKI Jakarta における既往洪水

DKI Jakarta においては、開発による流域流出の増加により洪水が頻発している。近年では2002年、2007年に大規模な洪水に見舞われた。2002年、2007年におけるDKI Jakarta内の主要降雨観測所の降雨状況をそれぞれ図B6-2及び図B6-3に、氾濫状況を図B3-33及び図B6-4に示す。



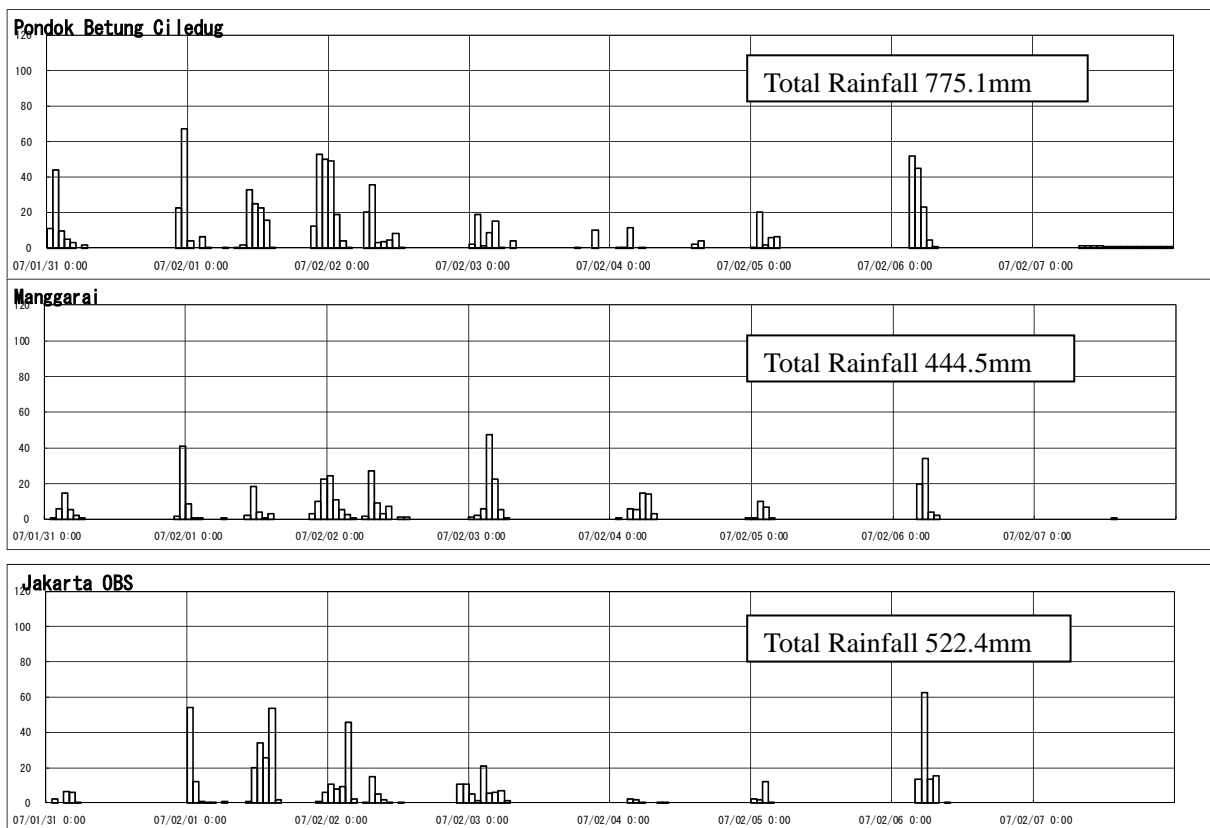
出典：チリウン・チサダネ流域管理事務所
(Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane: Ciliwung-Cisadane River Basin Main Office : BBWS CC)

図 B6-1 DKI Jakarta における 2002 年洪水氾濫状況



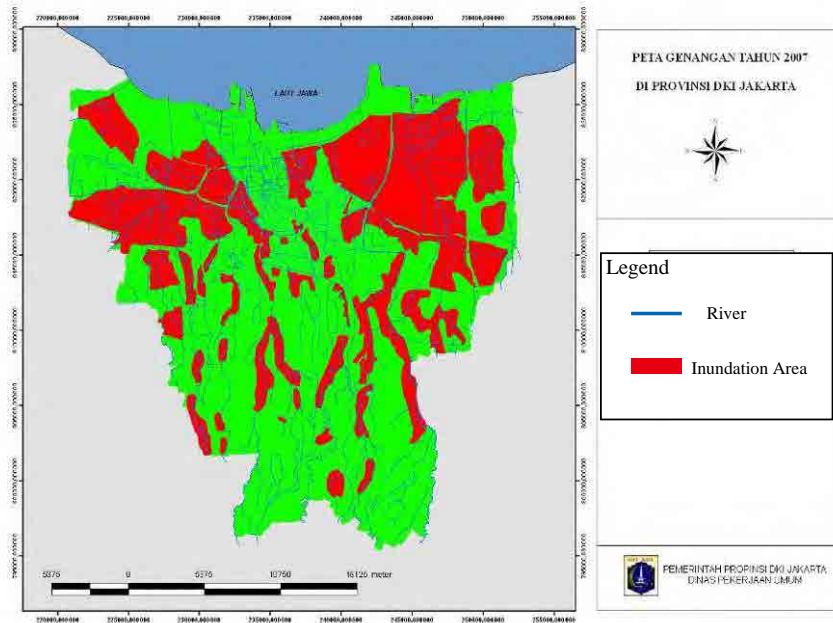
出典: JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成

図 B6-2 DKI Jakarta 主要降雨観測所における 2002 年洪水・降雨記録



出典: JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成

図 B6-3 DKI Jakarta 主要降雨観測所における 2007 年洪水・降雨記録



出典：チリウン・チサダネ流域管理事務所

(Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane: Ciliwung-Cisadane River Basin Main Office : BBWS CC)

図 B6-4 DKI Jakarta における 2007 年洪水氾濫状況

B6.2 DKI Jakarta における既往の治水計画

現時点における DKI Jakarta に関する治水計画の概要を以下に示す。

表 B6-1 既存治水計画の概要

調査	治水計画と進捗状況
ジャカルタ排水・洪水制御計画 （「イ」国公共事業省：1973年）	<ul style="list-style-type: none"> ■ チリウン川、クルクト川等をインターセプトする西放水路（1924年に建設）を拡張し、又特別州東側に位置する河川をインターセプトする東放水路とともに100年確率洪水対応で建設する。 ■ 現時点においては、西方水路下流に位置するチェンカレン放水路が100年確率洪水対応で建設され、M/Pにもとづき西方水路拡張工事が完了した。東放水路においても、2010年1月にほぼ完了し運用されている。 ■ 東放水路と西放水路の間に位置する地区の排水計画が策定された。この計画によって既存河川を排水幹線として25年洪水対応で改修すると共に、地区を6つの排水区に分け、排水機場や排水路が整備された。 ■ 排水計画の内、既存河川の整備や排水機場建設は実現した。現在、これらの河川はジャワ湾の潮位の影響を受けるために、18箇所の排水機場や23箇所の洪水ゲートで排水が行われている。
ジャボタベック総合水管理計画調査（1997年：JICA）	<ul style="list-style-type: none"> ■ ジャカルタ首都圏における治水M/Pの策定、及び策定されたM/Pの中から選定された優先プロジェクトに対してフィージビリティ調査が実施された。 ■ M/Pは主要8河川水系に対する河川改修、放水路改修・新規開削によって、ジャカルタ首都圏の治水安全度をその重要度に応じて25年または100年確率に改善しようとするものである。

出典：JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成

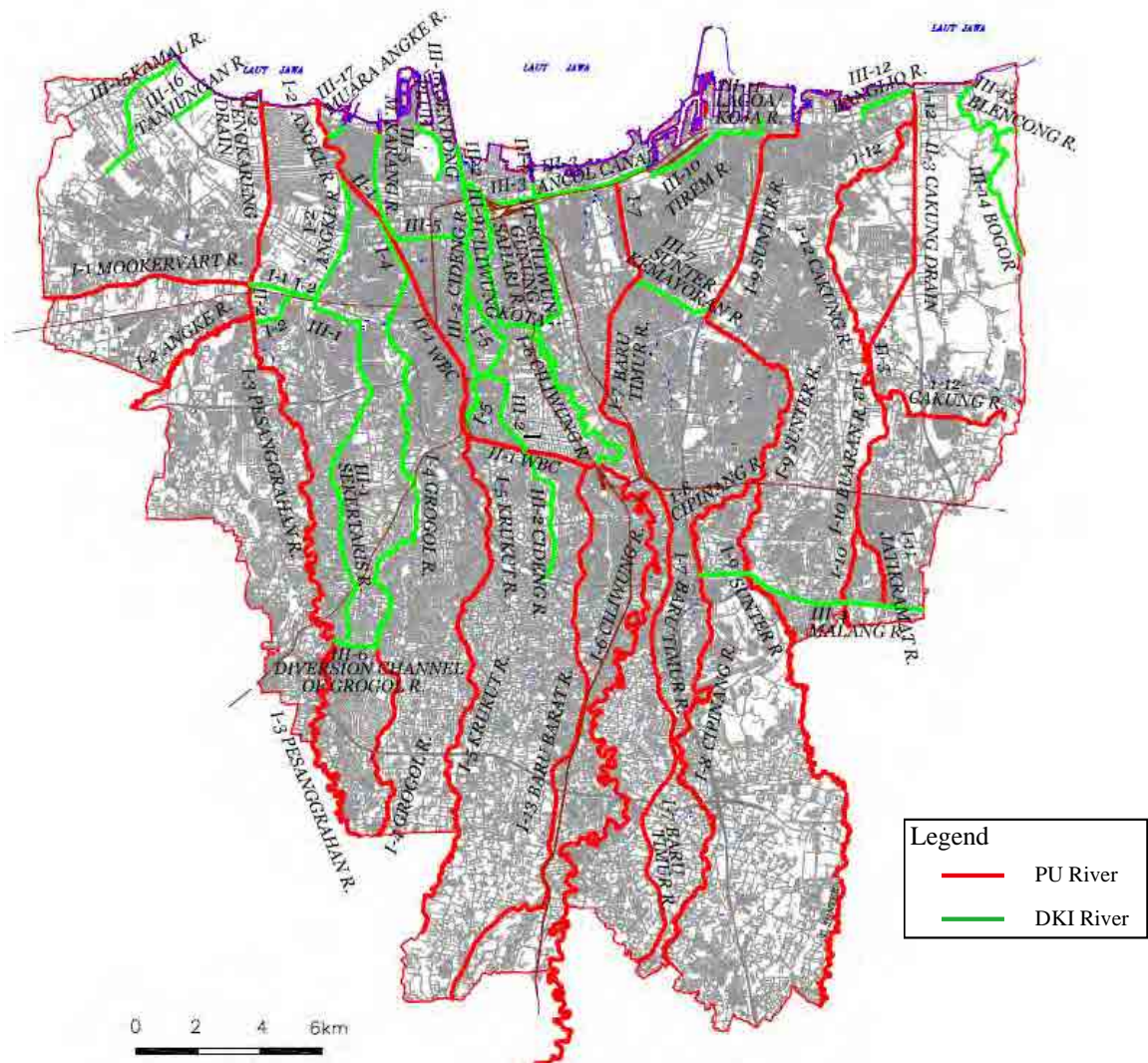
B6.3 雨水排水路の現状

DKI Jakarta 内の主要な雨水排水路について、公共事業省水資源総局河川海岸局へのヒアリング並びに、「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」において収集された資料より、整理を行った。以下に主要雨水排水路の一覧とその位置図を示す。

表 B6-2 主要雨水排水路一覧

No.	River Name	No.	River Name
1	Mookervart R.	18	Ancol Canal
2	Angke R.	19	Malang R.
3	Pesanggrahan R.	20	M.Karang R.
4	Grogol R.	21	Diversion Channel Of Grogol R.
5	Krukut R.	22	Sunter Kemayoran R.
6	Ciliwung R.	23	Ciliwung Gunung Sahari R.
7	Baru Timur R.	24	Ciliwung Kota
8	Cipinang R.	25	Tirem R.
9	Sunter R.	26	Lagoa/Koja R.
10	Buaran R.	27	Banglio R.
11	Jatikramat R.	28	Blencong R.
12	Cakung R.	29	Bogor
13	WBC	30	Kamal R.
14	Cengkareng Drain	31	Tanjungan R.
15	Cakung Drain	32	Muaraangke R.
16	Sekertaris R.	33	Gendong Pluit
17	Cideng R.		

出典：JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成



出典：JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより
JICA 専門家チーム作成

図 B6-5 DKI Jakarta 内主要雨水排水路位置図

B6.4 雨水排水施設（排水機場）の現状

DKI Jakarta 内の主要な雨水排水施設（排水機場）について、公共事業省水資源総局河川海岸局、DKI Jakarta へのヒアリング並びに、「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」において収集された資料より、整理を行った。以下に主要雨水排水施設（排水機場）の一覧とその位置図を示す。

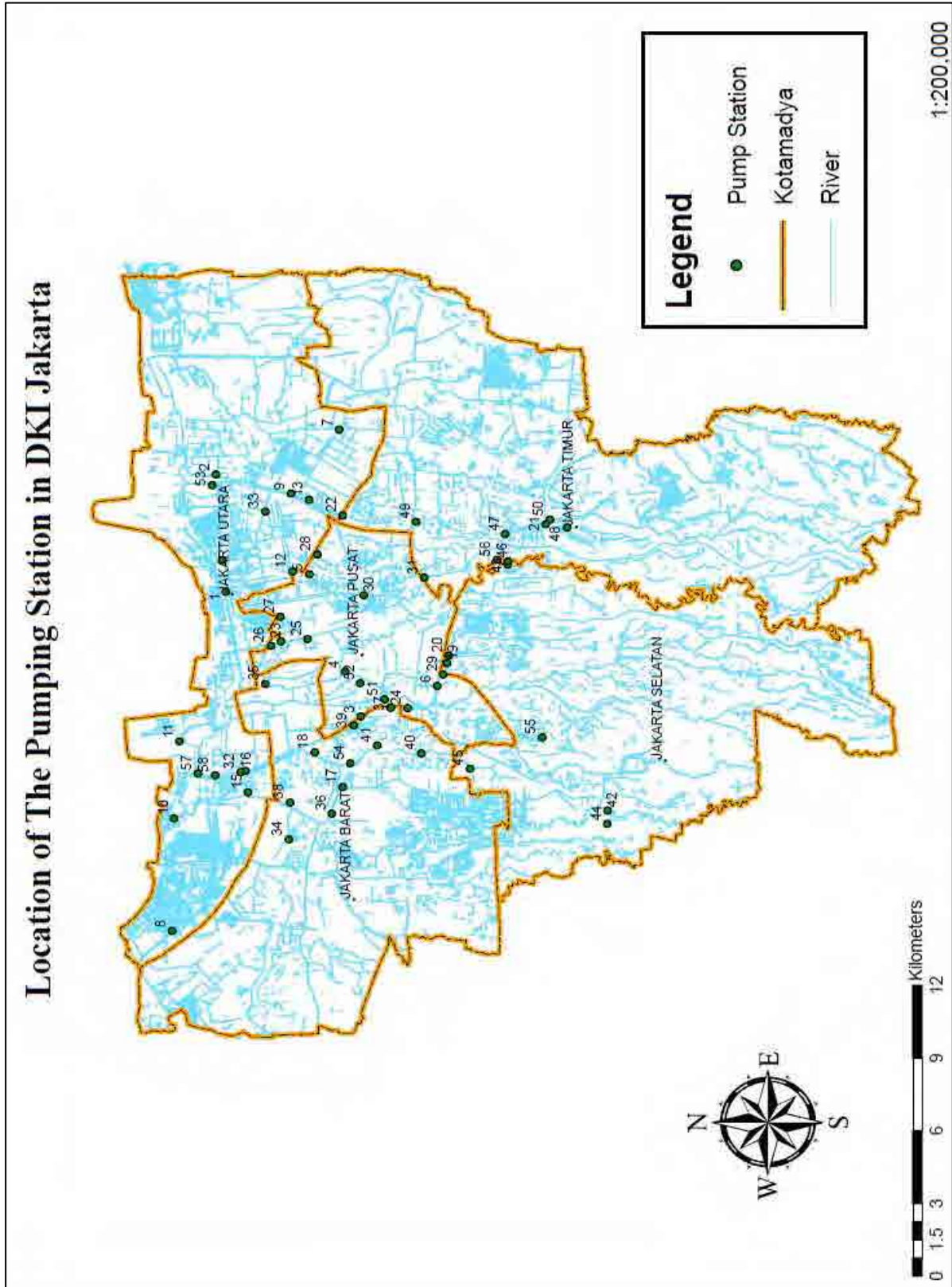
表 B6-3 主要雨水排水施設(排水機場)一覧

No.	Name	Pump Capacity	No. of Units	Reservoir Area (ha)	Drainage Area (ha)	River Drained	Management
1	Ancol	15.00	3	4.00	635.00	Ancol Canal - Java Sea	BBWS-CC
2	Sunter III	15.00	3	8.00	570.00	Sunter R.	BBWS-CC
3	Cideng	40.20	7	0.00	750.00	WBC	DPU
4	Istana Merdeka	1.00	4	0.00	50.00	Ciliwung-Gajah Mada R.	DPU
5	Kali Item	8.00	4	0.00	278.00	Kali Item R.	DPU
6	Melati	12.80	9	8.50	185.00	WBC	DPU
7	Kelapa Gading	4.00	2	0.50	130.00	Cakung R.	DPU

表 B6-3 主要雨水排水施設(排水機場)一覧

No.	Name	Pump Capacity	No. of Units	Reservoir Area (ha)	Drainage Area (ha)	River Drained	Management
8	Tanjungan	12.00	3	0.00	385.00	Tanjungan R.	DPU
9	Yos Sudarso	0.25	1	0.00	1.50	Sunter R.	DPU
10	Muara Angke	2.00	3	0.50	50.00	WBC	DPU
11	Pluit	48.40	11	80.00	2,663.00	Java Sea	DPU
12	Sunter Selatan	15.00	6	25.90	586.00	Sunter Channel - Java Sea	DPU
13	Sunter Timur I	4.00	3	8.00	200.00	Sunter R.	DPU
14	Sunter Utara	20.00	5	32.00	1,250.00	Japat R. - Java Sea	DPU
15	Teluk Gong	5.40	9	2.10	90.00	Angke R-WBC	DPU
16	Penjaringan	4.50	3	6.00	150.00	Muara Angke R.	DPU
17	Tomang Barat	10.96	8	6.00	200.00	Sekretaris R.	DPU
18	Grogol	2.70	3	3.00	100.00	Grogol R.	DPU
19	Setiabudi Barat	8.98	7	2.85	170.00	WBC	DPU
20	Setiabudi Timur	8.52	6	1.70	140.00	WBC	DPU
21	UPP	0.25	1	0.00	1.50	Cipinang R.	DPU
22	Pulo Mas	7.50	3	6.80	460.00	Sunter R.	DPU
23	Industri	1.60	4	0.00	32.00	Pademangan R.	DPU
24	Jati Pinggir	1.00	2	0.00	50.00	WBC	DPU
25	Kartini	0.50	1	0.00	22.00	Pademangan R.	DPU
26	Mangga Dua Abdad	2.60	2	0.00	30.00	Ciliwung-Gunung Sahari River	DPU
27	Rajawali	0.25	1	0.00	2.00	Pademangan R.	SDPU-Center
28	Sumur Batu	0.50	2	0.00	25.00	Sunter R.	BBWS-CC
29	Terowongan Dukuh Atas	0.36	6	0.00	1.00	WBC	SDPU-Center
30	Under Pass Pasar Senen	0.80	4	0.04	1.50	Kalibaru Timur-Sentiong R.	SDPU-Center
31	Under Pass Pramuka	0.80	4	0.00	50.00	Sentiong R.	SDPU-Center
32	Bimoli	1.00	2	0.00	3.00	Muara Angke R.	SDPU-Center
33	Gaya Motor	0.25	2	0.50	1.50	Sunter Barat R.	SDPU-North
34	Kapuk Muara	0.25	1	0.00	60.00	Angke R.	SDPU-North
35	Pinangsia	2.00	2	0.00	5.00	Anak Ciliwung R.	SDPU-West
36	Gang Macan	3.00	2	0.00	60.00	Sekretaris R.	SDPU-West
37	Pondok Bandung	1.95	4	0.06	90.00	WBC	SDPU-West
38	Jelambar Wijaya	8.00	4	1.20	50.00	Angke R.	SDPU-West
39	Rawa Kupa	1.50	4	0.50	223.00	WBC	SDPU-West
40	Sipil Hankam	0.24	6	1.00	50.00	Grogol R.	SDPU-West
41	Under Pass Tomang	0.50	4	0.00	1.50	Grogol R.	SDPU-West
42	IKPN Bintaro	1.10	3	0.00	8.00	Pesanggrahan R.	SDPU-South
43	Kebon Baru	0.80	4	0.00	32.00	Ciliwung R.	SDPU-South
44	Terowongan Bintaro	1.60	6	0.00	1.00	Pesanggrahan R.	SDPU-South
45	TVRI	0.36	2	0.00	5.00	Sekretaris R.	SDPU-South
46	Bidara Cina	1.65	5	0.00	40.00	Ciliwung R.	SDPU-East
47	Terowongan DI Panjaitan	1.36	5	0.00	40.00	Cipinang R.	SDPU-East
48	Under Pass Cawang	0.80	1	0.00	1.50	Cipinang R.	SDPU-East
49	IKIP	1.00	2	0.00	10.00	Sunter R.	SDPU-East

出典：JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成



出典：JICA 技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」からのデータより JICA 専門家チーム作成

図 B6-6 DKI Jakarta 内主要雨水排水施設(排水機場)位置図

B6.5 既存及び将来プロジェクト

DKI Jakarta を含む治水計画としては、現在「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」が進行中であり、コンプロジェクト中で新たな治水 M/P が策定される予定である。現時点では基礎的な資料収集及びその解析にあたっており、具体的な治水計画は今後策定される。

DKI Jakarta では、2007 年から 2010 年にかけて実施された「ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト」において提言された 3 箇所の排水機場（ドゥリ排水機場、パサーレイカン排水機場、マリーナ排水機場）を提言を基に建設計画を進め 2012 年内に着工予定であり、2 年以内の完成を予定している。

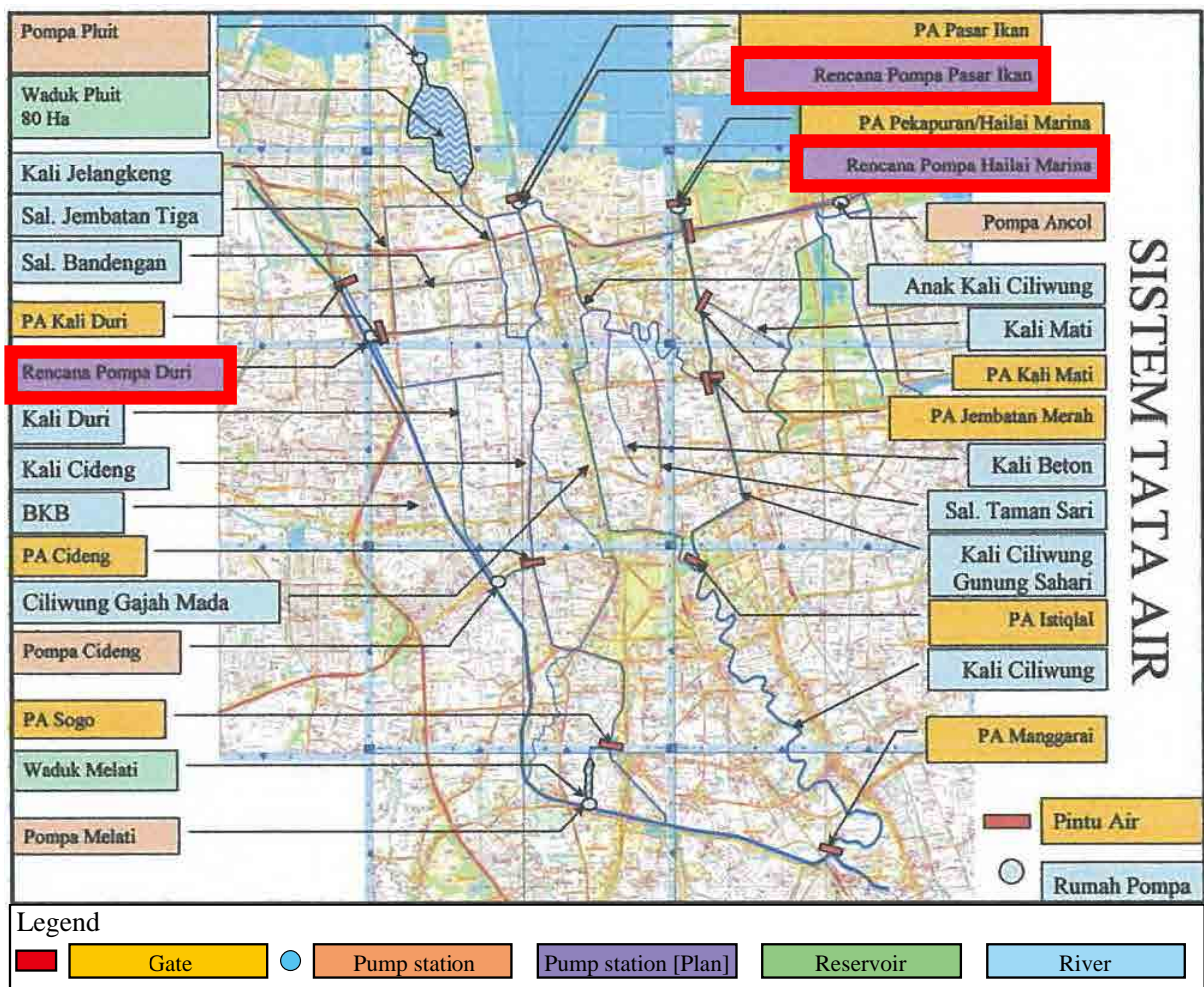


図 B6-7 DKI Jakarta 内主要雨水排水施設(計画排水機場)位置図

各排水機場の最大排水量は以下のとおりである。

・ドゥリ排水機場：12m³/s ・パサーレイカン排水機場：30m³/s ・マリーナ排水機場：60m³/s

既設のプルートポンプ場の 45m³/s を合わせると、約 150m³/s の能力となる。排水機場のみの能力で治水安全度を評価すると 1/25 年程度となるが、排水路の能力が極めて低く、「ジャカルタ

首都圏水害軽減組織強化プロジェクト」によれば排水路の治水安全度は 1/2 年を下回る箇所が多く存在する。

このため、DGHS では DKI Jakarta 内の排水路の測量を実施し、測量結果を基に各排水路の排水区域を明確にし、小排水路（マイクロ）を 1/5 規模、小河川（サブマクロ）を 1/25 年規模で改修する排水路マスタープラン（以下、排水 M/P という）を 2011 年 8 月に着手し、2012 年 3 月末に完了する予定となっている。下水道整備に係る F/S 段階においては、本排水 M/P の内容を精査し、F/S 対象地域の雨水が表層排水のみでは排除できない場合、雨水排水管渠の整備も検討対象に含めることを検討する。

DKI Jakarta 内の排水路全体計画が策定され、これを基に排水路の改修が実施されれば、DKI Jakarta の排水路の治水安全度は 1/5 年まで向上することが見込まれるが、改修の完了時期は未定であり、長期間を要するものと考えられる。排水路全体計画は 2012 年 1 月中にドラフトファイナルレポートが作成される予定であったが、進捗が遅れており測量結果、改修計画案などについて入手できていない。また排水路に関わるプロジェクトとして、世界銀行の「Jakarta Emergency Dredging Initiative (JEDI)」があり、主要排水路・放水路の浚渫を実施済みである。以下に、JEDI により浚渫を実施した排水路・放水路及びその諸元を示す。

表 B6-4 JEDI による浚渫諸元一覧

Location	Condition of Dredging Drain		
	Length (m)	Width (m)	Depth (m)
Sentiong Sunter Drain	5,950	16.10 – 35.20	0.50 – 2.10
Ciliwung Gunung Sahari Drain	5,100	21.50 – 45.90	1.90 – 2.70
Cengkareng Floodway	7,840	38.00 – 87.00	1.50 – 3.50
Lower Sunter Floodway	9,980	20.20 – 47.40	1.60 – 2.30
Cideng Thamrin Drain	3,840	10.00 – 19.00	0.60 – 2.30
Tanjungan Drain	600	9.20 – 26.00	1.10 – 1.90
Lower Angke Drain	4,050	31.00 – 51.00	2.00 – 3.60
West Banjir Canal	3,060	33.00 – 141.00	1.70 – 2.50
Upper Sunter Floodway	5,150	15.00 – 36.00	1.80 – 3.40
Grogol Sekretaris Drain	2,970	21.00 – 51.00	0.70 – 2.30
Pakin Kali Besar Jelakeng Drain	4,910	13.00 – 31.00	0.60 – 1.60
Krukut Cideng Drain	3,250	15.00 – 29.00	0.70 – 0.80
Krukut Lama Drain	3,490	7.00 – 29.00	0.50 – 0.80
Kamal Drain	5,070	8.00 – 28.00	1.10 – 1.90
Cakung Floodway	9,870	30.00 – 60.00	1.20 – 3.90

なお本プロジェクトでは、「ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト」で進めている治水計画との整合性を図るため、情報、資料等を共有し、内水排除にかかわる施設計画、それによる影響を考慮するとともに、「Jakarta Emergency Dredging Initiative (JEDI)」による排水路の浚渫を考慮して策定する。

B7 上水道システムの現状

B7.1 給水サービス状況

DKI Jakarta の 2010 年における給水サービス状況は、表 B7-1 に示すように、給水人口約 561 万

人、水道普及率は行政人口に対して 62.3%にとどまっている。

表 B7-1 DKI Jakarta の給水人口

項目	単位	数値
行政人口	人	8,998,755
給水人口	人	5,607,338
水道普及率	%	62.3

DKI Jakarta の給水事業は、1997 年まで DKI Jakarta の一部であるジャカルタ水道公社 (PAM JAYA) が担当していた。しかし、DKI Jakarta は、1998 年から、民間会社 2 社 (東部地区 : PT. AETRA、西部地区 : PT.PAM LYONNAISE JAYA) に、25 年間のコンセッション契約による運営を委託した。

- ◆ DKI Jakarta と運営会社との主な契約内容は、以下のとおりである。利用者の接続率の改善、浄水場の拡張・改善、配水管網の整備など
- ◆ 料金と用水供給料金は、5 年毎に見直す

PAM JAYA は、1998 年の民営化に伴い、職員 3,000 人のうち、2,800 人を上記の民間給水サービス会社に移行させ、現在は、給水サービス会社の契約内容遵守状況及び水量・水質規制に係る監視を行っている。

2001 年には、規制官署として、ジャカルタ給水事業規制委員会 (Jakarta Water Supply Regulatory Body) が発足し、給水サービス会社による水道料金設定、経営効率、生産性等を監視している。

給水サービス会社の担当ゾーン、顧客数、水道普及率及び無収水率 (UFW) を表 B7-2 に示す。

表 B7-2 民間給水サービス会社が担当する給水ゾーン及び顧客数

地区	給水ゾーン	給水サービス会社	顧客数	水道普及率	UFW
西部	Wilayah I			62.3%	46.4%
	Wilayah IV	PT.PAM LYONNAISE JAYA	419,776		
	Wilayah V				
東部	Wilayah II				
	Wilayah III	PT.AETRA	385,377		
	Wilayah VI				
合計			805,153		

B7.2 給水施設能力

(1) 既存浄水場の能力

DKI Jakarta 内には、6 か所の既存浄水場があり、その浄水能力は 17,875L/s (または 1,544,400m³/日) である。表 B7-3 に、DKI Jakarta 内の浄水場と浄水能力を示す。

表 B7-3 DKI Jakarta 内の浄水場と浄水能力

項目	単位	浄水能力	備考
全浄水場 (WTP)	L/s	17,875	
	m ³ /日	1,544,400	(日換算量)
各浄水場			
1. Pejompongan I & II	L/s	5,600	中央区
2. Cilandak	L/s	400	南区
3. Pulo Gadung	L/s	4,000	東区
4. Buaran I & II	L/s	5,000	東区
5. Cisadane	L/s	2,800	
6. Cengkareng	L/s	75	
合計		17,875	

(2) 将来の上水道施設拡張・改善計画

PAM JAYA は、将来計画として、図 B7-1 に示すように東側に 2 箇所、西側に 5 箇所の新規水源開発を予定している。

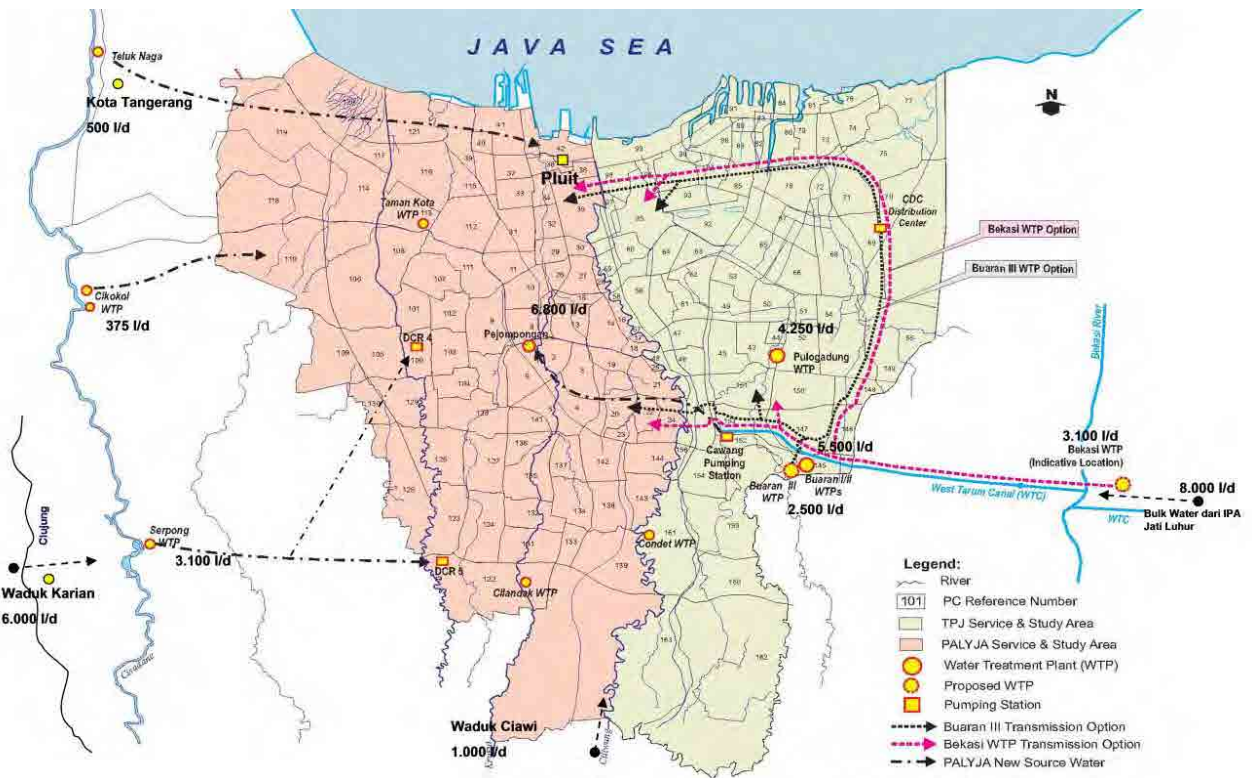


図 B7-1 DKI Jakarta の新規水源開発計画

新規水源の規模は、表 B7-4 に示すとおりである。

表 B7-4 DKI Jakarta の新規水源開発計画

地区	施設／地域名	浄水能力	
		(L/s)	(m ³ /日)
東部	Bulk Water dari IPA Jati Luhur	8,000	691,200
	Bekasi WTP	3,100	267,840
	東部合計	11,100	959,040
西部	Kota Tangerang	500	43,200
	Cikolol Karian	375	32,400
	Waduk Karian	6,000	518,400
	Serpong WTP	3,100	267,840
	Waduk Ciawi	1,000	86,400
	西部合計	10,975	948,240
ジャカルタ特別州 合計		22,075	1,907,280

出典：PAM JAYA データを JICA 専門家チームが整理

B7.3 配水量

DKI Jakarta における、一日及び年間の浄水量（表 B7-3 参照）及び配水量は、表 B7-5 に示すとおりである。

表 B7-5 DKI Jakarta における浄水量と配水量

項目	単位	数値
浄水量	m ³ /日	1,544,400
	m ³ /年	563,706,000
配水量	m ³ /日	1,450,385
	m ³ /年	529,390,502

出典：PAM JAYA データを JICA 専門家チームが整理

B7.4 一人当たり使用水量

一人当たり使用水量は、PAM JAYA から入手した 2010 年の PAM システム（上水道）及び井戸による給水量データから算定する。

表 B7-6 に、PAM システムにより給水を受けている一般家庭の使用水量及びその他の使用水量（商業用水、工業用水など）を示す。同表からも明らかのように、一日一人当たり使用水量 (Liter Capita per Day: LCD) は、水源が PAM システムの場合と井戸の場合でも、ほぼ同じ水量(200LCD) であることが判明した。

表 B7-6 PAM システムと井戸利用者の単位使用水量

No.	項目	給水人口 (人)	給水量 (m ³)	単位使用水量 (LCD)
1	井戸の一般家庭使用水量	5,204,387	338,611,212	179
2	PAM の一般家庭使用水量	3,298,470	156,220,000	130
3	井戸の一般家庭以外の使用水量		22,205,353	12
4	PAM の一般家庭以外の使用水量		99,687,224	83
5	井戸の使用水量			191
6	PAM の使用水量			213
	合計／平均	8,502,857	616,723,789	199
	平均一般家庭使用水量			154
	平均一般家庭以外の使用水量			45

出典：PAM JAYA データを JICA 専門家チームが整理

B7.5 水道料金体系

PAM JAYA の水道料金体系は、顧客を7グループに分け、使用水量に応じて設定されている。最も高い商業・工業（グループ IV 及び V）と所得の低い一般家庭（グループ II）とを比較すると、グループ IV と V は、グループ II の 12～14 倍と非常に高く設定されている。

表 B7-7 PAM JAYA の水道料金体系

料金コード	顧客グループ	使用水量 (m ³)ごとの料金 (IDR)		
		0 - 10	11 - 20	>20
[グループ I]		1,050	1,050	1,050
1A	Dormitory of Social organization (charity)			
1B	House of orphaned			
1C	Place of worship			
5A	Hydrant, water tap, etc.			
[グループ II]		1,050	1,050	1,575
1D	Governmental Hospital			
2A1	Very simple/very low class household			
5F1	Very simple flats (high rest building) and as same with this types			
[グループ III-A]		3,550	4,700	5,500
2A2	Simple/low class household			
5B	Water station and tank vehicle			
5F2	Simple flats and similar types			
[グループ III-B]		4,900	6,000	7,450
2A3	Medium household			
2E1	Non-commercial private institution			
3A	Small shop			
3B1	Small service shop (such as motorcycle service station)			
3C1	Small business/small enterprise			
3D1	Small enterprise in Household/dormitory and similar type			
5F3	Medium flats and similar types			
[グループ IV-A]		6,825	8,150	9,800
2A4	High class/rich household			
2B	Embassy/consulate			
2C	Govt. Institution office			
2D	Foreign Representative Office			
2E	Commercial private institution			
2F	Institution/University/course			
2G	Military Institution			
3B	Medium service/repair shop			
3C	Medium enterprise			
3D	Medium enterprise in Household/dormitory			
3E	Barbershop			
3F	Tailor			
3G	Small restaurant			
3H	Private hospital/clinic/Laboratory			
3I	Doctor's place (private clinic)			
3J	Lawyer office			
3K	Non-star hotel			
4A	Small industry			
5F4	High class/rich Flats and similar types			
[グループ IV-B]		12,550	12,550	12,550
3L	1,2,and 3 star hotel/non-star hotel			
3M	Steam bath/beauty saloon			
3N	Night club			
3O	Bank			
3P	Service station, large service shop			
3Q	Trading company/commercial/house-shop/office-shop			
3R	4,5 star hotel			

表 B7-7 PAM JAYA の水道料金体系

料金コード	顧客グループ	使用水量 (m ³)ごとの料金(IDR)		
		0 - 10	11 - 20	>20
3C	High rise Building/condominium			
4B	Ice factory			
4C	Food/beverage Factory			
4D	Chemical/ drug/cosmetic factory			
4E	Industrial warehouse			
4F	Textile factory			
4G	Warehouse/other industry			
5C	Water barges			
5E	BPP Ancol and similar type			
[グループ V/Special]		14,650	14,650	14,650
5D	BPP Tanjung Priok and similar type			

出典：PAM JAYA

B8 DKI Jakarta の下水道・衛生分野における外国援助機関の動向

B8.1 「イ」国の下水道・衛生分野における主要ドナー

「イ」国の下水道/衛生分野において活発なドナーは、世銀、ADB、JICA、USAID とオーストラリア援助庁 (AusAID) の5つである。これらの援助機関は定期的に会合を開き、同セクターの課題について議論し、同セクターに関係する政策や将来プロジェクトについての調整を行い、ドナーと「イ」国政府との関係を効果的なものとするよう努めている。

B8.2 主要ドナーの活動

B8.2.1 世銀/WSP (水と衛生プログラム)

世銀は、1983年2月に「ジャカルタ下水道衛生事業 (JSSP)」に対して22.4百万ドルの借款を供与した。最終貸付実行は1991年8月に行われた。当初スコープの一部は、同借款の中では完成せず、1990年6月に供与された「第2次ジャボタベック都市開発事業」(190百万ドル)に引き継がれた。双方の借款により、下水道部分は当初スコープ通りに完成したが、衛生部分については当初スコープの一部しか完成しなかった。同借款が、「イ」国の主要な都市中心部の下水道整備に対して世銀が過去に行った唯一の支援である。

その後、世銀は支援の重点を低所得地域における保健衛生の方に移し、低所得コミュニティ向けの3つの借款、「低所得コミュニティ水道衛生事業」(1993年)、「第2次村落インフラストラクチャー事業」(1996年)、「第3次低所得コミュニティ水道衛生事業」(2006年)の中に「衛生」コンポーネントを組み込んで支援した。

「水と衛生プログラム」(WSP)は、世銀で最も長く続いている対外パートナーシップ・プログラムの一つであり、世銀により管理され、世銀の諸手続きが適用される。

「イ」国の都市下水道・衛生に関しては、2006年以来、世銀は新しい革新的なアプローチを採用している。すなわち、「イ」国政府が行う投資を直接支援するのではなく、都市レベルで計画を策定することに力点を置きつつ、セクター戦略や組織体制を強化し、国民のあらゆるレベルで

の啓発と意識向上を図ることにより、「衛生」投資が行われやすい環境を整備することを目的として、「イ」国政府と WSP との間で、オランダ大使館とスウェーデン開発庁（SIDA）の資金支援を得て WSP が管理する、「インドネシア衛生セクター開発プログラム」（ISSDP）というパートナーシップ・プログラムを立ち上げた。ISSDP は、「イ」国政府が「都市衛生開発促進プログラム（PPSP）2010－2014」を策定する上で、効果的な役割を果たした。ISSDP は、2010 年 1 月に終了し、オランダ大使館の資金支援による「都市衛生開発プログラム（USDP）」に引き継がれた。

なお、世銀インドネシア事務所で確認したところ、現時点で、世銀が準備中の都市衛生プロジェクトは無い、とのことである。

(1) 「インドネシアにおける衛生の経済効果」（WSP による調査研究）

2008 年 8 月、WSP は、「インドネシアにおける衛生の経済効果」という報告書において、2006 年に「イ」国は劣悪な保健衛生のために国民総生産（GDP）の 2.3%に相当する IDR 560 兆（630 億ドル）を失った、と発表した。同報告書は、ISSDP/USDP による啓発キャンペーンの重要なインプットとして活用されている。

(2) ISSDP の成果

ISSDP の主要な役割は、国家レベル及び地方レベルで意識向上を図ること、いくつかのモデル都市において「都市衛生戦略（CSS）」を策定することを支援することであった。国家レベルでは、8つの関係省庁により国家衛生技術チーム（TTPS）が設けられ、TTPS の PMU は指導機関である BAPPENAS に置かれ、その下に、保健省、内務省、公共事業省に 3つの PMU が置かれた。地方レベルでは、各都市に、CSS を策定するための衛生ワーキンググループが設けられた。ISSDP の第 1 フェーズ（2008 年 9 月まで）において、パヤクンバ、ジャンビ、バンジャルマシン、デンパサール、ブリタール、スラカルタの 6 都市が成功裏に CCS を作成した。その際に採用された CCS 策定までの手順やガイドライン等が、PPSP に引き継がれた。

B8.2.2 ADB（アジア開発銀行）

ADB の「イ」国の「水と衛生」セクターに対する支援は、1995 年に、Bandung Water Supply Project、Rural Water Supply and Sanitation Project、IKK Water Supply Sector Project、Water Pollution Control Project、Semarang Water Supply Project、Small Towns Water Supply Sector Project、1997 年に、Capacity Building of Water Supply Enterprises for Water Loss Reduction Sector Project に対して融資して以降は、若干の技術協力（T/A）に限られ、同セクターに対する融資が本格的に再開されたのは、2010 年に、Community Water Services and Health Project、West Jakarta Water Supply Development Project（民間部門融資）、2011 年に、Metropolitan Sanitation Management and Health Project に融資して以降のことである。

この間、ADB が同セクターへの融資に積極的でなかったのは、「イ」国の地方分権化により、「水と衛生」部門は基本的には地方政府の責任とされたが、地方政府の事業実施能力が不足していたため、ADB として融資することが困難であったためである。

2010、2011年にADBが融資した3案件の内、Metropolitan Sanitation Management and Health Projectは、ジョクジャカルタとメダンの2都市の下水道とオンサイト衛生施設の拡張整備を含んでいる。当初ADBは、2都市の他に、マカッサルの下水道・衛生も対象とすることを検討したが、マカッサルでは下水処理場用地の土地収用の問題があったため、2都市に絞った由である。ADBとしては、今後、ボゴール、スラバヤ、パレンバン、ペカンバル、バタム、チマイ、マカッサルの8都市についても、順次F/Sを行い、ADB融資に結びつけたい考えである。

ADBはDKI Jakartaにおいては特に下水道・衛生プロジェクトの準備は行っていないが、JICAのジャカルタ汚水管理マスタープラン改定の動きには関心を示しており、将来的にはJICAとの協調融資もあり得る、とのスタンスである。

B8.2.3 USAID（米国援助庁）

米国援助庁インドネシア事務所の現行の対「イ」国援助プログラムの中には、DKI Jakartaにおける下水道・衛生関係支援は含まれていないが、過去にUSAIDインドネシア事務所が行った支援、そして、USAIDタイ事務所がECO Asia (Environmental Cooperation-Asia)を通じて行っているプログラム（Water Operator's Partnership：WOPs）がある。DKI Jakartaの汚水管理に関係するものは、以下のとおりである。

(1) Petojo Utara Project（コミュニティ衛生）

本プロジェクトは、ジャカルタのNorth Petojo地区の貧困コミュニティにおいて、2008年に、USAIDインドネシア事務所が国際NGOであるMercy Corpをコントラクターとして実施した総合コミュニティ開発プロジェクトである。そのコンポーネントの一つに、MCKがあり、コミュニティで維持管理が行われている。DKI Jakarta内には、SANIMASは未導入であるが、このPetojo Utara ProjectのMCKのコミュニティ共同管理は、SANIMASそのものではないが、そのコンセプトはSANIMASに類似している。なお、このPetojo Utara Projectには、2009年3月に米国のクリントン国務長官が訪問している。

(2) ECO-Asia WOPs（汚泥管理）

USAIDタイ事務所は、国連水と衛生諮問委員会（UNSGAB）の「橋本アクションプラン」の一項目としてUNHABITATが推進しているWater Operators Partnerships (WOPs)の一環として、ECO-Asia (Environmental Cooperation-Asia)を通じて、アジアにおける水事業体同士の交流事業を推進している。なお、ADBも同様の活動を行っている。ECO-Asiaが「イ」国で行っているWOPsの一つが、「イ」国の隣国で下水道・衛生において一歩先んじているマレーシアの下水道施設の運転・維持管理や汚泥管理業務を中央政府から一括して請け負っている民間企業IWK (Indah Water Konsortium)と、「イ」国のBandung PDAM（上下水道公社）及びPD PAL JAYAとのパートナーシップである。同パートナーシップでは、マレーシア全土のセプティックタンクの半数について汚泥の定期収集導入に成功しているIWKのノウハウを生かして、IMKがBandung PDAMとPD PAL JAYAと技術交流することが予定されている。

B8.2.4 USDP (Urban Sanitation Development Program)

USDP は、WSP の管理の下で 2010 年 1 月に終了した ISSDP を引き継いで、オランダ大使館の資金支援により実施されているもので、ISSDP 業務を実施したのと同コンサルタントが受注し、その主要な役割は、引き続き国家レベル及び地方レベルで「衛生」に関する意識向上を図ること、諸都市が PPSP の下でそれぞれの「都市衛生戦略 (CSS)」を策定することを支援することである。USDP は、PPSP のプログラム管理マニュアル等のマニュアルを作成し、トレーニングを実施する等により、あらゆるレベルでこれを支援する。PPSP (2010-2014 年) においては、全 330 都市が CCS を作成するものと期待されている。

2011 年に入り、USDP と DKI Jakarta 政府はコンタクトを開始している。本プロジェクトにより作成される改定マスタープランが DKI Jakarta において実施されるためには、DKI Jakarta の各層における「衛生」に関する意識向上が必要であり、そのために USDP が果たす役割は大きいと考えられる。

B9 既存汚水管理マスタープランのレビュー

B9.1 ジャカルタ市都市排水・下水道整備計画調査 (既存 M/P) のレビュー

B9.1.1 レビューの目的

本プロジェクトでは、1991 年に JICA 調査において策定された既存 M/P をレビューし、最新情報に基づいた DKI Jakarta の汚水管理を目的とした下水道・衛生システムを検討した上で、改定マスタープランを策定する。

B9.1.2 レビューの方針

本プロジェクトにおける既存 M/P のレビューに際しての方針は、表 B9-1 に示すとおりである。

表 B9-1 本プロジェクトにおける既存 M/P レビューの方針

No.	項目	方針
1	計画諸元	
	(1) 目標年次	施設整備計画の目標年次としては、DKI Jakarta が作成中の新規空間計画で、DKI Jakarta の人口が 2030 年で飽和状態に達していることから、同年とする。施設整備計画は、以下の 3 段階で実施されることを想定して策定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 2012 年から 2020 年：短期整備計画 ・ 2021 年から 2030 年：中期整備計画 ・ 2030 年から 2050 年：長期整備計画
	(2) 計画人口	DKI Jakarta 都市空間計画局が策定中の 2030 年を目標年次とした新規空間計画 (RTRW 2030) で適用した人口予測結果に従って、計画人口を設定する。
	(3) 計画汚水量	算出方法については、既存 M/P をベースにするが、汚水量算定に必要な使用水量については、最新データをもとに見直す。
	(4) 汚濁負荷量	最新データ、過去のデータ及び関連文献のデータを参考にして設

表 B9-1 本プロジェクトにおける既存 M/P レビューの方針





No.	項目	方針
		定する。
2	オフサイトとオンサイトの区域分け	DKI Jakarta には、住宅が密集した貧困地域（スラム地域）がほぼ全域にわたって点在している。 これらの地域では、当面、下水道施設設置のためのスペースがなく下水道整備は困難と考えられる。したがって、既存 M/P で採用された人口密度によるオフサイトとオンサイトの区域分けは現実的ではない。本プロジェクトでは、まず、下水処理場位置を特定し、同処理場が負担するオフサイト整備地域を設定し、それ以外の地域をオンサイト処理の対象地域に設定する。
3	オフサイト（下水道）施設整備計画	1. 下水収集システムとしては、公共事業省の方針に基づき、汚水と雨水を分けて処理する分流式を原則とする。 2. 実現可能なマスタープランにするために、下水処理場用地を確保し、同用地を DKI Jakarta の空間計画に組み込むことを最優先課題とする。 3. 下水処理区は、処理場の位置、DKI Jakarta の自然条件（特に河川・運河）、運営・管理の容易さ、都市の主要施設（高速道路、地下鉄等）の配置などを考慮して設定する。 4. 下水処理方式については、土地の制約、維持管理コスト、建設費等を考慮し、複数の方式を比較検討する。
4	オンサイト処理計画	現在、DKI Jakarta の 90% 以上は、オンサイト処理が適用されており、汚水処理が不十分なために、DKI Jakarta 内及び周辺の公共水域の水質汚染が深刻化している。また、下水道整備には、まだ数十年を要すると想定されることから、当面はオンサイト処理施設、特にセプティックタンクの改善並びに汚泥の定期的な引き抜きが重要となる。したがって、これらの点を考慮した、オンサイト処理計画、及び同計画遂行に必要な組織・法制度の検討を行う。
5	運営・維持管理	下水関係機関である、DGHS・環境衛生開発局、DKI Jakarta 及び PD PAL JAYA の組織、職員、財務状況を調査し、下水道・衛生事業を行う上で、最適な運営・維持管理システムを提案する。
6	事業計画	短期間の内に効率的に下水道を整備するには莫大な整備資金と管理組織が必要である。したがって、本プロジェクトでは、国レベル及び DKI Jakarta における利用可能財源の調査を行うとともに、実現性のある改定 M/P を策定するために、整備事業等に民の資金と技術及び労働力を活用する官民協同スキーム（以下、PPP という）の導入を検討する。

出典: JICA 専門家チーム

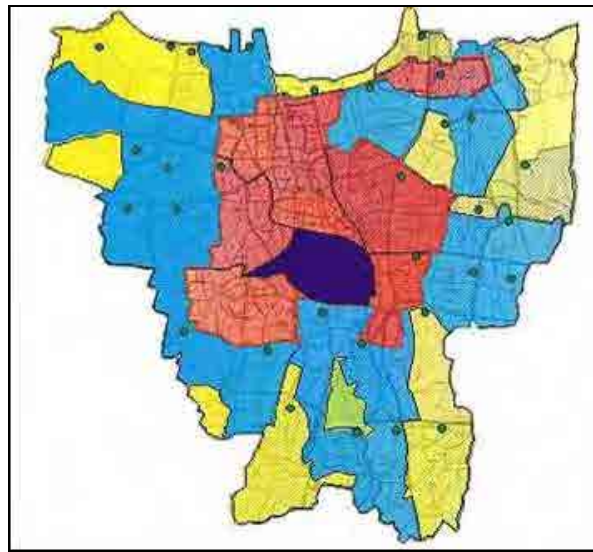
B9.1.3 プロジェクト概要

(1) 既存 M/P におけるオフサイト・オンサイト整備区分

既存 M/P では、オフサイトとオンサイトの整備区分が、人口密度によって図 B9-1 に示すように 3 つのカテゴリーに分かれている。

-  区域 A：簡素なオンサイト処理システム整備（人口密度 < 100 人/ha）。
-  区域 B：レベルが高いオンサイト処理システム整備（人口密度 100～300 人/ha）。
-  区域 C：オフサイト（下水道施設）（人口密度 300 人/ha 以上）。
-  既設処理区

(区域 C は、6つの下水処理区に分かれる - 中央、北東、北西、南東、南西、Tanjung Prioku)



出典：既存 M/P (1991年、JICA)

図 B9-1 既存マスタープランの処理区割

(2) 既存 M/P の処理区

前述のとおり、既存 M/P では6つの処理区（中央処理区、北西処理区、南西処理区、北東処理区、南東処理区及び Tanjung Priok 処理区）が提案された。それぞれの処理区における処理場は図 B9-2 に示す位置に計画された。処理場の機能の第一要件は洪水調整であったため、処理場の用地はいずれも貯水池近辺の湿地に計画された。

(3) 各処理区の主要施設

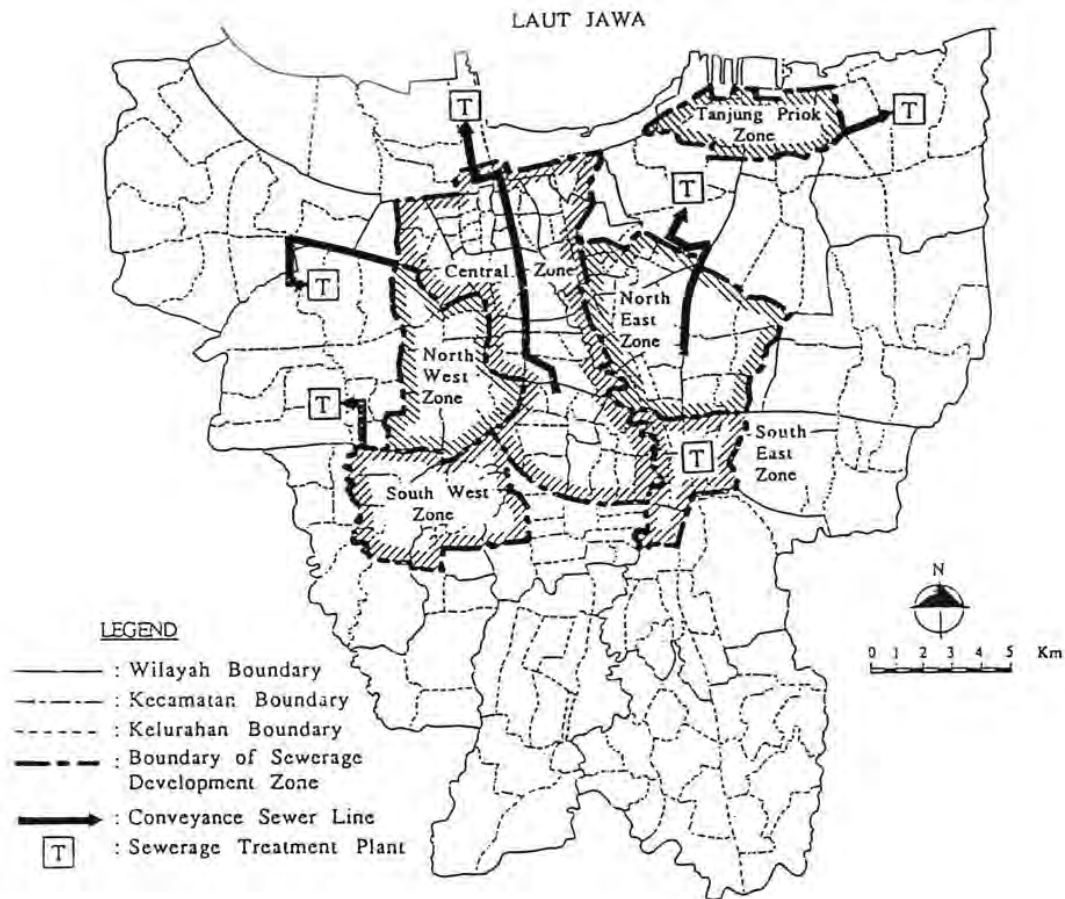
各処理区の主要施設の概要は、以下のとおりである。

表 B9-2 既存 M/P における各処理区の主要施設 (2010年)

処理区	中央	北	南西	北東	南	Tanjung Priok	合計
処理区(ha)	6,107	2,016	2,170	3,566	1,243	1,502	16,604
処理人口	2,466,000	642,000	674,000	1,383,000	523,000	663,000	6,351,000
人口密度 (人/ha)	410	345	311	396	421	441	382
中継ポンプ場	1	3	5	0	0	1	10
下水処理場							
処理場面積 (ha)	88	18	16	14	13	37	186
処理方式	AL & FP	AL	AL	AS	AL	AL & FP	---
処理能力 (m ³ /日)	529,000	124,000	117,000	261,000	101,000	120,000	1,252,000

注：AL=Aerated Lagoon、AL&FP=Aerated Lagoon & Facultative pond、AS : Conventional Activated Sludge

出典：既存 M/P



出典：既存 M/P

図 B9-2 既存 M/P における下水処理区

(4) 教訓

DKI Jakarta において、下水道システムが十分に開発されなかった理由は予算の制限に加え、下記の 7 点が挙げられる。

- 都市空間計画において、汚水管理のための土地が考慮されていなかった
- マスタープランそのものが州政府に承認されていなかった
- 下水処理場の池は雨水調整池を兼ねているが、池の維持管理は DPU が担当しており、PD PAL JAYA は、維持管理ができない状況にある
- 狭い用地にふさわしい処理技術が選定されていなかった
- DKI Jakarta において汚水管理の重要性が認識されていなかった
- DKI Jakarta において衛生に関する意識や知識レベルが低かった

本改定 M/P では、上記の教訓を生かし、以下を最重要事項として取り組む。

- ◆ 本 M/P 期間中に優先プロジェクトの施設用地についての承認を DKI Jakarta 知事から取得する。
- ◆ 用地は、下水・衛生システム運営機関が単独で運営・管理できるような土地を選定する。
- ◆ 改定 M/P が DKI Jakarta 知事に承認されるよう、DKI Jakarta 側に強く働きかける。

- ◆ 狭い用地に適した処理技術について、「イ」国側の理解を得る。
- ◆ ワーキング・グループ会議やワークショップ・セミナー等を通じて、汚水管理の重要性、衛生に関する意識向上を図る。

B9.2 ジャカルタ下水道整備プロジェクト (JWDP 2001)

B9.2.1 背景

1991年にDGHS及びDKI JakartaはJICAによる技術協力により、2010年を目標年次とした既存M/Pを作成した。既存M/Pでは、対象地域(ジャカルタ特別州)の中心部16,604haをカバーする下水道整備が提案された。さらに、この中心部は6つの処理区に分割された。これらの6処理区の概要は以下のとおりである。

- 1) 中央処理区(6,107ha):Casablanca, Thamrin, Gajahmada, Pantai Mutiara, Siantar, Waduk Grogol, Kali Grogol 及び Kali Ancol をカバーする
- 2) その他の処理地区(10,497ha):北西処理区、南西処理区、北東処理区、南東処理区及びTanjung Priok 処理区から構成される

既存M/Pでは、それぞれの処理区について評価を行い、中央処理区、南東処理区、北東処理、Tanjung Priok 処理区、北西処理区そして南西処理区の順に優先順位をつけた。

中央処理区の汚水量は、第一段階(目標年次:2000年)で、440,997m³/日(JSSP地域の124,800m³/日を含む)、第二段階(目標年次:2010年)として、529,000m³/日(JSSP地域の136,000m³/日を含む)と推算された。また、第一段階の下水道整備についてはフィージビリティ調査が実施された。

B9.2.2 JWDP 2001の概要

既存M/Pを実施するために、「イ」国政府は、JICA(旧JBIC)と「ジャカルタ下水道整備プロジェクト2001」(Jakarta Wastewater Development Project 2001: JWDP 2001)として円借款契約を締結した(契約番号:IP-399)。JWDP 2001は、第一段階の下水道整備対象施設の設計を目的としていた。JWDP 2001では、3市の8区にある40箇所の町が対象地域であり、サービス対象地域はジャカルタ市の9.9%にあたる6,550haになる計画であった。しかしながらJWDP2001は実現されなかった。JICA 専門家チームは実施されなかった根拠となる文書を見つけられなかったが、ヒアリングによると、DGHSとDKI Jakarta間でのプロジェクト費用の分担が決まらなかったことが主な理由であったとのことである。

(1) 整備段階の計画

JWDP 2001では、下水道整備を段階的に行うため、以下の2つのステージに分けられた。

A. 第一ステージ

1. フェーズ1

a. Setiabudi システム(既存)

- b. Casablanca/Sudirman システム
- 2. フェーズ 2
 - a. Setiabudi システム (既存)
 - b. Casablanca/Sudirman システム
 - c. Thamrin サブ・システム (Gambir、Senen、Menteng 及び Tanah Abang)
 - d. Gajah Mada サブ・システム (Grogol、Taman Sari、Tambora、Sawah Besar 及び Pademangan)
 - e. Pantai Mutiara サブ・システム
 - f. 局所的下水収集システム
 - ・ Siantar (Kampung Bali 及び Petamburan)
 - ・ Waduk Grogol
 - ・ Kali Grogol (Jelambar)
 - ・ Kali Ancol (Taman Sari 及び Sawah Besar)
- B. 第二ステージ
 - a. Gajah Mada システム
 - b. Thamrin システム
 - c. Pantai Mutiara システム

(2) 下水サービスシステム

下水サービスシステムは 7 つのサブ・システム (Gajah Mada、Pantai Mutiara、Thamrin、Kali Ancol、Kali Grogol、Waduk Grogol 及び Siantar) に分けられた。これら下水処理のための 7 つのサブ・システムに対して、3 つの下水処理場が提案された。1 つは Muara Baru 下水処理場であり、Gajah Mada、Thamrin 及び Pantai Mutiara を対象とする。残りの 2 つとして、Kali Ancol に 1 箇所、Kali Grogol and Waduk Grogol を対象として Waduk Grogol に 1 箇所の下水処理場が計画された。

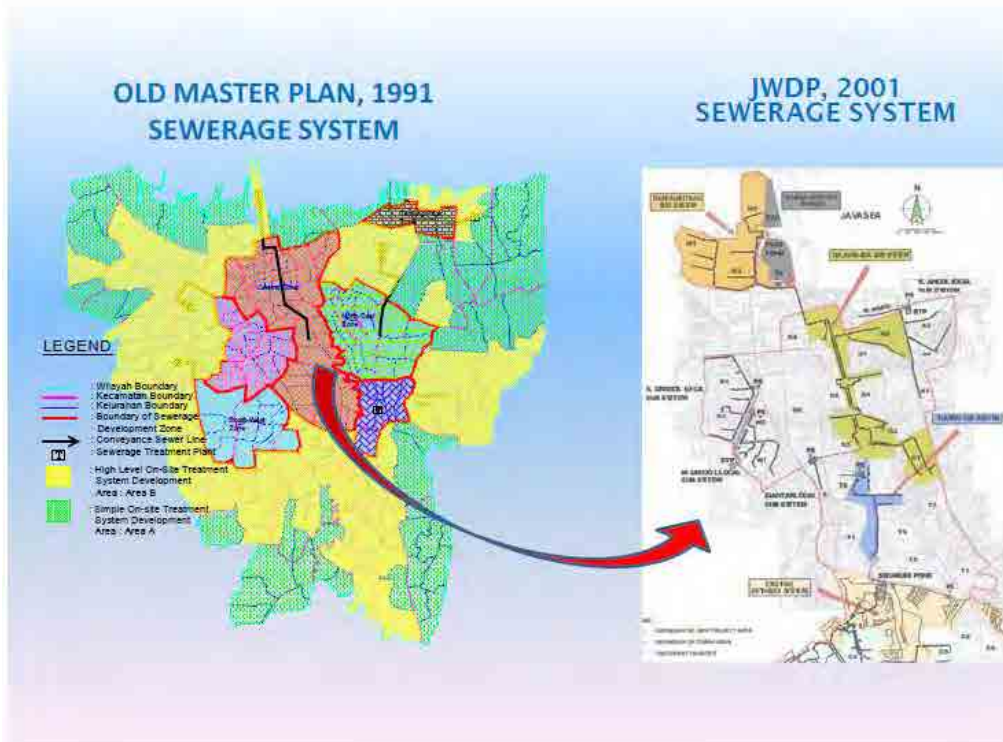
JWDP 2001 において、中央処理区の下水道整備は以下のように計画された。

- ・ Casablanca システム (S1C and S2C)
- ・ Thamrin システム (S2T)
- ・ Gajah Mada システム (S2GM)
- ・ Pantai Mutiara システム (S2PM)
- ・ Siantar システム (S2SI)
- ・ Grogol Reservoir システム (S2WG)
- ・ Grogol River システム (S2KG)
- ・ Ancol River システム (S2KA)

既存の Setiabudi ネットワークを含めた第一ステージの下水道システムは、全体として、ジャカルタ市の 2.3%にあたる 1,537 ha をカバーする計画であった。JWDP 2001 の中でこの地域に対する詳細設計が実施された。

(3) 下水サービスシステムの処理能力

図 B9-3 は、JWDP 2001 のフェーズ 1 及び 2 における、中央処理区のサービス対象地域を示す。各サブ・システムにおける処理能力は、表 B9-3 のとおりである。



出典：既存 M/P 及び JWDP 2001 より JICA 専門家チーム作成

図 B9-3 既存 M/P における下水道整備対象地域及び JWDP 2001 における中央処理区のサービス対象地域

表 B9-3 JWDP 2001 におけるサブ・システムと処理能力

サブ・システム	処理能力	処理先
Gajah Mada	43,200 m ³ /日	Muara Baru 下水処理場
Pantai Mutiara	13,200 m ³ /日	Muara Baru 下水処理場
Thamrin	15,900 m ³ /日	Waduk Setiabudi 下水処理場
Kali Ancol	13,790 m ³ /日	Ancol 下水処理場
Kali Grogol	11,300 m ³ /日	Mal Taman Anggrek の近くで処理
Waduk Grogol	10,700 m ³ /日	Mal Taman Anggrek の近くで処理
Siantar	2,768 m ³ /日	Muara Baru 下水処理場

出典：JWDP 2001 より JICA 専門家チーム作成

(4) 下水管渠の連結

JWDP 2001 において、Thamrin サブ・システムの幹線管渠は Setiabudi 下水処理場に連結するとされた。Gajah Mada サブ・システムでは、下水管は Muara Baru 下水処理場の北部に連結するとさ

れた。当初、幹線道路（JL. Thamrin）からの污水は Setiabudi 下水処理場に排水される計画であったが、最終的には Muara Baru 下水処理場に排水される計画となった。幹線管渠は直径 600 mm から 2,400 mm の単線管路が使用される計画であった。

(5) 下水処理場

1) Setiabudi Ponds の下水処理場

Setiabudi Ponds の下水処理場は、標準活性汚泥法を適用した設計污水処理能力 66,000m³/日（フェーズ 1 で 16,000 m³/日（東側貯留池）、フェーズ 2 で 50,000 m³/日（西側貯留池））で計画された。この処理場は Setiabudi Ponds の湿地に建設することが提案された。

2) Muara Baru の下水処理場

北部中央処理区（Menteng より北部）の污水を処理するために計画された。フェーズ 2 からはエアレーテッドラグーン法を適用した設計污水処理能力を 62,000 m³/日とし、第二ステージからは標準活性汚泥法を適用した 78,000 m³/日として計画された。

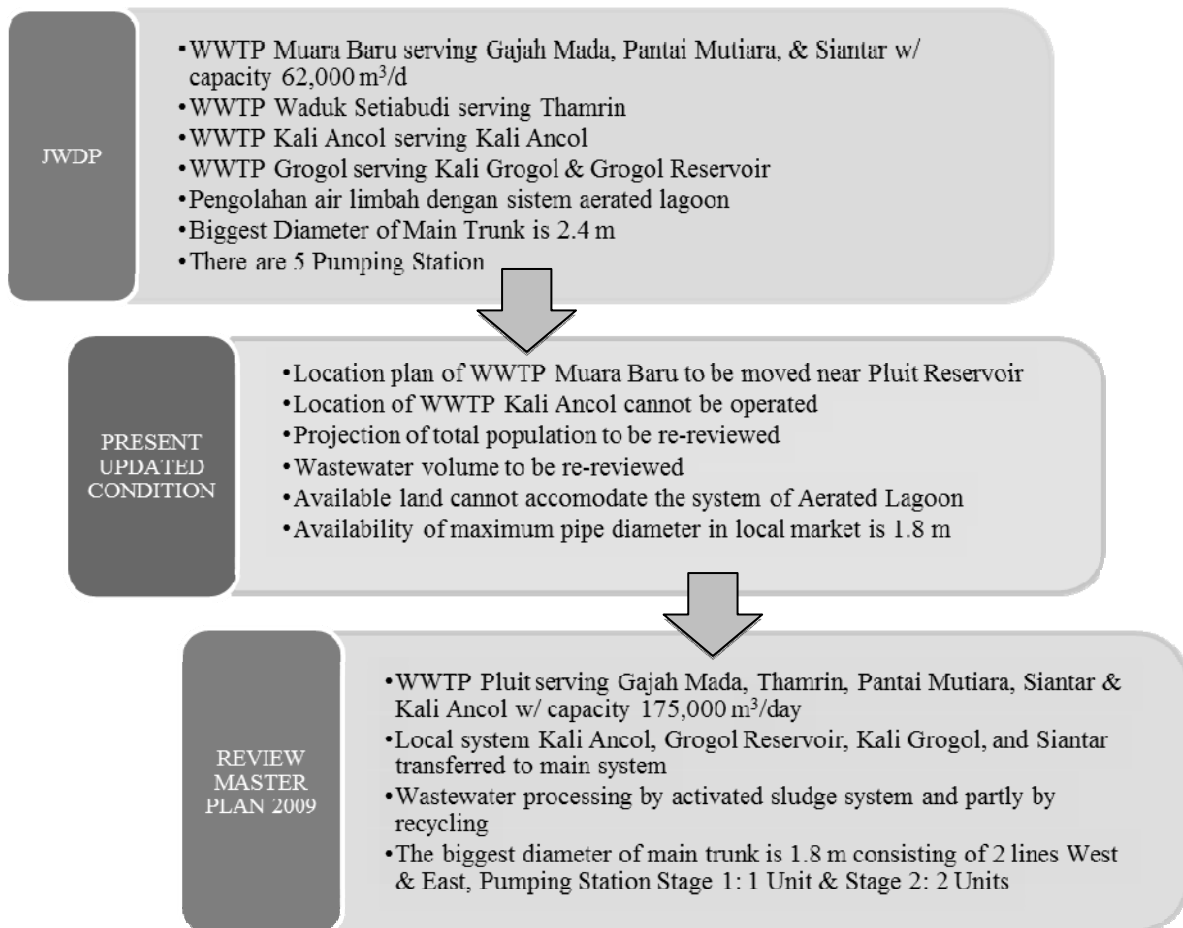
しかしながら、海面埋立した土地が用地として提案され、処理場までのアクセス道路設置のため海面埋立と住民移転が必要である。

設計水質は流入水 BOD 210 mg/L、処理水 BOD 30 mg/L であった。

B9.3 ジャカルタ下水道整備プロジェクトのためのマスタープラン見直し及び詳細設計 (Review M/P2009)

B9.3.1 背景

既存 M/P から変化した状況に対応させるため、既存 M/P の見直し及び詳細設計 JWDP 2001 のフェーズ 2（Kuningan, Gatot Subroto, SCBD, Krukut, Menteng Pulo, Thamrin, Gajah Mada 及び Pantai Mutiara）の詳細設計が「ジャカルタ市都市排水・下水道整備マスタープランレビュー及び詳細設計 2009」（以下、Review M/P 2009 という）として実施された。図 B9-4 に概要を示す。Review M/P 2009 は DGHS と DKI Jakarta によって作成され、その費用は DGHS の予算によるものである。



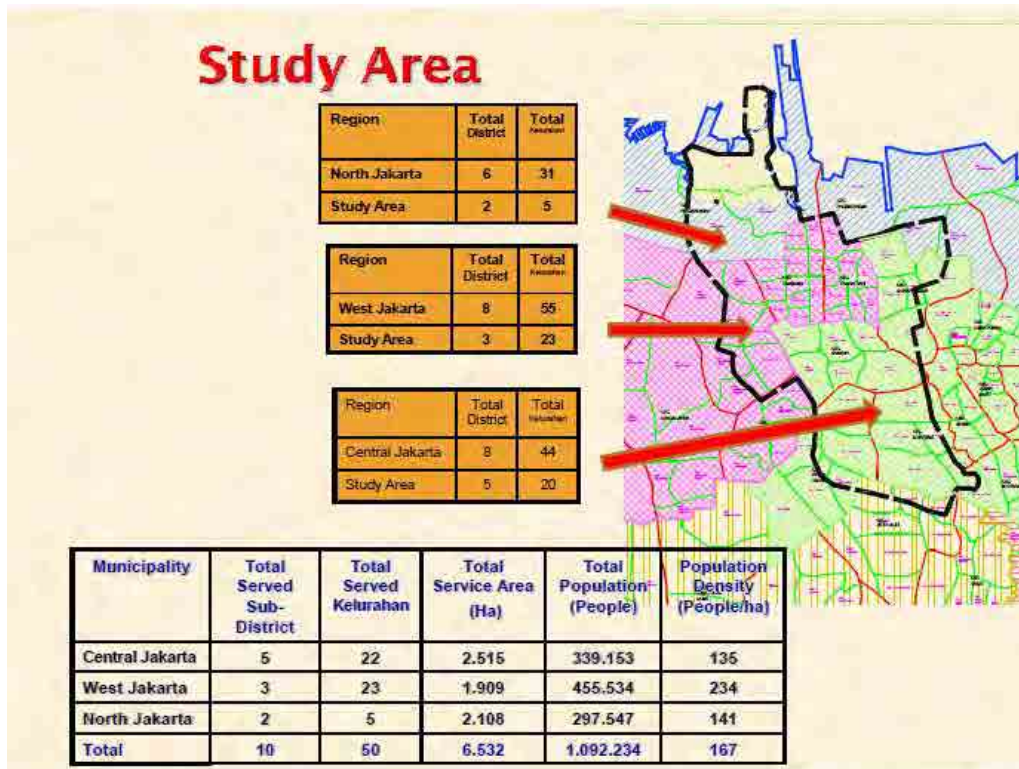
出典：Review M/P 2009 より JICA 専門家チーム作成

図 B9-4 Review M/P 2009 の概要

B9.3.2 対象地域の概要

図 B9-5 に Review M/P 2009 の対象地域を示す。対象地域の概要は以下のとおりである。

- 対象地域は 3 市（中央ジャカルタ市、西ジャカルタ市及び北ジャカルタ市）の 10 区にある 50 箇所の町から構成される中央処理区（フェーズ 2）である。
- 対象地域の面積は 6,532 ha であり、対象人口は 1,092,235 人である（2009 年時点）。
- 地形状況
 - 40% のジャカルタ地域が潮位の影響を受け、13 の主要河川がある
 - 海岸から水路までの土地の高さは海面から 0 m から 10 m である。
- 地質・水理学的特徴
 - 地下水：対象地域の地下水は 0 m から 3 m にある地層（Region I）と 7 m から 12 m にある地層（Region II）に存在する。ただし、Region I の地下水は塩水化している。
 - 表流水：DKI Jakarta には 13 の主要河川が流れており、州内の 5 市全体でいくつかの小河川と 40 箇所の池がある。



出典: Review M/P 2009 より JICA 専門家チーム作成

図 B9-5 Review M/P 2009 の対象地域

B9.3.3 Review M/P 2009 における人口予測

Review M/P 2009 における人口予測の概要は以下のとおりである。

- 対象地域の人口予測は、中央統計局（Central Bureau of Statistics）発行の 2006 年、2007 年及び 2008 年の Jakarta in Figures をもとに推算する。
- 中央ジャカルタ市における人口成長率は-0.8%から 0.2%の幅で減少傾向にある一方、東ジャカルタ市では 0.1%から 3%の幅で、北ジャカルタ市は 0.9%で両市とも増加傾向にある。
- 平均成長率は 1%と推算され、対象地域の人口は 2020 年で 1,206,327 人になると予測される。
- 人口分布について、ジャカルタ市近郊で人口が増加し、中心部での人口はだんだんと減少する。
- 住宅地から商業施設へと土地利用が変化するにしたがって人口が減少するため、中央ジャカルタ市の人口密度は減少傾向を示す。

B9.3.4 サービスレベル

表 B9-4 は Review M/P 2009 のサービスレベルを示す。

表 B9-4 Review M/P 2009 のサービスレベル

項目	2020 年			2030 年		
	面積 (ha)	人口 (人または%)	汚水量 (m ³ /日)	面積 (ha)	人口 (人または%)	汚水量 (m ³ /日)
[下水サービス対象地域]						
- 居住地域	4,336	978,543	123,555	4,336	1,337,232	168,839
- 事業所ビル	855	285,000	35,984	855	285,000	35,984
- 商業・公共施設	947	346,400	43,781	947	347,667	43,781
合計	6,138	1,609,943	203,319	6,138	1,969,899	248,603
[下水接続地域]						
- 居住地域	997	254,421	32,124	2,558	788,967	99,615
- 事業所ビル	769	256,500	32,386	855	285,000	35,984
- 商業・公共施設	568	207,840	26,268	852	312,900	39,402
合計	2,335	718,761	90,778	4,266	1,386,867	175,001
[下水道普及率]						
- 居住地域	23%	26%	26%	59%	59%	59%
- 事業所ビル	90%	90%	90%	100%	100%	100%
- 商業・公共施設	60%	60%	60%	90%	90%	90%
下水道普及率	38%	45%	45%	69%	70%	70%
DKI Jakarta – 合計	65,000	9,758,500		65,000	9,915,600	
DKI Jakarta (%)	3.6%	7.4%		6.6%	14.0%	

出典：Review M/P 2009 より JICA 専門家チーム作成

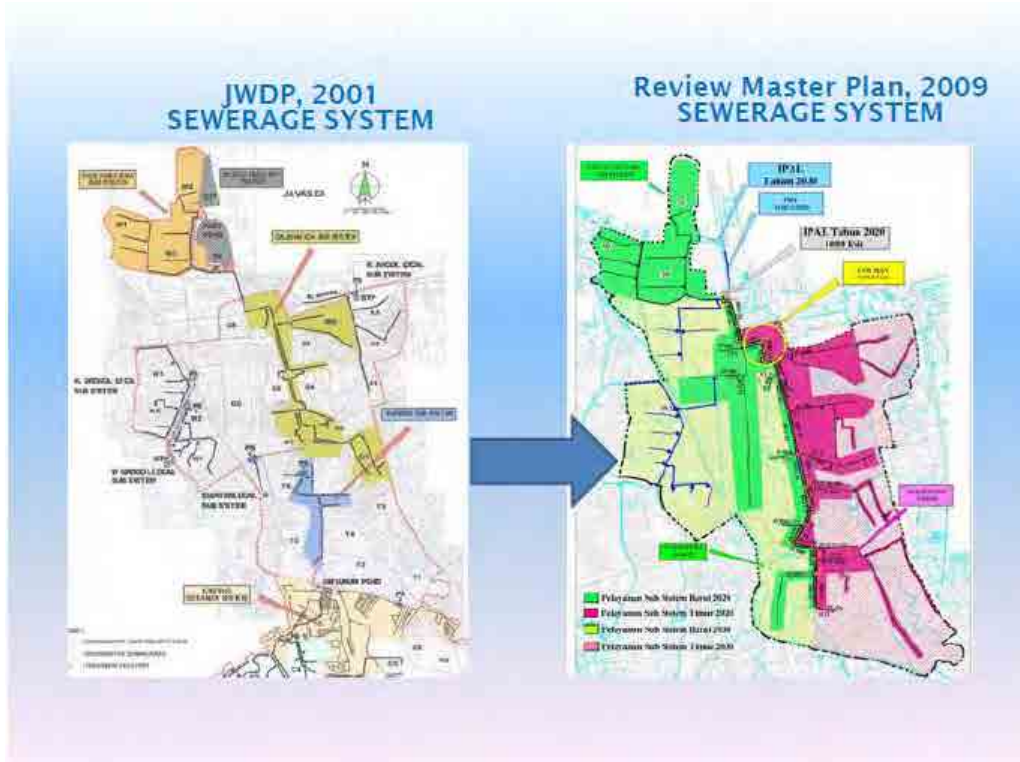
サービスレベルの主な概要は以下のとおりである。

- a) 中央処理区のサービスエリアは住宅地、高層ビルや商業地域を含む。Thamrin や Gajah Mada からの Pluit Reservoir の南部に位置する処理場までの管路に沿って、ほとんどの施設が高層ビルや商業地域である。
- b) DKI Jakarta の知事令 No.122-2005 によると、下水管が敷設される地域は下水道への接続義務が課されている。
- c) 高層ビルへのサービスレベルは第一ステージ（目標年次：2020 年）で 90%と計画されている。高層ビルを含めすべての建物は下水道に接続することが期待される。
- d) 高層ビルに加え、ほとんどの商業地域で下水管が敷設される。60%の商業地域で下水道が接続されることが計画されている。住宅地での接続計画は 23%にすぎない。
- e) DKI Jakarta における既存の平均サービスレベルが 7.4%であるのに対し、2020 年までに中央処理区の平均サービスレベルを 45%にすると計画されている。
- f) 2030 年までに中央処理区のサービスレベルを 70%（DKI Jakarta の人口の 14%）にする計画である。
- g) 中央処理区の全体のサービスエリアは 69%（DKI Jakarta の面積の 6.6%）まで増加する見込みである。

B9.3.5 下水管渠の連結

Review M/P 2009 では、幹線管渠のルートにしたがってサービスエリアを東サブ・システムと西サブ・システムの 2 つのサブ・システムに分けた。幹線管渠の直径はおよそ 600 mm から 1,800 mm である。

図 B9-6 に JWDP 2001 と比較した Review M/P 2009 の集水システムを示す。



出典：JWDP 2001 及び Review M/P 2009 より JICA 専門家チーム作成

図 B9-6 下水収集システム（左側：JWDP 2001、右側：Review M/P 2009）

B9.3.6 下水処理場

計画された下水処理場の概要は以下のとおりである。

(1) Pluit Reservoir 南部の処理場

第一ステージの処理場は、設計処理能力 86,400 m³/日（もしくは 1,000L/秒）で Pluit Reservoir の南部に建設される計画である。全体の 25%に対しては膜分離活性汚泥法（Membrane Biological Reactor: MBR）を適用する。必要土地面積は 3 ha から 4 ha であるが、予定地には既に住宅が密集して建てられている。

(2) Pluit Reservoir 北部の処理場

第二ステージの処理場は、設計処理能力 86,400 m³/日（もしくは 1,000L/秒）で Pluit Reservoir の北部に建設される計画である。第一ステージの処理場と同様に、全体の 25%に対しては膜分離活性汚泥法を適用する。必要土地面積は 3 ha から 4 ha であるが、予定地には既に住宅が密集して建てられている。

設計水質は、流入水 BOD 213 mg/L 及び SS 124 mg/L であり、処理水は長時間エアレーションにより BOD 20 mg/L と設定された（メンブレン+長時間エアレーションでは BOD 5 mg/L 以下）。

処理場の 2 箇所の敷地は私有地であり、移転と補償が関係するため取得が困難である。

B9.3.7 実施計画

下水処理場と管路の建設は以下の2つのステージで計画された。

(1) 第一ステージ：2010年から2020年

第一ステージでは、2つのフェーズでそれぞれ設計処理能力 43,200 m³/日（もしくは 500 L/秒）の処理場を東サブ・システムに、同規模の処理場を西サブ・システムに建設し、全体として処理能力を 86,400 m³/日（もしくは 1,000 L/秒）とする。

(2) 第二ステージ：2021年から2030年

第二ステージは2030年までの計画で、日汚水量は 175,001 m³/日（もしくは 2,000 L/秒）まで増加する見込みである。

B10 類似プロジェクトの経験

「イ」国で最初の本格的な下水道整備事業である「デンパサル下水道整備事業（1994年11月円借款 L/A 調印）」は、アジア通貨危機、地方分権化、用地取得の遅れ、中央政府と地方政府間の資金負担を巡る調整に時間を要したこと、などの理由から、事業期間が大幅に遅延（7年間）した。このことから、「イ」国において下水道事業を実施する場合には、以下のような教訓が得られる。

- ① 「イ」国に限らず、多くの国において、下水道等のサニテーション事業を実施する場合は、中央政府の資金支援が不可欠であり、中央政府と地方政府の資金分担について、あらかじめルールを定めておく必要がある。日本においても、1970年代に中央政府の下水道補助金制度を確立したことが、下水道の普及に貢献した。「イ」国においては、都市衛生開発促進プログラム（PPSP）2010-2014の財源として、地方政府のサニテーション事業に対して中央政府が地方政府負担額と同額を無償で補助するマッチング・グラント制度を用いて支援することとしており、同制度の運用が円滑に行われることが必要である。
- ② 下水道整備において下水処理施設の用地確保はもっとも重要な問題であり、マスタープラン段階で用地確保の目途をつけておく必要がある。