

出典： JICA 調査団

図 4.2.27 GKS 地域における将来トラックルート

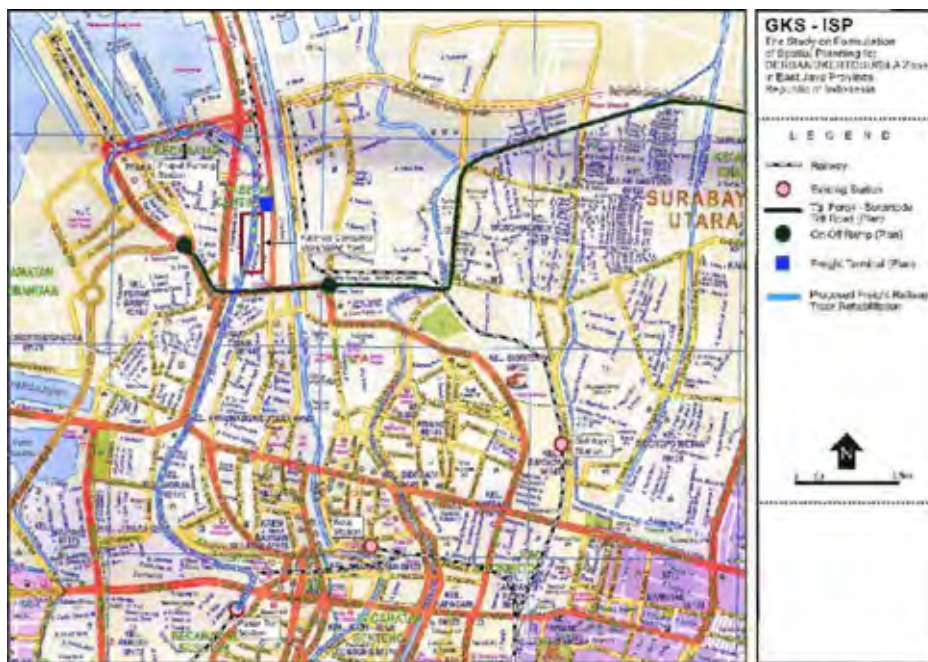
(5) 鉄道貨物ターミナルの統合

効率的な鉄道貨物輸送について、スラバヤの既存の鉄道貨物ターミナルである Kalimas、Pasar Turi、Waru、Kalimas の各駅は、一つに、すなわち Kalimas 駅に統合し、コンテナ貨物列車の操車場および駅として再整備する必要がある。Kalimas 駅の敷地は、新たな鉄道貨物操車場のための十分なスペースを有している。Kalimas 駅の位置およびエリアは、図 4.2.28 に示すとおり、Jl Tanjung Perak Timur、Jl. Kalimas Baru、Jl. Sisingmangaraja の北側の各道路により囲まれている。

さらに、PT. KA では、Tg. Perak 港、すなわち Nilam、Berlian と TPS (スラバヤコンテナターミナル) の各バースにおけるコンテナ輸送の取り扱いを行うため、貨物列車のオペレーションを再生する計画がある。このため、Pasar Turi と Kalimas の各駅 (そしてさらに Tg. Perak 港) を接続する既存の専用単線の貨物線 (ポートアクセス) のリハビリを行い、より速くかつ信頼できる貨物サービスを強化する必要がある。既存の単線軌道 (操作場を除く) の高架化についても、検討の余地がある。

Kalimas は、貨物輸送の取扱施設を備えている必要がある。鉄道で輸送されるコンテナは全て、小型機関車でこの地区に運び込まれ、スタッカーや RTG などのコンテナ取扱装置を使用して、長距離貨物列車用に再配置する必要がある。このスペースは、40 フィートコンテナ輸送用の 20-30 両編成の貨物ワゴンで構成される列車を何本か操作するために十分な広さである必要がある。また、(Kalimas から) 港方面への Prapat Kurung 駅についても、施設が古く効率的な利用もされていないため、再整備が必要である。

さらに、将来、Kalimas 貨物駅におけるコンテナの取扱いが容量に達してしまった場合、代案として、Margomulyo 工業地域の近くに位置する Kandangan 駅についても、長期的には第 2 の鉄道貨物ターミナルとして整備する必要があるだろう。

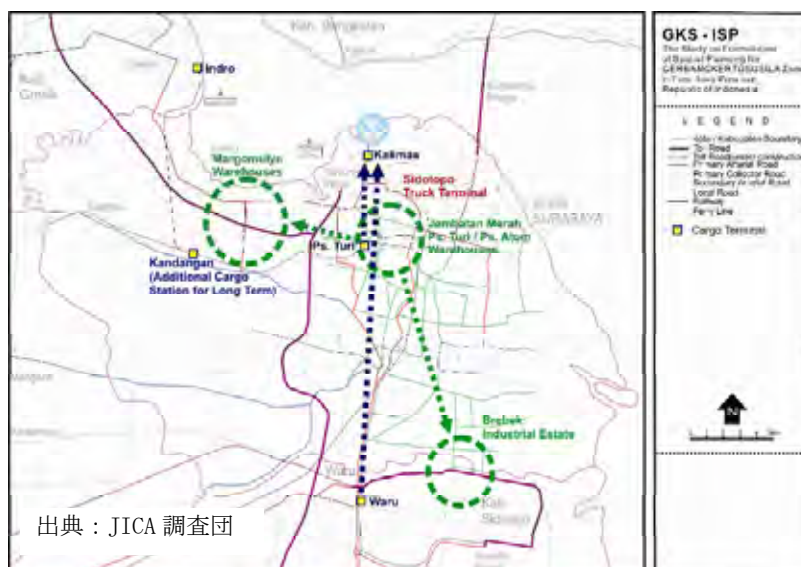


出典：JICA 調査団

図 4.2.28 統合貨物ターミナルとしての Kalimas 貨物駅

(6) 旧市街の倉庫群の移転

旧市街の Pasar Atom/Jembatan Merah 地区にある倉庫群では、Tg. Perak 港に出入りする小型トラックのトリップ数が多く発生し、周辺の幹線道路や街路で慢性的な交通渋滞を引き起こしている。したがって、この地区のトラック交通を削減するため、図 4.2.29 で示すように、既存の倉庫群をスラバヤの他の地域へ移転させる必要がある。移転先として利用可能な用地は、Margomulyo と Berbek の工業地域にあり、何れも有料道路の近くに位置している。これらの土地は、旧市街の民間倉庫群の移転先用地としての確保が可能である。



出典：JICA 調査団

図 4.2.29 スラバヤにおける貨物ターミナル／倉庫群の移転案

4.3 水資源管理・上水道システム

4.3.1 水需要シナリオ

(1) 現在の需要

GKS 地域で、水は、家庭、商業、工業、畜産業、漁業、灌漑の用途に消費されている。そのうち、灌漑用の水需要は最大であり、空間計画に定められる土地利用計画に従い量が法的に固定されている。このため、他の目的のために水を配給しようとする際の柔軟性を欠くこととなり、都市開発・工業開発における大きな問題の一つとなっている。

生活用水需要

生活用水需要（家庭用水需要）は、各水道供給者が農村部・都市部別に集計している。2007 年現在、GKS 地域の都市部人口は 630 万人、農村部人口は 300 万人であった。

飲料水供給率は、GKS 地域の都市部については、市・郡によって 7%から 70%と大きな幅があり、都市部全体平均では 47%となっている。農村部の飲料水供給率は、1%から 14%、平均 4%となっている。GKS 地域全体では 33%であり、MDG（Millinium Development Goal）のターゲットである 60%を大きく下回っている。

水消費量原単位については、農村部では 30lpcd（リットル／人／日）であり、これは国の規定する農村部水供給基準に従ったものとなっている。都市部ではモジョクルト市の 78lpcd からスラバヤ市の 245lpcd まで、郡・市によって大きく幅がある。GKS 地域の都市部全体平均では 199lpcd となっている。

家庭以外の水需要

工業セクターにおける水消費量は、工業成長に伴って拡大する。商業用水消費量については、家庭用水消費量に比例して変化してきており、家庭消費 1 に対し商業消費 0.25～0.40 で推移してきた。漁業（特にシドアルジョ、グレシックで盛ん）は、GKS 地域では灌漑に次いで 2 番目に水消費量の多いセクターである。漁業用水の標準水需要量は、水面積 m² 当り 7mm/日である。畜産業セクターでの水消費量は比較的少なく、全体の 1%にも満たないものとなっている。

(2) 将来需要

水の将来需要を、非灌漑用水と灌漑用水に分類して推計する。

非灌漑用水需要

非灌漑用水需要（家庭、商業、工業、畜産業、漁業含む）は、2010 年の 57.74 m³/秒から 2030 年には 81.75 m³/秒に達すると予測される（表 4.3.1、図 4.3.1）。

灌漑用水需要

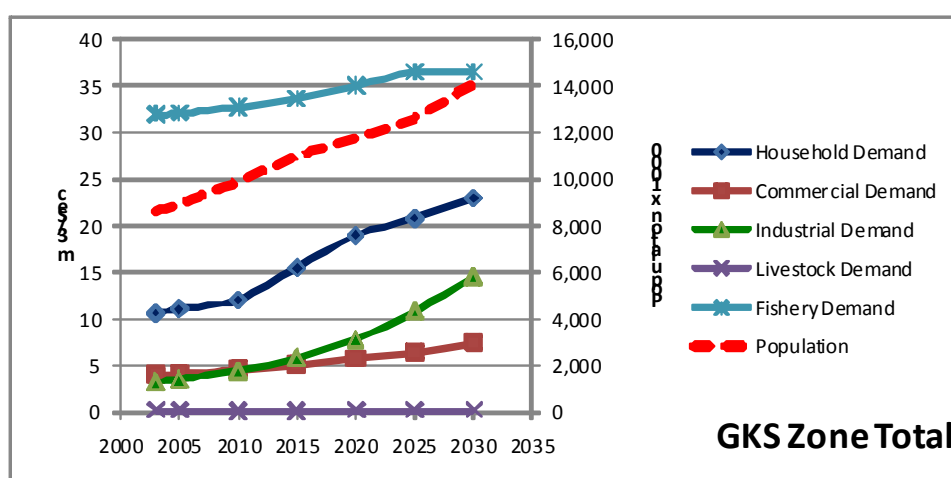
GKS 地域の灌漑地域面積は、2003 年には 1,263 km²であったが、年 3%の割合で縮小していくことが予想される。2003 年のピーク時（種蒔き期／植え付け期）の平均給水率は 1.00～1.28 L/ha/秒（リットル／ヘクタール／秒）であったが、2025 年のピーク時平均給水率は SDA（2006 年）によると 0.87～1.48 L/ha/秒となると予測されている（モジョクルト郡、グレシック郡、バンカラ郡の給水率はそれぞれ 112%、115%、105%）。灌漑用給水率のわずかな増加が、全体の給水量に大きく影響するので、灌漑における技術改良によってより効率的な水利用を行い、灌漑給水率の増加をさけるべきである。

表 4.3.1 GKS 地域の非灌漑用水需要予測

(単位:m3/秒)

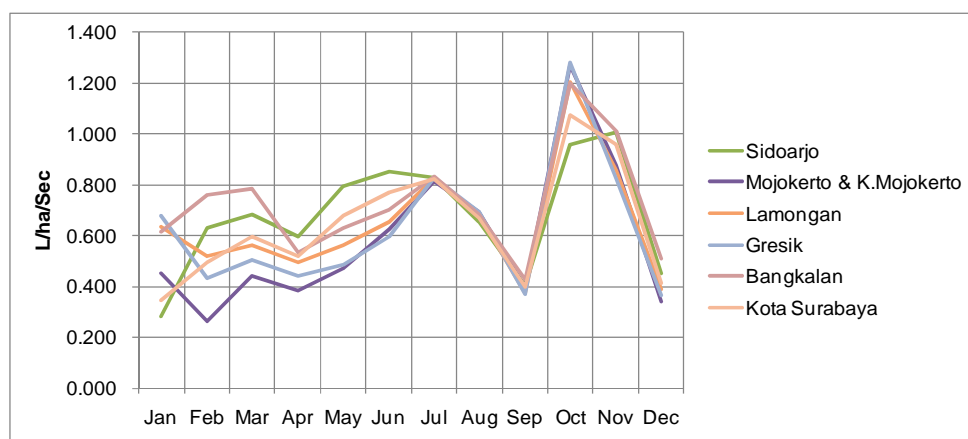
年	2003	2005	2010	2015	2020	2025	2030
家庭	13.52	14.07	15.57	17.28	19.25	21.51	22.95
商業	4.06	4.22	4.67	5.19	5.77	6.45	7.46
工業	3.24	3.54	4.49	5.87	7.89	10.89	14.58
畜産業	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.23	0.23
漁業	31.97	32.14	32.81	33.78	35.03	36.53	36.53
計	53.00	54.17	57.74	62.32	68.15	75.61	81.75
人口(千人)	8,605	8,951	9,899	10,981	12,223	13,652	14,118

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.3.1 GKS 地域の非灌漑用水需要予測



出典: SDA(2006年)のデータをもとに JICA 調査団算出

図 4.3.2 灌漑用水需要の季節変動(2003年)

4.3.2 水資源のキャパシティ

(1) 地表水

GKS 地域では、シドアルジョ、モジョクルト、スラバヤがブランタス川流域、ラモンガン、グレシックがソロ川流域、バンカランがサンペアン-マドゥーラ川流域に位置している。地表水の利用可能量は、ダムによりコントロールされている川の流量に基づき計算される。地表水の利用可能量は河川流域管理庁 (Balai Besar Wilayah Sungai Brantas、Balai Besar Wilayah Bengawan Solo)により管理され、季節により変動する河川流量と水需要の調整が行われている(表 4.3.2、図 4.3.3)。

表 4.3.2 GKS 地域地表水利用可能量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
シドアルジョ	84.35	92.05	78.44	110.30	54.60	37.70	22.80	22.10	19.40	25.00	39.00	64.70
モジョクルト	136.86	178.70	171.15	165.70	94.71	101.44	59.40	47.04	52.99	62.14	52.90	79.87
ラモンガン	80.03	89.78	69.40	47.51	17.91	12.88	11.01	8.55	6.75	8.11	30.10	40.92
グレシック	66.75	68.56	53.53	83.11	41.31	29.70	19.02	18.32	16.71	21.68	27.75	44.04
バンカラン	39.75	23.93	8.56	6.56	3.83	3.01	0.54	0.33	0.33	0.28	5.74	14.79
スラバヤ市	30.45	31.53	24.14	39.48	19.30	14.00	8.64	8.33	7.64	10.10	12.28	20.35
GKS	438.2	484.6	405.2	452.7	231.7	198.7	121.4	104.7	103.8	127.3	167.8	264.7

出典：SDA(2006年)

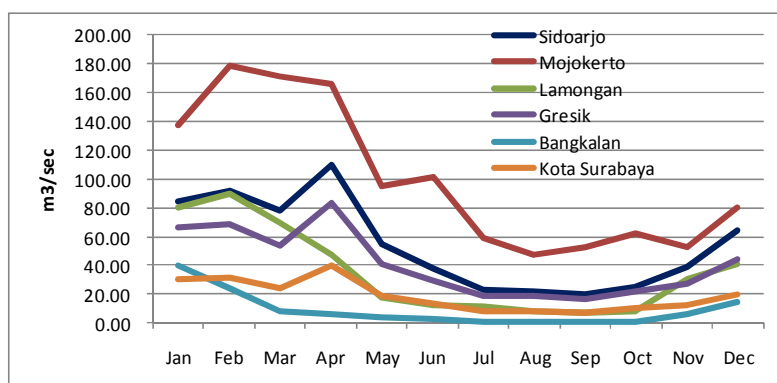


図 4.3.3 GKS 地域の地表水利用可能量

(2) 地下水

地下水への需要は急拡大しており、その使用に対する適切な管理の必要性が高まっている。限られた公共資源として、次世代においても使うことができるよう、「使用量と補充量」のバランスがとられねばならない。パルアン等の他の地域では、地下水は他市・郡へ販売するための貴重な商品となっている。

市・郡	産出量 (m ³ /秒)
シドアルジョ	8.37
モジョクルト(市・郡)	11.65
ラモンガン	10.12
グレシック	7.41
バンカラン	6.06
スラバヤ	3.63

(3) 水の需給バランス

非灌漑用需要、灌漑用需要および地表水の利用可能量のバランスは、季節によって変動する。12～4月の雨季には、地表水は全水需要を満たし、ダムへの貯水も可能となる。しかし5～11月の乾季には、河川からの給水可能量が減り、需要を下回る。

地表水の利用可能量が需要を下回る時期には、地下水によって代替することが可能である。水不足は、通常灌漑セクターにおいて起こるが、同セクターでは地下水は使用されず、地下水の供給は灌漑以外の分野に限られている。シドアルジョ、ラモンガン、バンカランでは水不足が特に深刻である一方、モジョクルトでは需要を大きく上回る給水が可能となっている。

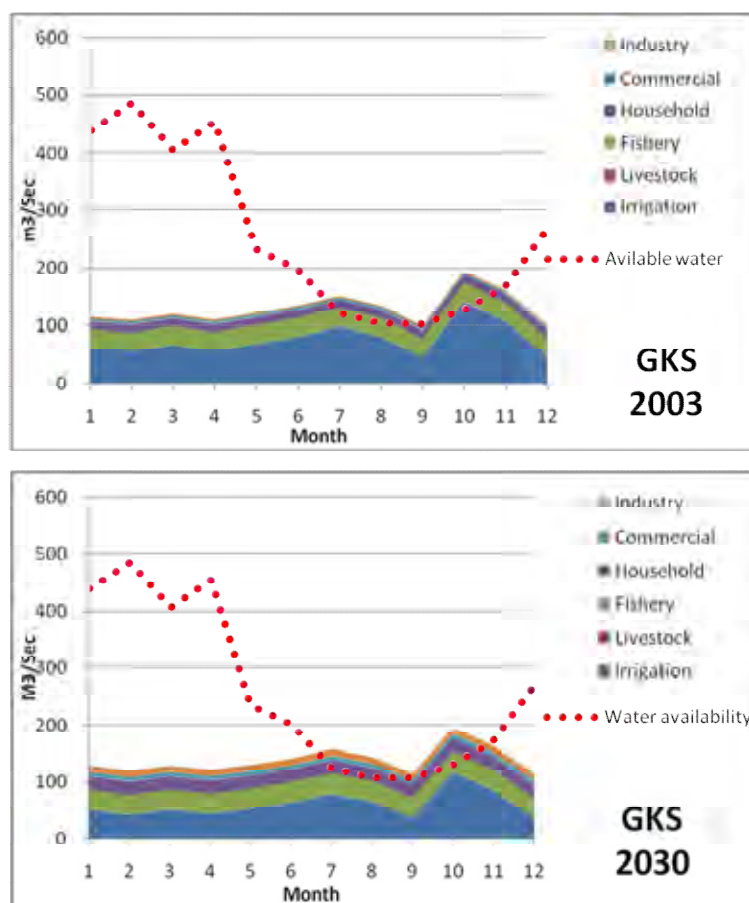


図 4.3.4 2030 年 GKS 地域の水需給バランス予測

4.3.3 水資源管理

東ジャワ州では積極的に水資源管理に取り組んでおり、河川管理公社の設立、河川水への使用料課金、民間資金導入プロジェクト等が行われている。GKS 地域における水の需給バランスを保つため、以下の点に留意が必要となる。

(1) 水資源管理

経済活動や土地利用における変化に伴い、水需要の構造も変化する。農地転用は、収穫計画と農業用水需要量に影響する。したがって、農業用水利用計画は、将来の経済構造変化に応じて修正が必要となる。

表 4.3.3 は、水が不足する月数を、現状を基に予測したものである。水不足を解消するためには、水損失を抑える取り組みが必要であり、例えば (1) 原水確保のための河川流域保全、(2) ダムの貯水容量の維持、(3) 灌漑用水損失の緩和、(4) 水供給における漏水の緩和、などが考えられる。

貯水池の貯水容量の低下は、さらなる水不足へと繋がる。原水確保のためには、貯水池の堆積物の除去は不可欠である。現在、上水道セクターにおける水損失量は 30% 以上であり、異常ともいえる状況にある。将来の水需要の増加に備えるためにも、速やかに水損失の改善が取組まれるべきである。

(2) 地下水管理

非灌漑セクターへの水の代替供給源として、井戸・湧水を含めた地下水の利用は増加しており、適切な維持・管理が必要となっている。法律（1999年 No.22）及び政府規則（2000年 No.25）では、環境の持続可能性の維持向上も含めた地下水管理は、各地方政府がその管轄区内においては責任を持たなければならないと定めている。しかし、GKS 地域内の深刻な水不足に対処するには、水系地質学も考慮しつつ、パスルアンからの水を郡政府間において取引するメカニズムが模索されるべきである。

表 4.3.3 GKS 地域の水不足量

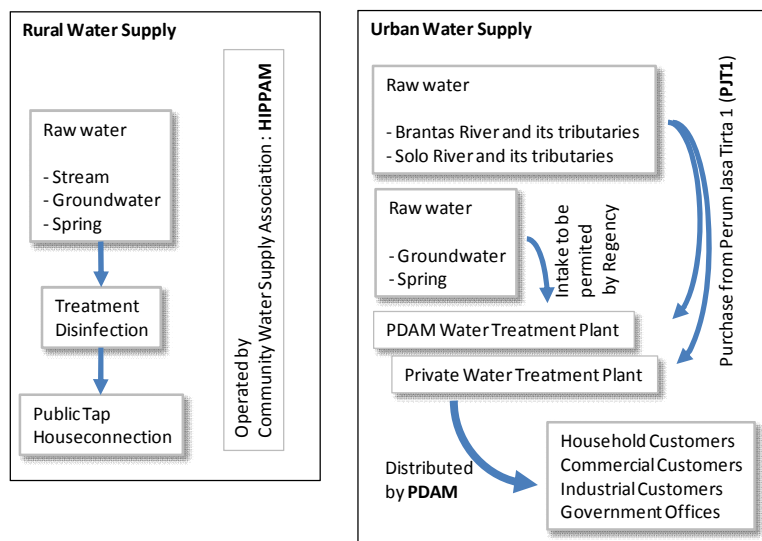
郡	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	水不足月数
バンカラ	34	18	3	2	-2	-3	-6	-5	-4	-8	-1	10	7
グレシク	39	43	27	57	15	3	-10	-10	-9	-11	-1	19	5
スラバヤ	18	19	11	27	7	1	-4	-4	-5	-3	-1	8	5
ラモンガン	50	64	42	23	-10	-18	-27	-23	-13	-44	-9	20	7
モジョクルト (K&K)	114	163	149	145	71	72	23	15	32	8	14	61	0
シドアルジョ	54	59	45	77	20	2	-12	-11	-12	-11	2	33	4
GKS 地域	309	365	276	331	101	58	-36	-39	-11	-68	5	151	4

出典: JICA 調査団

4.3.4 上水道サービス

(1) 上水道サービスの現状

上水道は、飲料用水と工業用水に分類される。都市部の飲料水は、各市・郡政府および民間水処理会社に所有されている地方水道会社（Municipal Water Supply Company: PDAM）により生産・配給される。原水は、河川管理公社（Perum Jasa Tirta 1: PJT1）により供給される。農村部においては、各家庭は飲料水を手に入れるため、井戸やコミュニティにより運営される水道システム（HIPPAM 又は IKK システムと呼ばれる）を利用している。また東ジャワ州政府は、市・郡間における水供給のために、州水道会社を設立した。



出典: PDAM

図 4.3.5 現在の下水道システム

(2) 上水道普及率

都市部の上水道サービスについては、PDAM スラバヤは、現在、スラバヤ市人口の 68% をカバーしている。PDAM シドアルジョは、2007 年時点では郡人口の 29% の普及率となっており、2022 年に 45% に達することを目指している。PDAM ラモンガンの普及率は、現在 12%、2020 年に 44% に達する目標を立てている。

農村部における上水道サービスの改善は、最も重要な開発課題の一つである。公共事業省は、現在、USAID の協力の下、農村部での上水道・公衆衛生プログラムを実施している。同プログラムでは、上水道設備や浴場・トイレなどの公衆衛生設備の建設を支援しており、これらの設備は HIPPAM により運営・維持される。HIPPAM プログラムは、GKS 地域において人口 144,623 人 (GKS 地域全人口の 2%) にサービスを提供しており、今後さらに拡大する予定である。

(3) 水不足

乾季の水不足は、灌漑、工業、家庭に影響を及ぼしている。各 PDAM は貯水池や水処理施設の建設によって水不足の影響を緩和しようとしているが、一方で各 PDAM における無収水率 (Non Revenue Water: NRW) は 35~40% とかなり高くなっている。水産出量の増加と NRW の削減は 2 大課題であるが、現実的には NRW 削減の方がより優先度は高い。

(4) ミレニアム開発目標 (MDGs) の上水道普及率ターゲット

インドネシア政府は、ミレニアム開発目標 (MDGs) の達成に向け、2015 年までに新たに 7,800 万人が改善された上水道サービスを、7,300 万人が改善された公衆衛生サービスを必要とすることになると試算、表明している。

国全体の水道普及率の MDG 目標は 73% であるが、現在の PDAM による飲料用水道普及率は、スラバヤ、シドアルジョ、ラモンガンにおいてそれぞれ 68%、29%、12% となっている。HIPPAM プログラムは GKS 地域全人口の 2% をカバーするに留まっている。このように、GKS 地域における水道普及率の改善の余地は極めて大きい。

2004 年に施行された水法では、水は限りのある資源であるとしているが、上水道サービスにおける最低限のサービス基準やその基準をいかに達成するかについて定めたものは現行の法的枠組みにはない。より実効性のある制度の模索が求められている。

(5) 水管理行政の強化

上水道行政における二つの改善案を提示する。

- A: 郡政府間インフラ開発維持規制委員会の設立
- B: 成果指標システム (Performance Indicator System: PIS) の導入

改善案 A では、より合理的かつ柔軟に必要な地域へと水を届けるため、郡政府間の水取引にかかる資格要件を高める。郡境をまたぐ水取引スキームに対する提案は多く存在しているが、その実践にはいくつかの障害がある。1 つは、行政的管轄区を超えたステークホルダー間で合意に至ることの難しさである。これに対し、郡政府間機構を設け、タスクフォースを設置して郡をまたがった水インフラ開発・維持の調整を行うことは一つの有効な策であると考えられる。

改善案 B の PIS は、民間セクターがその長期目標や顧客満足度をいかに達成しているかを測るためによく用いられている。公共サービスプロバイダーのビジョン、長期目標、サービスの便益を評価するための効果的なツールとなり、水関連サービスや廃棄物管理関連サービスにおける民営化や PPP メカニズムを促進する際に重要となる。

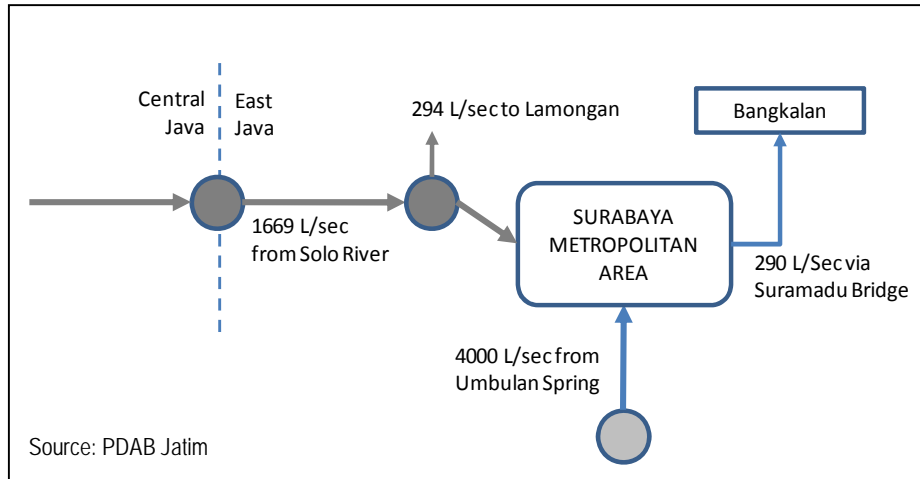


図 4.3.6 ソロ川およびウンブラン泉からの引水プロジェクト

4.3.5 上水道のための戦略と優先的アクション

GKS 全体をカバーする安定的かつ持続可能な上水道システムの開発は、同地域が長期的に社会・経済成長を遂げていくために不可欠である。以下の戦略が実施されるべきである。

(1) 水資源管理

- 原水確保のための河川流域保全
- ダムの貯水容量の維持・増加
- 灌漑用水損失の緩和
- 需要管理（リサイクリング、効率的な水利用）
- 漏水の削減（現在漏水率 34%）
- 地表水・地下水の郡境をまたがった利用

(2) 地下水管理

- パスルアン水源の郡政府間水取引メカニズム

(3) 行政強化

- 郡政府間インフラ開発維持規制委員会の設立
- 民間と連携した水道サービス提供における PIS の導入

これらの戦略を実施するための優先アクション及び担当機関を表 4.3.4 にまとめる。

表 4.3.4 上水道システムのための優先的アクション

優先的アクション		実施機関
1	GKS プラス地域における、将来土地利用計画と原水配給計画との間の整合計画	州、市、郡、PJT1、PDAB、PDAM
2	東ジャワ州における郡政府間水取引プロジェクト(地下水・泉水含む)	州、市、郡、PDAB、PDAM
3	各 PDAM における上水道施設拡張プロジェクト(地下水・泉水、郡政府間水取引を含む)	州、市、郡、PDAM
4	各 PDAM における無収水(NRW)削減プロジェクト	市、郡、PDAM
5	地下水管理計画 - ジャティムにおける地下水利用・保全計画	州、市、郡、PDAB、PDAM
6	水供給産業における PIS 実施プログラムの導入	州、市、郡
7	各地域における節水プログラム	市、郡、PJT1、PDAM

出典： JICA 調査団

4.4 下水処理と都市排水

4.4.1 現状

(1) 下水処理

GKS 地域における下水管理は適切なものとは言えず、旧来の仕組みのままとなっている。全下水量の大部分を占める家庭排水は、主に各家庭にある単純な浄化槽・セプティックタンクによって処理されている。排水は上澄と汚泥に分けられ、上澄は下水溝又は地下に捨てられ、汚泥は、清掃局の許可を受けた会社により収集された後、清掃局により汚泥処理場にて処理される。

1 つのセプティックタンクからの汚泥発生量はおよそ $0.0005 \text{ m}^3/\text{人}/\text{日}$ 、又は $0.5\text{L}/\text{人}/\text{日}$ ほどと考えられている。スラバヤ市は、 $300\text{m}^3/\text{日}$ の容量を持つ汚泥処理プラント (IPLT) を有しているが、スラバヤ市人口 300 万人中 30 万人分の下水処理能力しかなく、拡張が必要となっている。

商業および工業廃水の必要処理レベルは、環境大臣令の中で事業種類ごとに定められている。工業用地を除いて、商業・工業廃水は個々の事業者において処理されている。

多くの行政ルールにより排水基準が定められているものの、河川水質の悪化は重

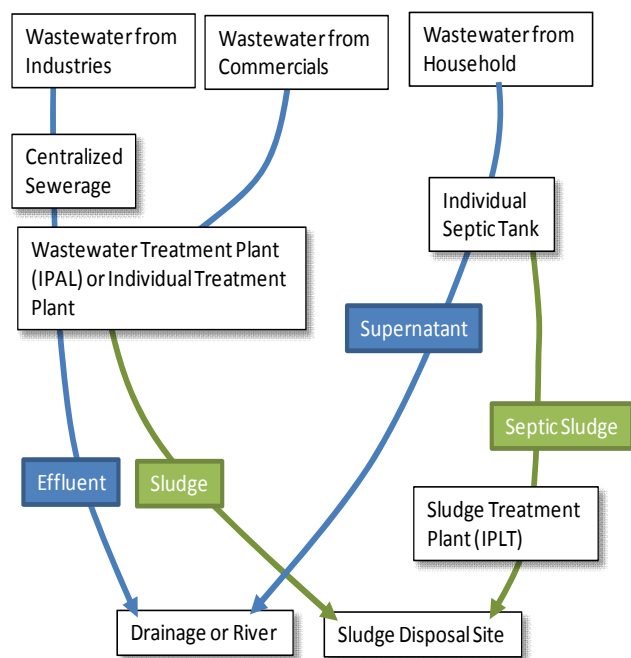


図 4.4.1 GKS 地域の廃水処理システムの現状

大な課題である。環境大臣令に基づき、PJT1により毎月、ブランタス川およびソロ川の60箇所
で水質モニタリングが実施されているが、大臣令には、違反者に対する罰則規定は定められてい
ない。

(2) 都市排水

河川の氾濫による洪水は改善されてきているが、排水路からの氾濫は未だに頻繁に発生している。
都市部では排水システムが設置されており、雨水を河川へと排出している。排水システムのデザ
インコンセプトは、地域ごとにその地形によって異なる。排水路氾濫の原因としては以下が考え
られる。

- 排水路容量の不足
- 排水容量の維持・管理の不足
- 緊急時対応能力の不足

GKS 地域は低地かつ平坦な地形であるため、都市部における氾濫は従来からの課題である。氾濫
による被害を抑えるために、ステークホルダーによる以下のような取り組みが必要である。

表 4.4.1 氾濫防止の担当機関

洪水・氾濫	担当機関	管理方針
河川氾濫	河川管理公社(PJT1)	ブランタス川マスタープラン、ソロ川 マスタープラン
都市下水氾濫	市・郡の公共事業局	地域土地利用長期計画、短期アク ションプラン

4.4.2 下水および排水管理

(1) 下水・排水管理

下水管理は人々の健康と環境の維持・改善につながり、その地域の居住環境の質を決定するもの
とも言える。GKS 地域では、家庭排水処理については法令で規定されているが、公共下水処理サ
ービスについては、汚泥処理サービスがあるのみである。将来的に、工業廃水向けの監視システ
ムも含めた、厳格な下水マネジメントシステムが求められる。GKS 地域空間計画に沿った、下水
処理マネジメントマスタープランが必要である。

(2) 公害防止のためのモニタリング能力

家庭および工業廃水の水質基準は、省令や首長決議により定められている。特定の廃水（特に工
業廃水）、そして河川水の水質は、原水品質保全の観点から PJT1 によりチェックされている。

一方で、廃水質監視システムが設立されたにもかかわらず、河川水は明らかに汚染されてきてい
る。ひとつには、廃水質監督システムが違反者に対する罰則制度を有していないためであると考え
られる。したがって、公害防止に向けた監視能力の強化のためには、法的強制力の執行が促進
されるべきである。

(3) 都市排水システムの改善

都市排水システムの改善には、各郡政府の継続的な努力が必要となる。2030 年目標の GKS 空間
計画のマクロフレームワークに基づき、より詳細な土木調査を行って、都市排水整備長期計画を
作成するべきである。

4.4.3 下水・都市排水の戦略およびアクションプラン

適切なマネジメント能力の強化、土木施設の整備により、清潔で衛生的な環境を構築すべきである。これらを達成するため、以下の戦略と優先的アクション(表 4.2.2)が実施されるべきである。

- 1) 公衆衛生・下水マネジメント
-公衆衛生・下水処理の適正管理の促進
- 2) 公害防止のための監視能力
-特に工業廃水と河川の水質の監視
- 3) 都市排水システムの改善
-排水路容量の強化
-排水路の適切な維持管理
-災害(洪水)対策促進のための緊急対応能力の向上

表 4.4.2 廃水処理・都市下水のための優先的アクション

優先的アクション	実施機関
1 ブラントス川及びソロ川における監視・規制・処罰のための河川水保全プログラム	州、市、郡、PJT1
2 GKS 地域の特定の都市部における下水処理マスタープラン	市、郡
3 GKS 地域の特定の都市部における都市排水マスタープラン	州、市、郡、PJT1
4 情報システム、運営システム、PR、人的資源開発を含む排水行政システム開発	市、郡