

厚生労働省委託事業

平成 28 年度
東南アジア地域水ビジネス案件発掘・形成調査業務一式

業務報告書

平成 29 年 3 月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

目 次

インドネシア国基礎指標	i
位置図	i
写真集	ii
略語説明	iv
第 1 章 業務概要	1
1.1 業務実施の背景・目的	1
1.2 工程・方法	1
1.2.1 事業実施工程	1
1.2.2 現地調査期間及び内容	2
1.3 団員の構成	2
第 2 章 調査対象の現状および課題	3
2.1 国レベルの水道分野の現状と課題	3
2.1.1 社会経済情勢および開発政策	3
2.1.2 上水道セクターの開発課題	4
2.2 調査対象地域の水道分野の現状と課題	6
2.2.1 ジャカルタの上水道セクターの現況・問題点	6
2.2.2 バンジャルマシンの市および周辺の上水道セクターの現況・問題点	22
第 3 章 対象案件の実施可能性検討	28
3.1 対象案件概要	28
3.2 担当官庁と実施機関	29
3.2.1 関係省庁等	29
3.3 我が国による協力の経過	30
3.3.1 技術協力の経過	30
3.3.2 対象案件の我が国の援助方針との整合性	31
3.3.3 案件の実現に向けた課題	32

図 目次

図 1	調査実施フロー.....	1
図 2	水道施設整備の資金源の構成割合.....	3
図 3	資金源別の適用対象施設.....	4
図 4	広域水道整備案件 (SPAM Regional) 分布.....	5
図 5	PDAM の事業経営健全度評価の割合推移.....	5
図 6	Jatiluhur 水源開発事業の概要.....	6
図 7	Jatiluhur 水源開発事業Ⅰの施設配置.....	7
図 8	Jatiluhur 水源開発事業Ⅱの資金源別の開発フロー図.....	10
図 9	ジャカルタの水道施設概要.....	11
図 10	ジャカルタの水源構成.....	12
図 11	ジャカルタの浄水供給内訳.....	13
図 12	ジャカルタの給水区域.....	14
図 13	ジャカルタ水道の施設整備目標.....	14
図 14	AETRA の給水区域.....	16
図 15	導水施設の配置.....	17
図 16	課題解決のための施策の関連図.....	20
図 17	1997 年 MP/FS にあげられた整備施設.....	21
図 18	Banjarmasin 市位置図.....	22
図 19	既存上水道システムの送配水系統.....	23
図 20	Bilu 取水場.....	23
図 21	Tabuk 取水場.....	24
図 22	Pematang 取水場.....	24
図 23	Lulut 取水場.....	24
図 24	Ahmad Yani 浄水場.....	25
図 25	Pramuka 浄水場.....	25
図 26	SPAM Regional Banjar Bakula 供給範囲.....	26
図 27	「水と衛生に関する拡大パートナーシップ・イニシアティブ」基本方針.....	31

表 目次

表 1	Jatiluhur 開発Ⅰの緒元.....	7
表 2	Jatiluhur 水源開発事業Ⅰの供給量内訳.....	8
表 3	Jatiluhur 水源開発事業Ⅰの総事業費.....	8
表 4	Jatiluhur 水源開発事業Ⅰの整備工程.....	9

表 5	Jatiluhur 開発Ⅱの緒元	9
表 6	Jatiluhur 水源開発事業Ⅱの整備工程	10
表 7	Jatiluhur 水源開発事業全体の資金源別工事別支出額	11
表 8	ジャカルタの管理体制別(コンセッショネア)の水源構成	12
表 9	ジャカルタ水道の給水状況予測(計画目標)	13
表 10	PALYJA の浄水施設能力と水源	15
表 11	PALYJA の給水状況改善指標	15
表 12	PALYJA の需要地への配水の状況	16
表 13	AETRA の浄水施設能力と水源	17
表 14	AETRA の浄水場、配水センターの運転実績	18
表 15	AETRA の需要地への配水状況	19
表 16	1997 年MP/FS での優先整備施設の整備状況	21
表 17	Banjarasin 市の人口	22
表 18	PDAM Banjarasin の取水場概要	23
表 19	PDAM Banjarasin の浄水場概要	24
表 20	想定される整備施設	28
表 21	上水道分野に関する我が国の ODA 実績	30

インドネシアの基礎指標

基礎指標	指標値	基準年
総人口(国全体)	2.61 億人 ¹⁾	2016 年
一人当たり名目 GDP	3,605USD ²⁾	2015 年
実質経済成長率	5.0% ²⁾	2016 年
5歳未満児死亡率	26.2 人／千人あたり ³⁾	2015 年
乳児死亡率(1歳未満)	22.2 人／千人あたり ³⁾	2015 年
出生時平均余命	70.84 歳 ³⁾	2015 年
成人識字率	95.44% ⁴⁾	2015 年
都市人口の割合	53.7% ⁵⁾	2015 年
都市人口の年増加率	2.60% ⁵⁾	2014-2015 年
改善された飲料水へのアクセス率 (全国・都市・農村)	87%・94%・79% ⁶⁾	2015 年

出典: 1) 国連データ・ポータル

2) 外務省 HP「インドネシア共和国基礎データ」

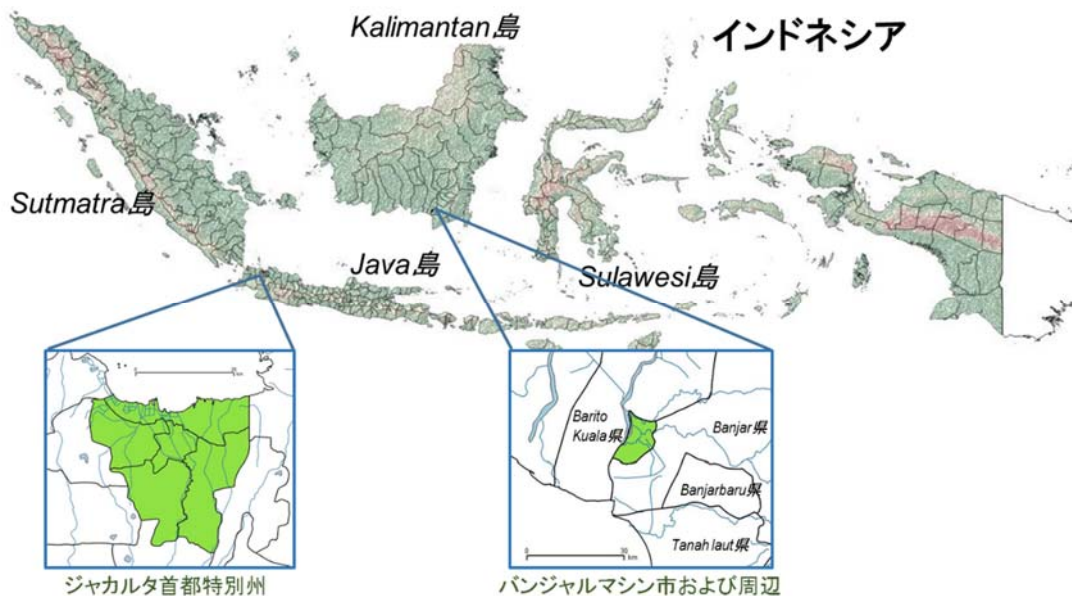
3) インドネシア保健省 2016 年公表資料

4) UNESCO ホームページ

5) 世界銀行ホームページ

6) WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme

調査対象地域位置図



出典: 調査団作成資料

写真集

		
公共事業・国民住宅省人間居住総局 水道システム開発局協議	インドネシア水道協会協議	PAM Jaya 協議
		
PALYJA 協議	Cilandak 浄水場踏査	AETRA 協議
		
Buaran 1&2 浄水場踏査	PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin 協議	Pematang Panjang 取水場踏査
		
PDAM Kab. Barito Kuala 協議	Marabahan 浄水場踏査	PDAM Kab. Tanah Laut 協議

略語説明

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AusAID	The Australian Agency for International Development (オーストラリア国際開発庁)
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (地方開発企画局)
BPPSPAM	Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (全国上水道システム開発援助庁)
IIGF	Indonesia Infrastructure Guarantee Fund (インドネシア・インフラ保証基金)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
Kabupaten	Regency (県)
Kota	City (市)
MDGs	Millennium Development Goals (国連ミレニアム開発目標)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum (地域水道公社)
PERPAMSI	Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (インドネシア水道協会)
PLN	Perusahaan Listrik Negara Persoro (インドネシア国営電力公社)
PPP	Public Private Partnership (官民連携)
SDGs	Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)
USAID	United States Agency for International Development (米国国際開発援助庁)
WB	World Bank (世界銀行)
WSESTC	Water Supply and. Environmental Sanitation Training Center (水道環境衛生訓練センター)

第1章 業務概要

1.1 業務実施の背景・目的

現在、世界では約6億6千万人が安全な水を得ていないとされ、たとえば、アジア地域では約1割前後の人々が安全な飲料水を継続的に利用できない状況にある。このような現状を打開するため、水道供給の拡大が図られているところであるが、既存の水道の多くは、高い漏水率、低い料金回収率、安全でない水質、不安定な給水など多くの課題を抱えており、水道施設の整備や水道技術者の育成が急務となっている。

インフラシステム輸出戦略(平成28年5月改訂)においても、新たなフロンティアとなるインフラ分野として上水道分野が設定され、官民が連携し我が国の優れた技術やノウハウを活かした国際展開を図ることとされている。

一方、インドネシアをはじめとする東南アジア諸国の中には、過去において日本の協力によって整備された水道施設について適正な維持管理が求められているところもある。

本業務は、水道分野の関係者が連携して水ビジネス案件の形成を図るため、インドネシア国を対象に具体案件の発掘・形成調査を行うものである。

1.2 工程・方法

1.2.1 事業実施工程

本事業調査は、以下に示すフローに従って実施した。

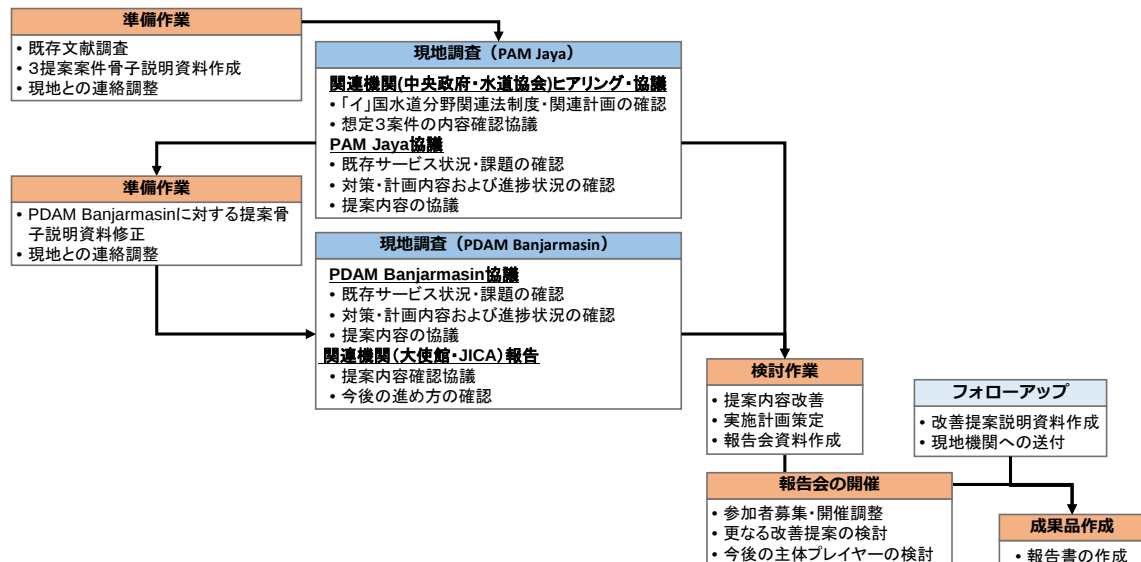


図 1 調査実施フロー

1.2.2 現地調査期間及び内容

1) 実施期間

第1回(ジャカルタ首都特別州): 2017年(平成29年)1月30日～2月3日

第2回(バンジャルマシ市および周辺): 2017年(平成29年)2月27日～3月3日

2) 現地調査項目

ヒアリング・現場踏査先	具体確認事項
公共事業国民住宅省人間居住総局 水道システム開発局	・ 国家中期開発計画の進捗状況 ・ 我が国による支援の可能性・推奨案件 ・ 我が国以外の二国間・多国間援助機関の参入状況 ・ 提案プロジェクトの内容・役割分担・スケジュール等の確認協議 ・ COE プログラムの進捗状況 ・ 関連法制度
インドネシア水道協会	・ PAM Jaya、PDAM Bandarmasih の経営状況・運営状況 ・ 人材育成支援に関する対象範囲の確認 ・ JISCOWAPINDO を通じた最新情報共有・今後の連携内容確認
ジャカルタ PAM Jaya・PALYJA・AETRA	・ ジャカルタの水道サービス状況・施設維持管理状況の確認、課題整理 ・ 1997年 JICA 策定マスタープランの進捗状況、見直し内容の確認 ・ 提案内容および実施計画案協議 ・ 日本に期待する技術支援・人材育成支援内容の協議 ・ 水道施設の運用実態・技術レベルの確認 ・ ジャカルタ首都特別州への協議報告内容・方法・スケジュール協議
南カリマンタン州 PDAM Bandarmasih・PDAM Kab. Barito Kuala・PDAM Kab. Tanah Laut	・ SPAM Regional プロジェクトの最新情報・進捗の確認、課題整理 ・ PDAM Bandarmasih 他関連 PDAM の水道サービス状況・施設維持管理状況の確認 ・ 提案内容および実施計画案協議 ・ 日本に期待する技術支援・人材育成支援内容の協議 ・ 水道施設の運用実態・技術レベルの確認 ・ 南カリマンタン州政府・バンジャルマシ市・隣接4県への説明方策確認

1.3 団員の構成

氏名	所属	担当(役割)
水井一成	パシフィックコンサルタンツ株式会社	管理技術者(業務全体の管理統括)
三野史朗	パシフィックコンサルタンツ株式会社	担当技術者(案件実施計画作成)
森山佳奈	パシフィックコンサルタンツ株式会社	担当技術者(情報分析検討)
富岡透	水 ing 株式会社	水道専門家(現地調査)
小林茂樹	一般社団法人海外水循環システム協議会	水道専門家(現地調査)
今田俊彦	株式会社日水コン	水道専門家(現地調査)
原崇志	新日本有限責任監査法人	水道専門家(現地調査)
小島高志	アーバンレジリアンス株式会社	水道専門家(現地調査)
菅原繁	JICA 長期専門家(上水政策アドバイザー)	水道専門家(現地調査)

第2章 調査対象の現状および課題

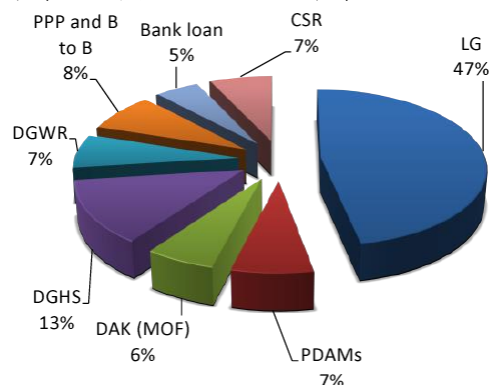
2.1 国レベルの水道分野の現状と課題

2.1.1 社会経済情勢および開発政策

東南アジアで最大の人口と国土を有し、近年も堅調な経済成長を維持しているインドネシア(以下「イ国」)は、G20 メンバーとして国際舞台での存在感も増している。我が国とは長年友好関係にあり、日本にとってイ国は最大の被援助国である他、近年では日・インドネシア経済連携協定(2008 年)や「ジャカルタ首都圏投資促進特別地域(MPA:Metropolitan Priority Area)」の合意(2010 年)など、経済開発面での結びつきが強い。

2015 年の一人当たり GDP は 3,605USD と依然低水準で、2014 年の貧困率 11.25%、特に都市部貧困率の 14.17%に比べて地方部が 8.34%と低く、経済面での地域間格差が社会問題となっている。イ国政府はインフラ不足への対策を重視し、2025 年までに GDP 規模世界 10 位以内を目標に掲げた「経済開発迅速化・拡大マスタープラン(MP3EI)」を 2011 年に策定し、第 5 次国家中期開発計画(2010～2014 年)では 11 の優先課題の一つに上水道を含むインフラ整備戦略を位置づけ、水道事業の PPP 方式による整備の際の政府保証制度の拡充や地方 PDAM の経営改善などに注力してきた。財務省が出資・設立した IIGF(Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)を通じた政府保証やリスク軽減によって、電力や道路等の分野では PPP 案件の成案が進んだが、上水道分野では、大規模案件になるほど地域関係者間の利害調整などに時間を要し、また、2015 年 2 月の憲法裁判所による民間ボトル水製造会社の湧水水源の独占状態に対する違憲判決を受けて民間企業の水供給事業参画を規定していた水源法(2004 年第 17 号)が無効となったために、水源開発や導水施設整備を含むような案件は PPP で実施されなくなったこともあり、外資による PPP 案件は一件も成立されなかった。このような状況下、現ジョコ・ウィドド政権は、重視する開発 3 側面の一つの人間開発において保健衛生を挙げた第 6 次国家中期開発計画(2015～2019 年)に基づき、ジャカルタを中心とするジャワ島とそれ以外の島嶼部との格差の是正を掲げ、5 年間での上水道を含む必要インフラ投資総額約 55 兆円の確保に向けて、投資環境の整備を図っている。

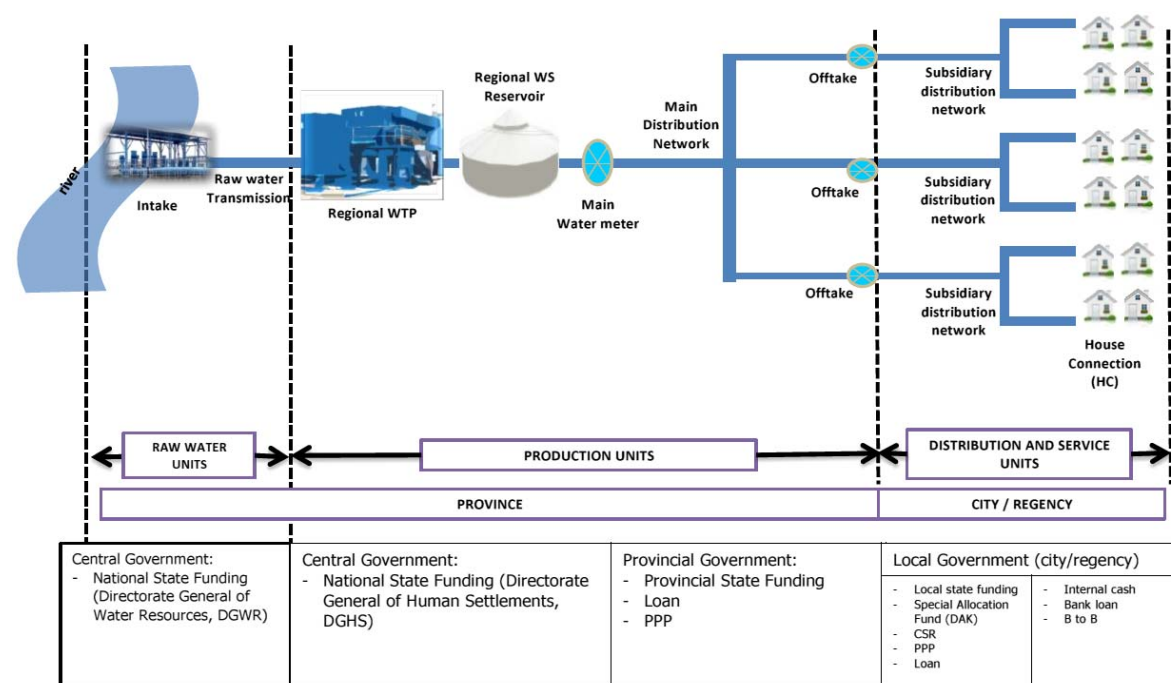
上水道セクターの資金調達割合は次のとおりで、国の拠出資金 DGHS および DGWR は全体の 2 割、残りは地方政府が 47%、PPP 及び B to B が 8%、PDAM が 7%などとなっている。



出典:Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP),and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30,2016

図 2 水道施設整備の資金源の構成割合

これら資金は、水道施設を原水施設、浄水場等の製造施設、配水・給水施設に分類し、公共事業・国民住宅省の中で、水源開発を所管する水資源総局が原水施設（水源開発及び導水施設）の整備、水道整備を所管する人間居住総局が製造施設（浄水場から配水池まで）の整備の費用に充てられ、配水池以降が州政府予算で充てられるとされているが、厳密にこのように運用されているかどうかは不明である。



出典: Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP), and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30, 2016

図 3 資金源別の適用対象施設

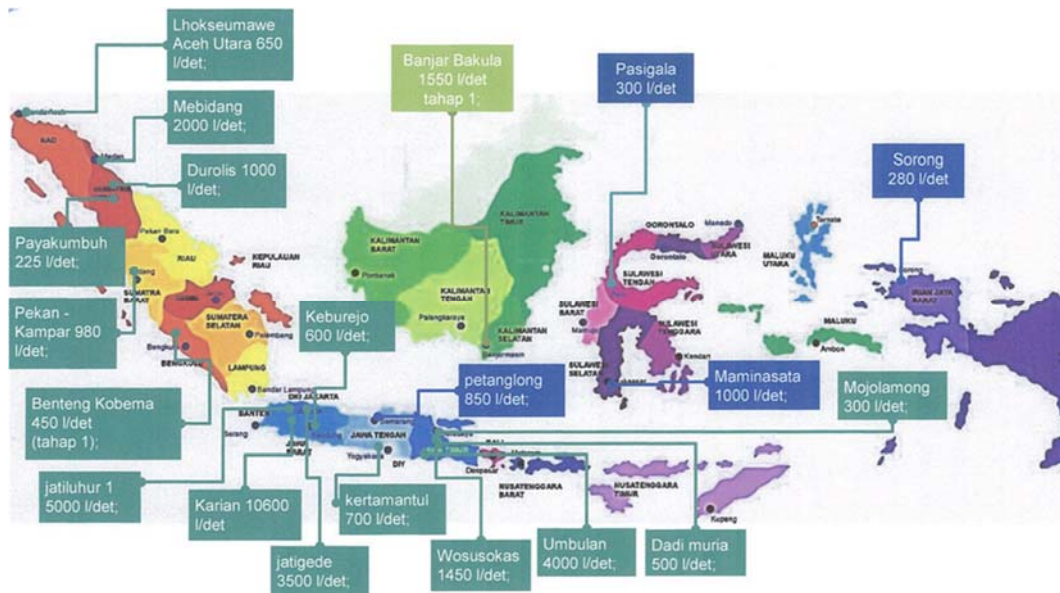
2.1.2 上水道セクターの開発課題

イ国は 2015 年には安全な水へのアクセスに関するミレニアム開発目標値 (68.87%) を達成したが、現行の第 6 次「国家中期開発計画 (RPJMN) 2015～2019 年」では 2019 年までの安全な水へのアクセス率を 100% とする野心的な目標を掲げている。全国の上水道整備や開発を管轄する公共事業・国民住宅省人間居住総局水道システム開発局は、特に、水道整備によるアクセス率増加に注力しており、国連の MDGs モニタリング機関の 2015 年の最新報告によると、上水道施設による改善された水を利用している人口の割合はイ国全体で 22% しかなく、さらにその内訳は都市部 33%、地方部 9% と、大きな地域格差がある。この低い水道整備率を 2019 年には 60% まで引き上げるべく、目標達成に向けた課題として以下を挙げている。

- ・ 未利用水量 38,000L/s の活用や平均漏水率 33% の改善
- ・ 2019 年までの水資源量 128m³/s の開発
- ・ PDAM の経営改善
- ・ 大都市部の水道拡張や地方広域水道の整備とその予算確保

中でもダムによる水資源開発と水道整備計画が進行中で、2016 年 3 月には公共事業・国民住宅省内の、水道システム開発局を所管する人間居住総局と水資源総局が合同で、省内初の合

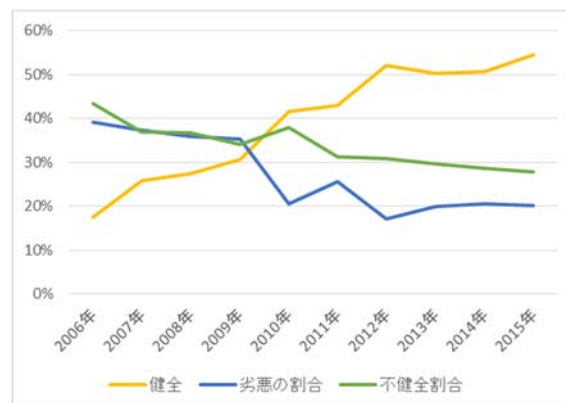
同セミナーを開催するなど、水源開発と水道整備とが一体となった SPAM Regional と呼ばれる広域水道整備案件の促進が期待されている。



出典：公共事業・国民住宅省 2 総局合同セミナー資料

図 4 広域水道整備案件 (SPAM Regional) 分布

一方で、地方部の低いアクセス率の一要因には、給水率の拡大に必要な給配水施設の整備費用確保の困難性がある。そのため、全国に 380 程度存在する PDAM の経営改善を掲げているが、経営状況は近年特に改善が進んでいない。全国上水道システム開発援助庁(BPPSPAM)の最近の PDAM 経営健全度評価によると、経営が健全な PDAM の割合は微増傾向にあるものの、不健全もしくは劣悪と評価される PDAM 数は依然全体の約半数となっている。



出典：全国上水道システム開発援助庁ホームページ掲載データより調査団作成

図 5 PDAM の事業経営健全度評価の割合推移

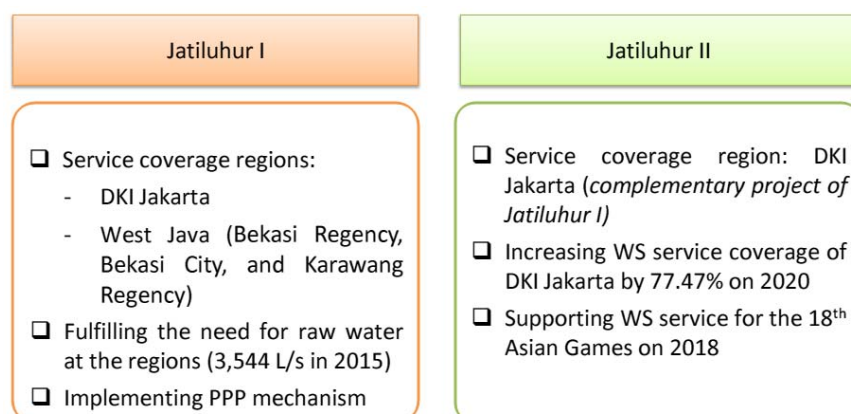
2.2 調査対象地域の水道分野の現状と課題

2.2.1 ジャカルタの上水道セクターの現況・問題点

1) 現況

(1) 中央政府による水源開発事業

ジャカルタ首都特別州の主要水源であるJatiluhurダムの水源開発事業は、中央政府および州政府が管轄する事業であり、以下のように 2 期に分かれている。



出典:Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP),and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30,2016

図 6 Jatiluhur 水源開発事業の概要

A. Jatiluhur 水源開発事業 I

供給区域はジャカルタ特別州、西ジャワ州（ブカシ県、ブカシ市、カラワン県）、Jatiluhur 水源開発事業 I は原水レベルで当該地域に 3,544L/s を供給しその実施は PPP 事業の枠組みで行なうことになっている。

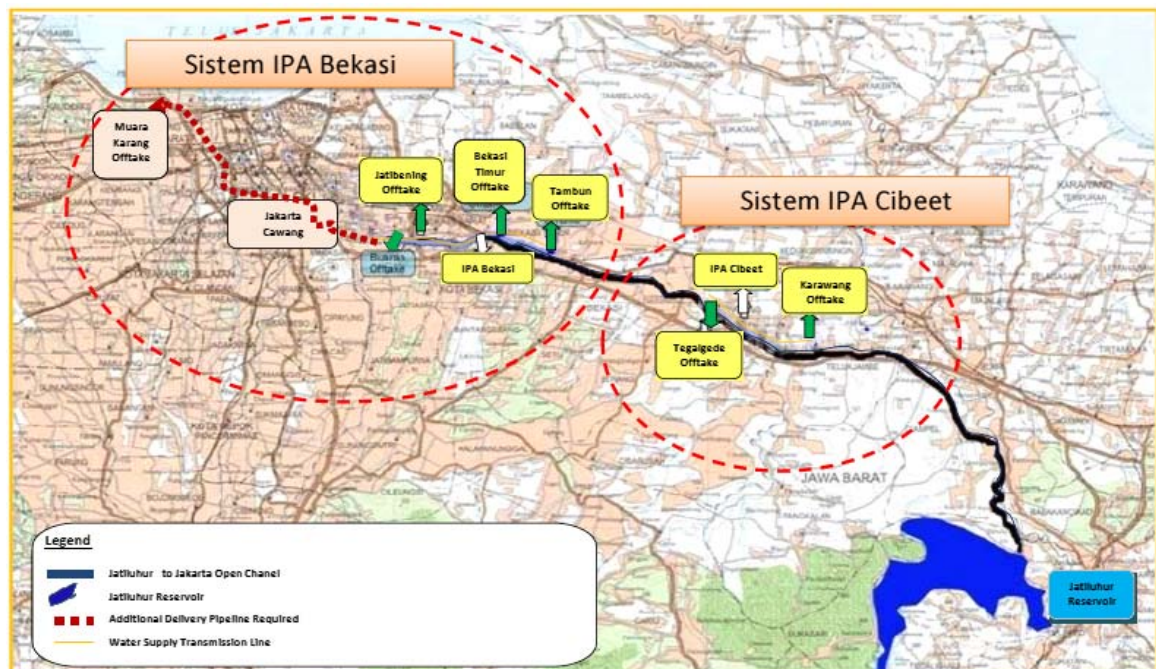
諸元は次表のとおりで、2014 年に覚書(MOU)と協力協定が結ばれ、2016 年には契約企業(PJT II:Perum Jasa Tirta II)が FS 及び環境影響評価を実施しているが、用地の取得は現在進行中である。

表 1 Jatiluhur 開発 I の緒元

供給能力	5,000 L/s
水源	ジャティールフルダム (Jatiluhur Dam)
総費用	1.67 (×10 ¹² IDR)
整備施設	- Intake building at Bekasi (4,895 L/s) - Intake building at Cibeet (605 L/s) - Raw water transmission pipeline to Bekasi WTP (2,000 mm; 215 m) - Raw water transmission pipeline to Cibeet WTP (600 mm, 400m) - Bekasi WTP building (4,450 L/s) - Cibeet WTP building (550 L/s) - Bulk water transmission network - Main distribution network - Offtake reservoir
受益者	2 million inhabitants (400,000 House Connections)
建設期間	2 年
契約機関	Perum Jasa Tirta II (PJT II)
給水区域	- DKI Jakarta (Sentra Timur) - Bekasi Regency (Sub-districts of Tambun and Tegal Danas) - Bekasi City (Sub-districts of Jatibening and East Bekasi) - Karawang Regency (sub-district of Teluk Jambe Barat)

出典:Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP),and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30,2016

開発施設の配置、フロー図を以下に示す。



出典:Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP),and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30,2016

図 7 Jatiluhur 水源開発事業 I の施設配置

供給量の内訳は以下で、ジャカルタ特別州の供給量は 4,000L/s である。

表 2 Jatiluhur 水源開発事業 I の供給量内訳

水道事業（公社）	供給地域 最終合意（Final Agreement）	配分（L/s）
PAM Jaya	Sentra Timur	4,000
PDAM Tirta Patriot Bekasi City	1. a. Jatibening b. Jalan Pahlawan (Reservoir eksisting) 2. Bekasi Timur	200 100
PDAM Tirta Bhagasasi Bekasi Regency	Tambun Tegalgede	150 200
PDAM Tirta Tarum Karawang Regency	In the main street of Karawang Industry City (KIC)	350
Total		5,000

総事業費は 1.67 兆 IDR で、ジャカルタ特別州内の水道事業を管理する水道公社（PAM Jaya）は 3,040IDR/m³ の単価で水を購入する計画となっている。IRR（内部収益率）は 14.29% であり、投資回数年数は 10.5 年と試算されている。

表 3 Jatiluhur 水源開発事業 I の総事業費

Project cost	1.67 Trillion IDR
Bulk water fee ((COD) Tahun 2016)	
- PAM Jaya	3,040/m ³ IDR
- PDAM City of Bekasi and Regency of Bekasi	2,372/m ³ IDR
- PDAM Karawang Regency	2,076/m ³ IDR
Bulk water trading mechanism	Take or pay
Cost rising	12%/2 years
Loan interest	12%
Income tax (PPN, based on UU No. 42/2009)	10%
Enterprise tax (based on Law No. 36/2008)	25%
Weight Average Cost of Capital/WACC	10.73%
IRR	14.29%
NPV	656.26 billion IDR
Pay Back Period	10.5 years
Bulk water uptake within the first 3 years	30% - 70% - 10%
Concession period (BOT)	30 years

本事業の工程表は次表のとおりで、2017 年度は引き続き環境影響評価、取水許可申請、用地取得を行い、取水、導水、浄水場、送水、配水管の整備は 2018 年開始 2022 年終了とされている。

表 4 Jatiluhur 水源開発事業 I の整備工程

No.	Activity	Responsible Institution	2013	2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
				I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
A Non Technical Component																																							
1	Memorandum of Understanding (MoU)	West Java, DKI Jakarta, DGWR, DGHS																																					
2	Water supply master plan	DGHS (Directorate of WS Dev.)																																					
3	Feasibility Study (revision)	PJT II																																					
4	Cooperation agreement	West Java, DKI Jakarta, DGWR, DGHS, PJT II																																					
5	Detail Engineering Design (DED)																																						
	a. Upstream	PJT II																																					
	- Intake and transmission																																						
	- WTP, Main Distribution Network, offtake reservoir																																						
	b. Downstream	Government of City or Regency																																					
6	Insitution establishment	PJT II																																					
7	Environmental Assessment	PJT II																																					
8	Permits for raw water abstraction (SPA)	PJT II																																					
9	Procurement process	PJT II																																					
B Technical Component																																							
1	Land acquisition	PPP - National State Funding (APBN)																																					
2	Intake and pipelines	PPP - National State Funding																																					
3	Raw water transmission	PPP - National State Funding																																					
4	WTP/ reservoir	PPP - National State Funding																																					
5	Main Distribution Network/offtake	PPP - National State Funding - APBD I																																					
6	Distribution network	PPP - APBD II																																					

Note:
DGWR (Directorate General of Water Resources)
DGHS (Directorate General of Human Settlements)
: process / plan

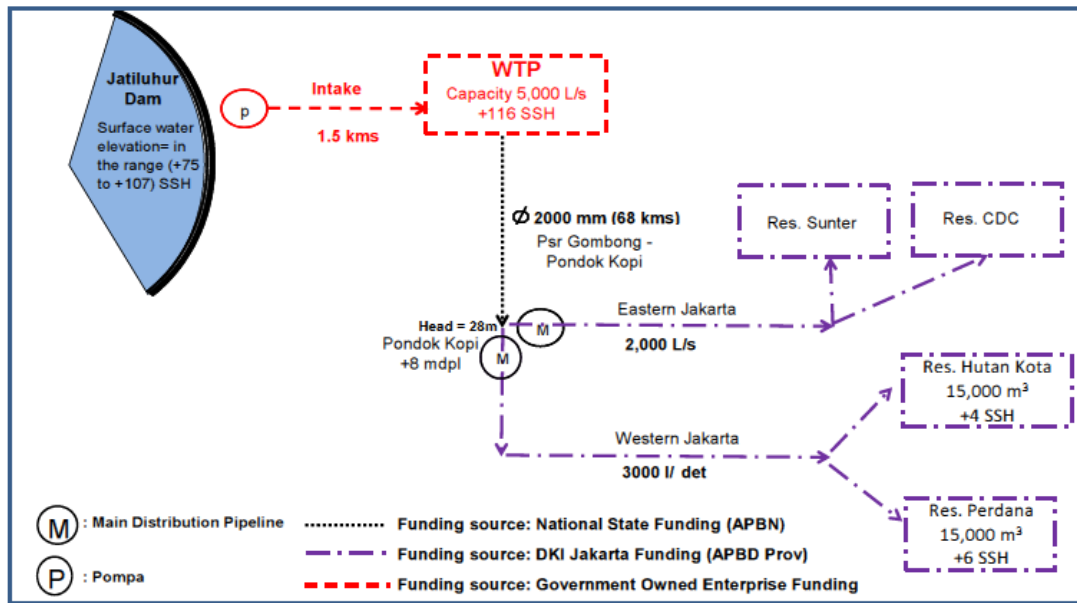
B. Jatiluhur 水源開発事業 II

Jatiluhur 水源開発事業 II の給水区域はジャカルタ特別州のみである。供給能力は 5,000L/s であり、2018 年の第 18 回アジア大会開催も踏まえ、2020 年のジャカルタ特別州の需要量に対してその 77.47%を給水するとされている。

表 5 Jatiluhur 開発 II の緒元

供給能力	5,000 L/s
水源	Jatiluhur Dam
総費用	3,35 Trillion IDR
整備施設	Intake building cap 5,000 l/s Raw water transmission network (2x1,200; 1,5 kms) WTP (5x1,000 l/s) Bulk water transmission network (2,000 mm; 69 kms) Distribution network NRW minimization program
受益者	2 million inhabitants (400,000 House Connections)
建設期間	2 years
契約機関	Perum Jasa Tirta II (PJT II)
給水区域	DKI Jakarta

開発施設の配置、フロー図は次のとおりで、施設整備の調達資金源も示している。



出典:Regional Water Supply (SPAM Regional), Public Private Partnership (PPP),and Business To Business In Water Supply Development in Indonesia, Jakarta, January 30,2016

図 8 Jatiluhur 水源開発事業Ⅱの資金源別の開発フロー図

開発施設の整備工程は下表のとおり、2017 年に用地取得、2018 年から取水、導水、浄水施設の整備を行い 2 年で完了させる計画である。

表 6 Jatiluhur 水源開発事業Ⅱの整備工程

No	Activity	Commencement schedule						Responsible institution
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1	Preparation							Central Gov't & DKI Gov't
2	Land Acquisition							Gov't Owned Enterprise
3	Intake building construction							Gov't Owned Enterprise
4	Intake pump instalation							Gov't Owned Enterprise
5	Raw water piping works							Gov't Owned Enterprise
6	WTP construction							Gov't Owned Enterprise
7	Reservoir construction							Gov't Owned Enterprise
8	Sludge treatment unit const.							Gov't Owned Enterprise
9	Pasar Gombong - Pondok Kopi transmission piping works							Gov't Owned Enterprise
10	Pondok Kopi – Centr.Res. Transmission piping works							DKI Jakarta Gov't
11	Distribution piping works							DKI Jakarta Gov't

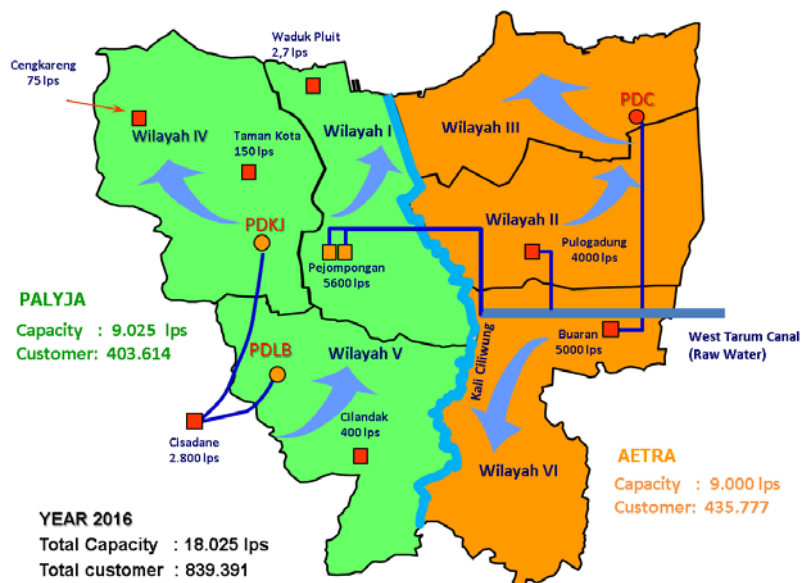
Jatiluhur 水源開発の全体資金源別工事別支出額は次表のとおりで、Jatiluhur 水源開発事業Ⅰは取水、浄水施設ともに中央政府資金、Jatiluhur 水源開発事業Ⅱは取水、導水、浄水施設までは中央政府資金、ジャカルタ特別州地域への送水、配水施設、無収水対策はジャカルタ特別州が資金源となっている。

表 7 Jatiluhur 水源開発事業全体の資金源別工事別支出額

No	Working items	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total	Funding source
I	Jatiluhur I								
1	Intake building and WTP of Jatiluhur I (cap 5,000 L/s)		1.670.000					1.670.000	Gov't Owned Enterprise
II	Jatiluhur II								
1	Intake building and WTP of Jatiluhur II (cap 5,000 L/s)	110.696	727.066	1.017.405				1.855.167	Gov't Owned Enterprise
2	Transmission pipe ϕ 2,000 mm, 68 kms from Pasar Gombong to Pondok Kopi	51.202	1.740.878	1.809.147				3.601.227	National State Funding
3	Transmission pipeline in DKI area, Pondok Kopi- Central West Res & East Jatiluhur I		2.700.000					2.700.000	DKI Jakarta Provincial Gov't
4	Transmission in DKI Jakarta area, Pondok Kopi- Central West Res and East Jatiluhur II			2.800.000				2.800.000	DKI Jakarta Provincial Gov't
5	Distribution networks of Jatiluhur I and II		990.000	1.980.000	2.970.000	1.980.000	1.980.000	9.900.000	DKI Jakarta Provincial Gov't
6	Non Revenue Water (NRW) lowering program		1.381.000	1.381.000				2.762.000	DKI Jakarta Provincial Gov't
	TOTAL	161.898	9.208.944	8.987.552	2.970.000	1.980.000	1.980.000	25.288.394	

(2) ジャカルタ水道公社における水道事業の全体概況

ジャカルタ水道公社(PAM Jaya)が経営するジャカルタの水道施設の概要を下図に示す。

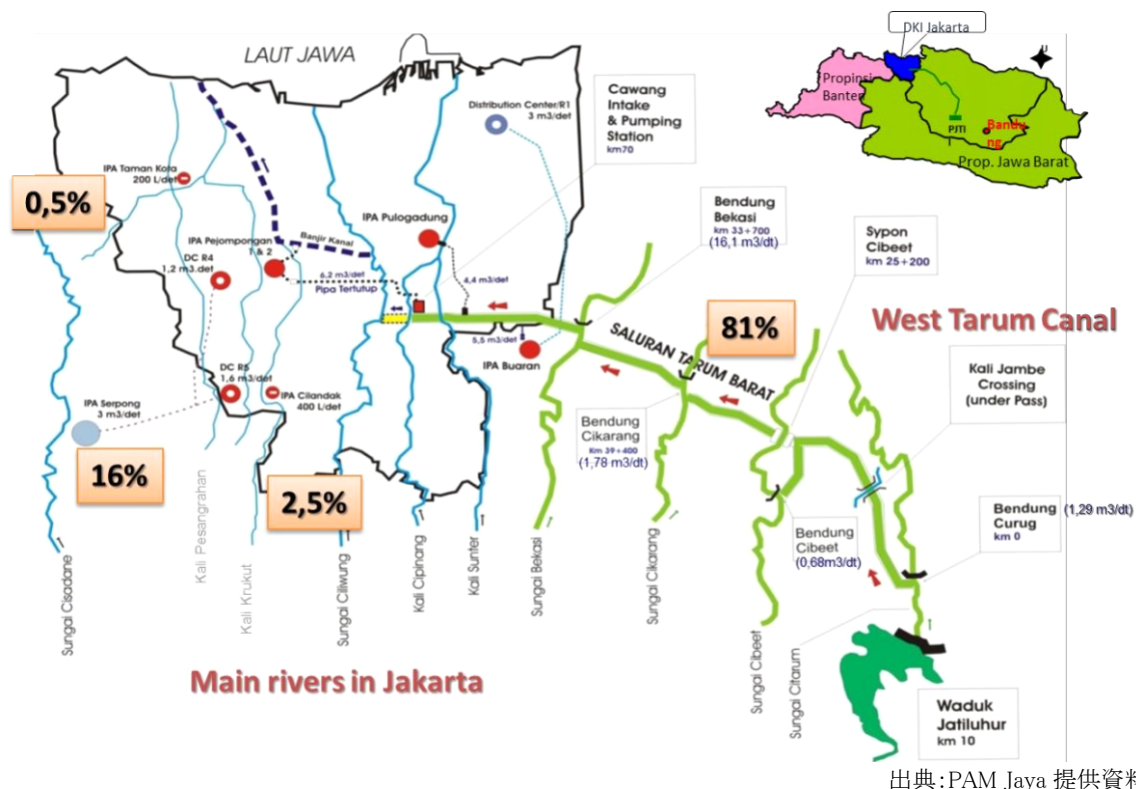


出典:PAM Jaya 提供資料

図 9 ジャカルタの水道施設概要

給水世帯数は 839,391 件であり、現在の施設給水能力は 18,025L/s である。区域の2つのコンセッショネアが管理しており、東側の AETRA の施設能力は 9,000L/s、給水戸数 435,777 件、西側の PALYJA はそれぞれ 9,025L/s、403,614 件である。

ジャカルタの水源の 81%を西タルム運河(WTC:West Tarum Canal)に依存しており、タンゲランの水源が 16%、残りの 3%がジャカルタ市内にある水源である。



出典:PAM Jaya 提供資料

図 10 ジャカルタの水源構成

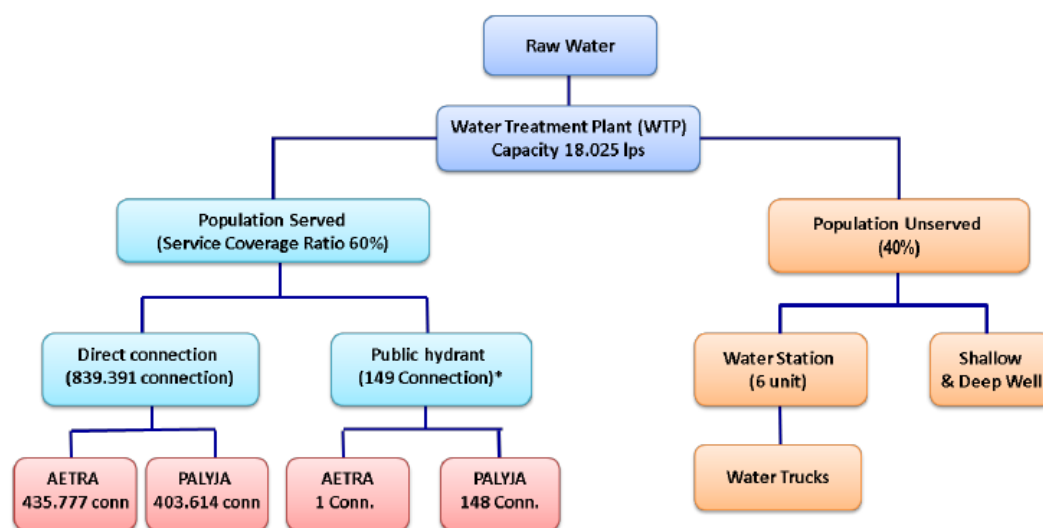
下表にジャカルタ水道の管理者(コンセッショネア)別の水源構成を示している。AETRA は全てを西タルム運河に依存しており、PALYJA は西タルム運河(62%)、タンゲラン水源(32%)、ジャカルタ市内にある水源(6%)となっている。

表 8 ジャカルタの管理体制別(コンセッショネア)の水源構成

Raw Water Resources & Bulk Treated Water	Raw Water	
	l/s	%
PALYJA	9.025	100.00%
Raw water from PJT II	5.600	62.05%
Bulk Treated Water from Tangerang	2.875	31.86%
Raw Water from Jakarta	550	6.09%
AETRA	9.000	100.00%
Raw water from PJT II	9.000	100.00%
Bulk Treated Water from Tangerang	-	0.00%
Raw Water from Jakarta	-	0.00%
TOTAL	18.025	
Raw water from PJT II	14.600	81.00%
Bulk Treated Water from Tangerang	2.875	15.95%
Raw Water from Jakarta	550	3.05%

出典:PAM Jaya 提供資料

ジャカルタの浄水供給の内訳は下図のとおりで、市域の需要(人口)の 60%が戸別給水(Direct connection)と公共栓(Public hydrant)によって水道施設から給水されており、40%が他の水源からの供給となっている。



出典:PAM Jaya 提供資料

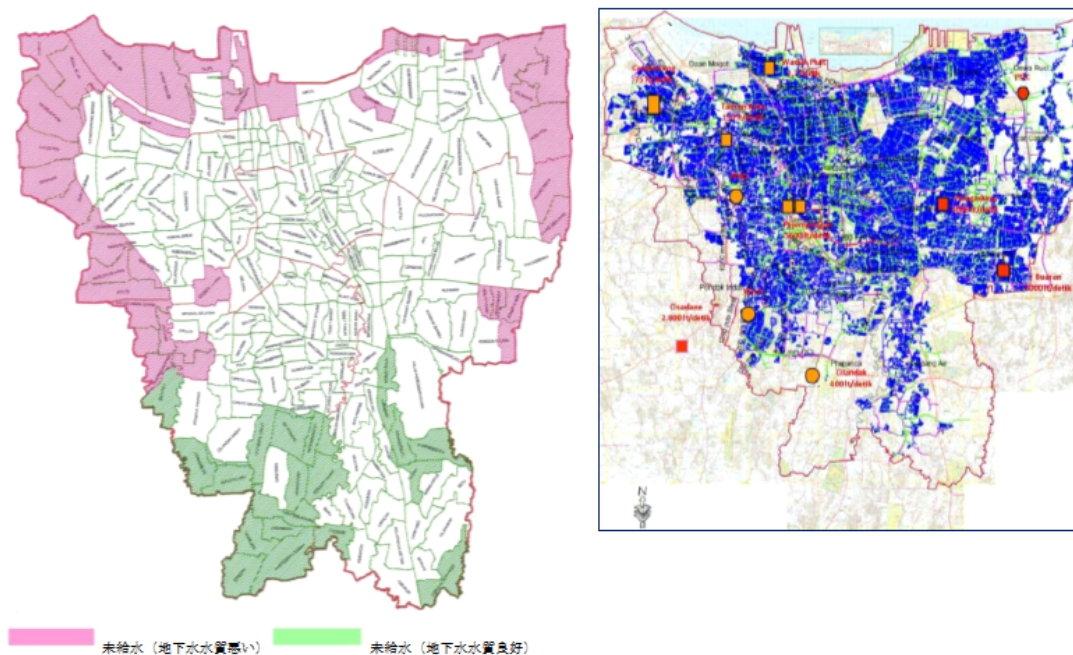
図 11 ジャカルタの浄水供給内訳

ジャカルタ水道の課題は、①水源の不足、②普及率62%、③市内水源の汚染、④高い無収率、⑤投資額が多額といった項目があげられている。

需要と供給能力の将来予測値を下表に示す。2015 年の一日最大需要量は 21,870L/s であるが、供給能力は 18,025L/s であり、3,845L/s 不足している。2020 年の一日最大需要量は 26,773L/s となり、給水能力が現状のままとすると不足量は 11,425L/s となることが示されている。ただし、この試算値には無収率を 40% (2015 年)から 26% (2020 年)と見込んであり、これが達成されなければ不足量はさらに増大する。

表 9 ジャカルタ水道の給水状況予測 (計画目標)

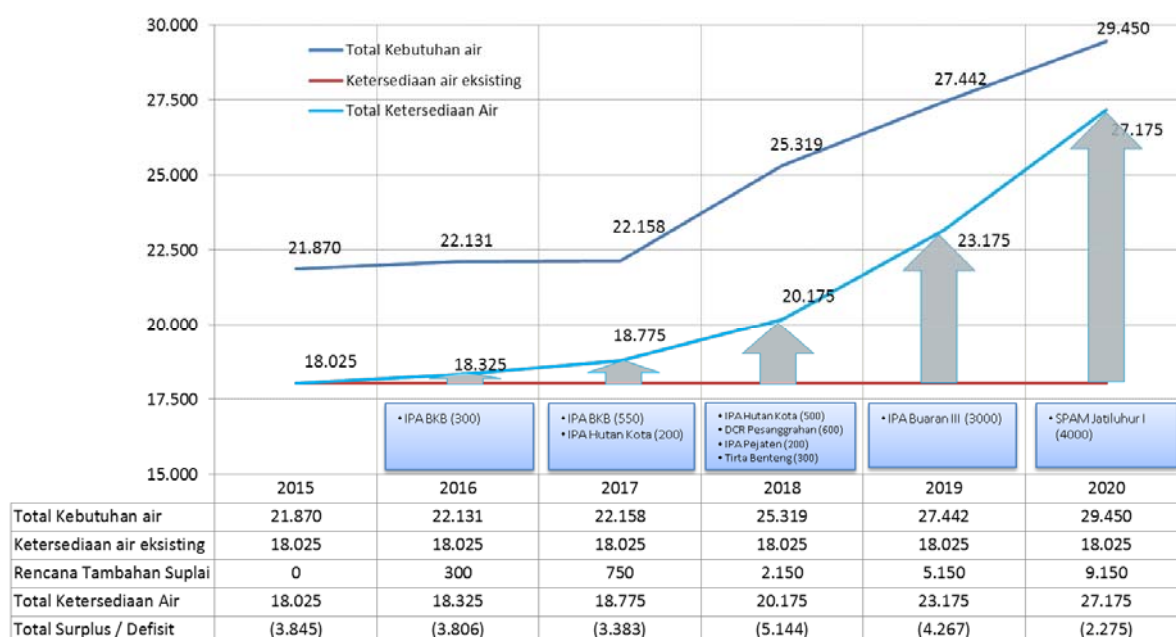
No.	Matter	Unit	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Number of population	people	10,311,311	10,461,613	10,605,427	10,749,240	10,893,053	11,036,867
2	Coverage Ratio	%	55.53	55.83	57.77	64.60	71.16	77.47
3	Population Served	people	5,725,871	5,840,719	6,126,755	6,944,009	7,751,497	8,550,261
4	Number of Domestic Customer	HC	822,000	838,520	879,537	996,962	1,112,903	1,227,457
5	Domestic demand	L/s	9,941	10,140	10,637	12,217	13,817	15,240
6	Total Demand (D+ND)	L/s	11,929	12,675	13,295	15,882	17,962	19,812
7	NRW	%	40	37	34	31	28	26
8	Total Average Demand	L/s	19,881	20,119	20,144	23,017	24,947	26,773
9	Qmaximum (fm _x =1.1)	L/s	21,870	22,131	22,158	25,319	27,442	29,450
	Existing Water Availability	L/s	18,025	18,025	18,025	18,025	18,025	18,025
	Deficit/ Surplus of Water	L/s	-3,845	-4,106	-4,133	-7,294	-9,417	-11,425



出典:PAM Jaya 提供資料

図 12 ジャカルタの給水区域

水源開発及び浄水場等の整備を行なう目標値は下図に示されている。2016 年から2018 年まで小規模の水源地開発(合計 750L/s)を行い、2019 年に BuaranⅢの 3000L/s、2020 年に Jatiluhur 開発Ⅰの 4,000L/s を見込んでおり、2020 年の不足量は 2,275L/s としている。



出典:PAM Jaya 提供資料

図 13 ジャカルタ水道の施設整備目標

(3) PALYJA による水道コンセッション事業の概況

PALYJA (PT. Pam Lyonnaise Jaya) は 1998 年からジャカルタ特別州の西側の水道水供給の運転管理を行なっているコンセッショネア(民間企業)である。

PALYJA は 4 浄水場(浄水量 9,025L/s)を管理しているが、そのうち Pejompongan に 2 系列の大規模な浄水場を有している(合計 5600L/s)。水源は WTC、Krukut 川、Cengkareng Drain、Tangerang との合意に基づく浄水購入(Cisadane 川)から構成されている。

表 10 PALYJA の浄水施設能力と水源

	Raw water Source	Design Capacity	Actual Production
Pejomopongan1	WTC(Jatilhur Dam)	2,200	2,000
Pejomopongan2	WTC(Jatilhur Dam)	3,800	3,600
Cilandak	Krukut river	400	400
Taman Kota	Cengkareng Drain	200	150
	Cengkareng Drain	(75)	(75)
Cisadane	purchased treated water	2,800	2,800
Total		9,475	9,025

注) 浄水購入の浄水場は Serpong 浄水場、Cikokol 浄水場である。

出典:PAM Jaya 提供資料

表 11 PALYJA の給水状況改善指標

	Unit	1998	2016
Connection	household	201,000	403,000
Total Network	km		5,400
Water sold	million m3	89.2	162
Water access	%	32	73.2
Coverage ratio	%	32	60
Non revenue water	%	59.4	41.6

出典:PAM Jaya 提供資料

PAM Jaya 提供資料では、1998 年のコンセッション開始時から 2016 年まで給水状況が改善してきている。具体的には、接続数が 201,000 件から 403,000 件、給水量が 89.2 百万 m³/年から 162 百万 m³/年、アクセス率が 32%から 73.2%、普及率が 32%から 60%、無収率が 59.4%から 41.6%へと改善していることが分かる。

浄水場のうち Krukut 川から取水している Cilandak 浄水場の原水水質は悪化しており(アンモニア性窒素は平均 1.7mg/L、最大 6.9mg/L、水質基準 1mg/L)、2016 年 12 月から従来の急速濾過法の前段に好気性の生物処理(MBBR:Moving Bed Biological Reactor)を設置した。

PALYJA が 2007 年に作成した基本計画から需要地への配水の状況を整理すると表 12 の通りである。PALYJA はゾーン 1、4、5 の地域に配水しており、ゾーン 1 へは主として Pejompongan 浄水場からの直接配水、ゾーン 4 へは Taman Kota 浄水場及び配水センター DC-R4 から、ゾーン 5 へは主として Cilandak 浄水場、配水センター DC-R5 から配水されて

いる。配水圧は0～1.4kg/cm²の範囲にあり、平均的な水圧は0.4～0.6kg/cm²としており、北部及び東北部の水圧不足が指摘されている。

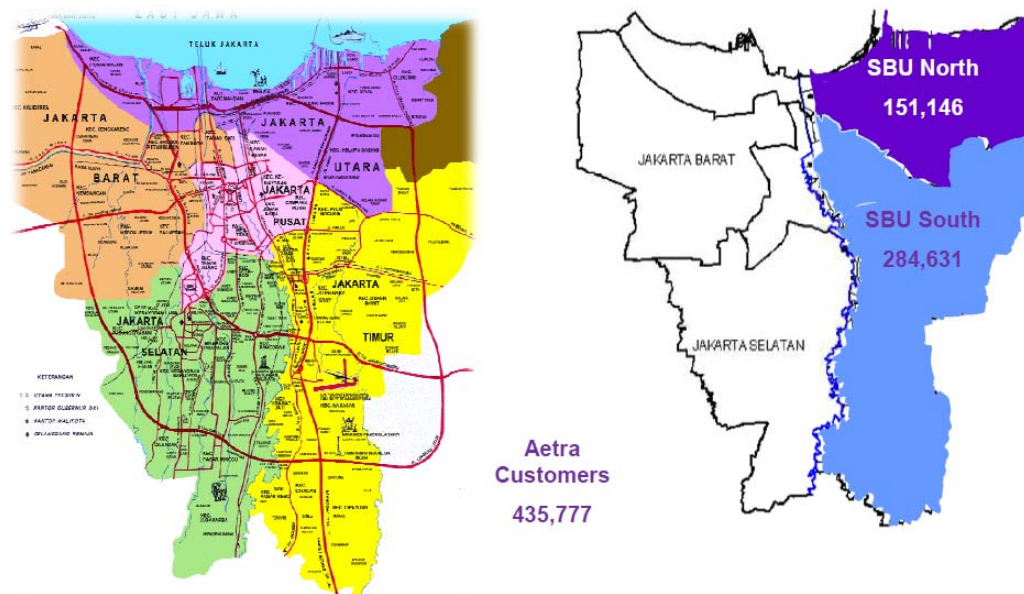
表 12 PALYJA の需要地への配水の状況

Components	Description
Customer Services Unit (CSU)	Central CSU (Zone 1) West CSU (Zone 4) South CSU (Zone 5) Main CSU for large volume customers
Water into distribution network	Pejompongan 1 and 2 WTP (mainly CSU Central) Cilandak WTP (mainly CSU South) Taman Kota WTP (CSU West) Distribution Centre DC-R4 (from Cisadane into CSU West) Distribution Centre DC-R5 (from Cisadane into CSU South) Cikokol pipeline into CSU West Cengkareng Booster pump station Transfer from TPJ
Pressures within network	Ranges between 0 and 1.4 bar Average: 0.4 – 0.6 bar, inadequate pressure in the north and northwest

出典:PAM Jaya 提供資料

(4) AETRA による水道コンセッション事業の概況

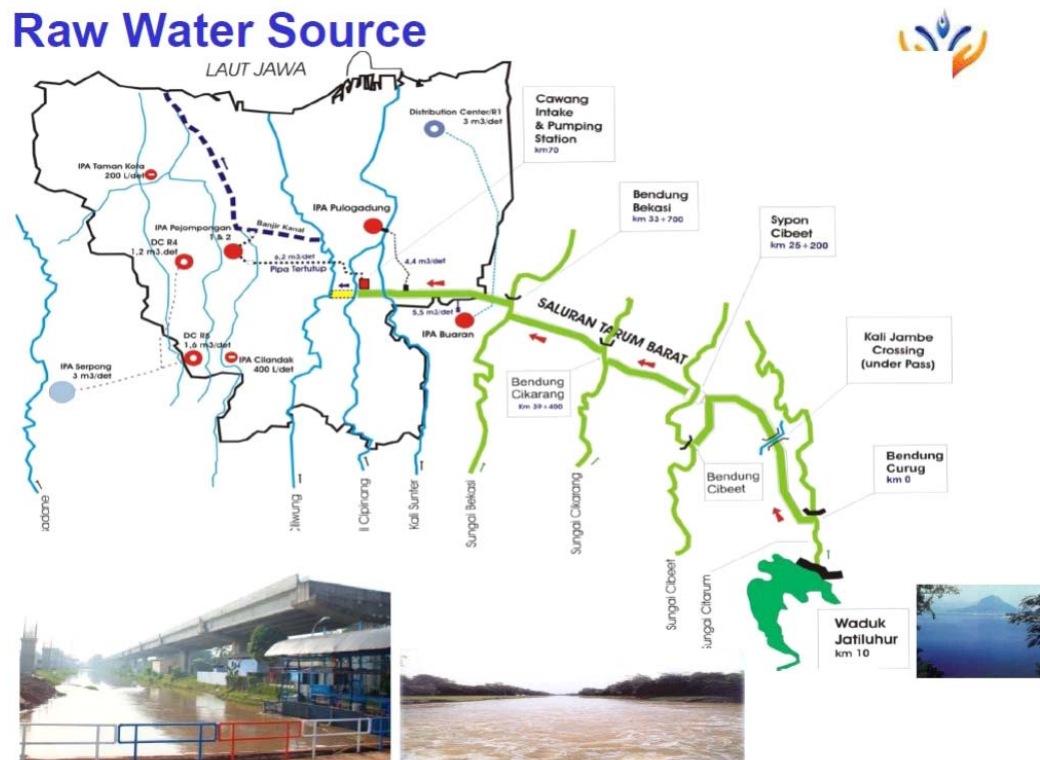
AETRA (PT. Aetra Air Jakarta) はジャカルタ市内の Ciliwung 川の東側の区域の給水を担当している民間企業である。ジャカルタ市との契約期間は 1998 年 2 月 1 日から 2023 年 2 月 1 日までの 25 年間である。給水区域は北ジャカルタのほとんど、中央ジャカルタの一部、東ジャカルタの全部を含む。下図に示すように給水戸数は 435,777 件(北部 151,146 件、南部 284,631 件)、2 箇所の戦略的業務地域(Business units)、13 の業務地域に給水している。



出典:AETRA 提供資料

図 14 AETRA の給水区域

水源はいずれも WTC でありその概要図を下図に示す。その設計導水能力は $21\text{m}^3/\text{s}$ である。



出典:AETRA 提供資料

図 15 導水施設の配置

2016 年 2 月以降 Bekasi 堰サイフォン(能力 $18\text{m}^3/\text{s}$)が整備され、以下のような改善が見られた。

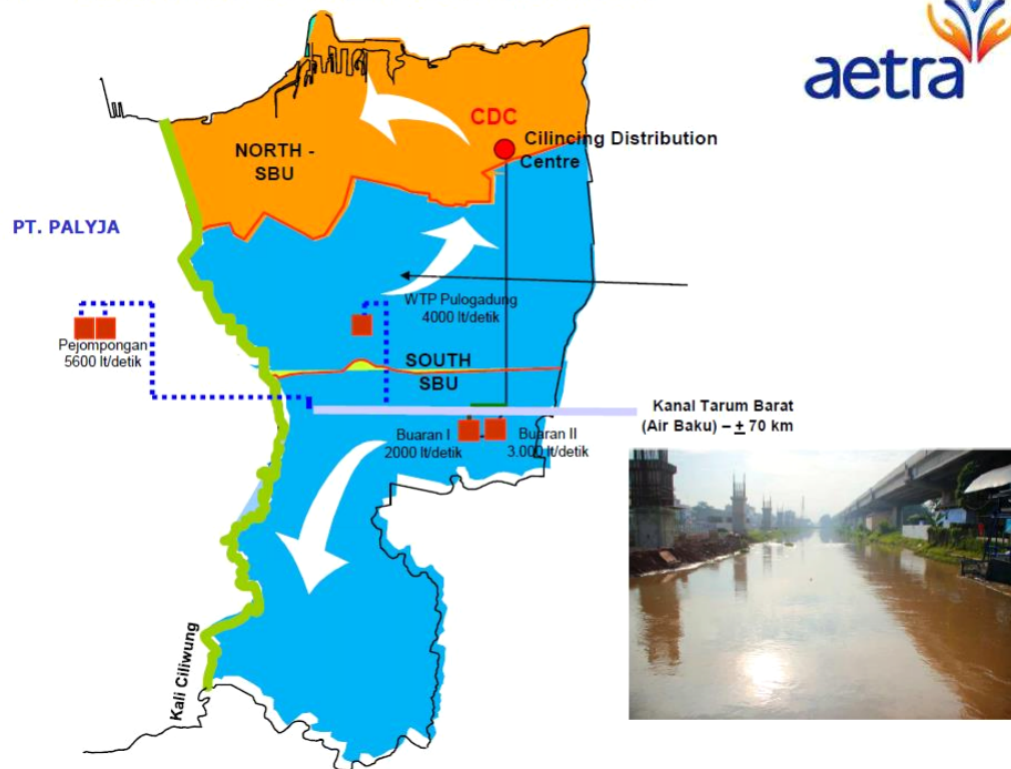
- ① 導水量:PJT II の目標水量を満足し、2016 年の計画 $9,682\text{L/s}$ に対して実導水量は $10,102\text{L/s}$ であった。
- ② 原水水質:2016 年の水質は改善し、特にアンモニア性窒素、鉄、マンガン、有機物、濁度は過年度に比べて低かった。
- ③ 安定性の向上:断水等がなく PJT II は AETRA の需要を全て満たすことができた。

浄水場は Buaran I ($2,500\text{L/s}$)、Buaran II ($2,500\text{L/s}$)、Pulo Gadung ($4,000\text{L/s}$) の 3 箇所であり、総給水能力は $9,000\text{L/s}$ である。

表 13 AETRA の浄水施設能力と水源

	Raw water Source	Design Capacity	Actual Production
Buaran I	WTC (Jatiluhur Dam)	2,500	2,500
Buaran II	WTC (Jatiluhur Dam)	2,500	2,500
Pulo Gadung	WTC (Jatiluhur Dam)	4,000	4,000
Total		9,000	9,000

WTP LOCATION & AREA DISTRIBUTION



浄水場と主要な配水センターの運転実績を下表に示す。Buaran 浄水場は設計値に対して 2017 年度は 22%増、Pulogadung 浄水場は 8%増、CDC (Cilincing 配水センター)は 34%増と設計値を大幅に上回る運転をしている。浄水場でのヒアリングでは、高濁時には取水を停止する場合があるとのことであった。

表 14 AETRA の浄水場、配水センターの運転実績

Location	Capacity (L/s)									
	Design	2015	2016	2017	2015		2016		2017	
	a	b	c	d	b-a	(b-a)/a	c-a	(c-a)/a	d-a	(d-a)/a
Buaran WTP	5,000	5,426	6,033	6,076	426	9%	1,033	21%	1,076	22%
Pulogadung WTP	4,000	3,766	4,068	4,315	-234	-6%	68	2%	315	8%
CDC	3,000	3,538	4,012	4,023	538	18%	1,012	34%	1,023	34%

2007 年に作成した基本計画から需要地への配水の状況を整理すると下表の通りで、AETRA はゾーン 2、3、6 の地域に配水しており、Pulo Gadung 浄水場は主としてゾーン 2、ゾーン 3 へ、Buaran I 浄水場は主としてゾーン 6 へ、Buaran II 浄水場は主としてゾーン 3 へ配水している。配水圧は 0～1.4kg/cm²の範囲にあり、平均的な水圧は 0.4～0.6kg/cm²となっている。

表 15 AETRA の需要地への配水状況

Components	Description
Customer Services Unit (CSU)	Zone 2: comprises part of North Jakarta, Central Jakarta and East Jakarta, densely populated, high concentration of industry Zone 3: North Jakarta, most densely populated, the sea port is an important customer, large development areas at Kemayoran and Cakung Zone 6: East Jakarta, least densely populated
Water into distribution network	Pulo Gadung WTP (mainly Zone 2 and Zone 3) Buaran I WTP (mainly Zone 6) Buaran II WTP (mainly Zone 3)
Pressures within network	Ranges between 0 – 1.4bar; Average: 0.4 – 0.6 bar

2) ジャカルタ水道の課題

PAM Jaya がまとめているジャカルタ水道の課題は以下の通りである。

- ① 水源の不足、水源開発の遅れ
- ② 普及率が低い(62%)
- ③ 市内水源の汚染
- ④ 高い無収率
- ⑤ 投資額が多大

現地調査の結果から、これに加えて以下の事項が挙げられる。

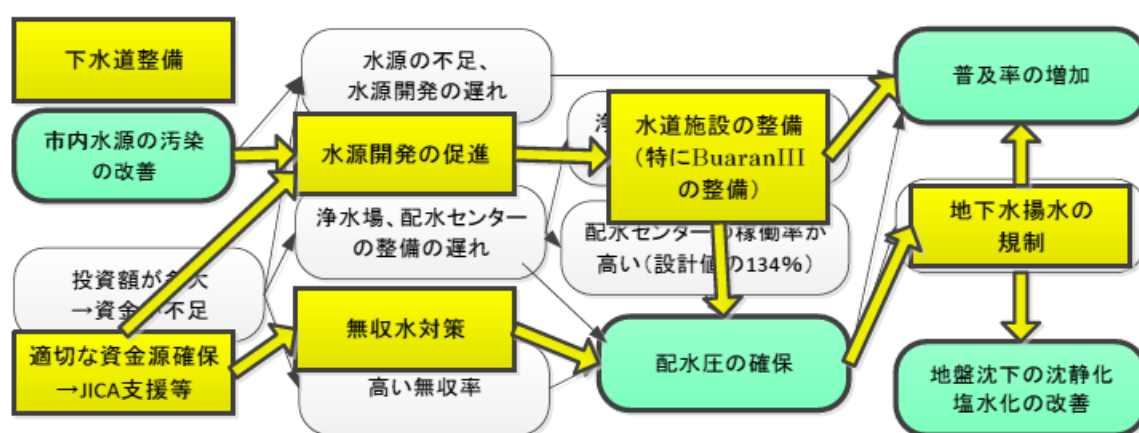
- ⑥ 浄水場、配水センターの整備が進んでいない
- ⑦ AETRA の Buaran 浄水場の稼働率が高い(設計値の 122%)
- ⑧ AETRA の配水センターの稼働率も高い(CDC は設計値の 134%)
- ⑨ 配水圧が低いため、地域によっては常時または時間帯によって断水が想定される
- ⑩ 上記のことから自衛のため地下水の取水が行なわれている
- ⑪ その結果として、地盤沈下と沿岸部における塩水化が続いている

課題を構造化すると、まず、水源開発の遅れはそれに要する投資額が多大であり、進捗が進まないことによる。また、水源不足の一因は市内水源の汚染により取水が限られることにも起因している。このような水源開発の遅れから浄水場や配水センター等の水道施設の整備が進まないこととなり、さらに無収水対策も資金の不足により進捗が進んでいない。水道施設の整備が進まないことにより浄水場や配水センターの稼働率が高く、その結果断水などの給水停止が生じている。また無収水対策が進まないことにより、漏水等による水圧不足も生じることになる。

その結果、需要者は地下水の取水を継続し、地盤沈下と沿岸部の塩水化が進行している。さらに水道への転換が進まないことにより普及率が低いままとなっている。

課題の構造化に対し対策を整理し、その結果課題がどのように解決していくかを下図に示す。

市内の水源汚染に対しては下水道の整備等が不可欠であり、その結果水質が改善すれば市内の水源確保も可能となる。また、資金の不足に対しては、適切な資金源を確保すること(JICA等による支援)により、水源開発が促進され、無収水対策も可能となる。その結果、水道施設の整備が進展し、需要地における配水圧が確保され、地下水取水を改善可能となり、その結果、水道への転換が進むことで普及率も改善し、地盤沈下や塩水化の改善が促進される。



出典:調査団作成

図 16 課題解決のための施策の関連図

3) 1997 年 MP/FS の進捗状況

JICA ではコンセッションが始まる前の 1997 年にジャカルタ特別州基本計画見直し、フィージビリティスタディ(FS 調査)を実施している。

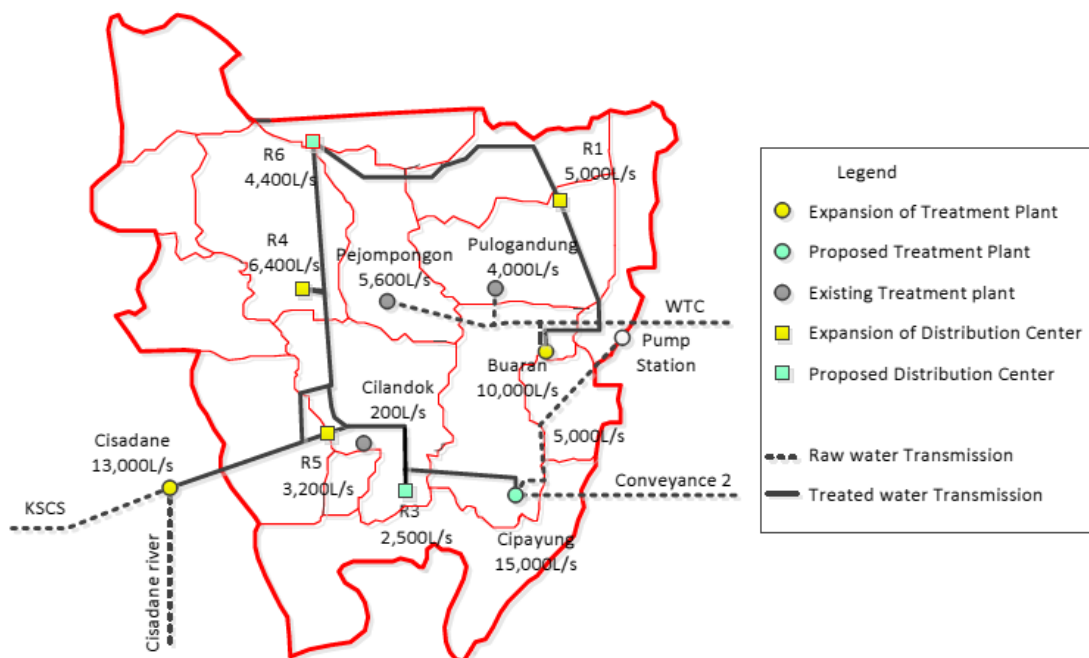
まず FS 調査で検討した優先的な整備施設について現況の整備状況を整理すると下表の通りである(1997 年 MP/FS の 2nd Stage, 2nd Phase の施設を掲載)。WTC の改修は行なわず、能力を 5,000L/s から 3,000L/s としている。ただし、この水源取水の水利権申請は未だ行なわれていない。浄水場は BuaranIII 及び東部新設浄水場の整備をあげていたが、いずれも整備されていない。BuaranIII は用地確保しているが、PAM Jaya は水利権を未だ申請できておらず、既存の Buran 浄水場の稼働率は 122%となっていることから、今後はこの整備を最優先として検討することが必要である。

また、R1、R4、R5 配水センターの拡張、R6 配水センターの新設をあげていたが、いずれも整備されていない。R1 配水センターは前述の CDC(Cilincing 配水センター)のことであり、整備されていないことで設計値の 134%の稼働率となっており、危機的な状況である。

表 16 1997 年MP/FS での優先整備施設の整備状況

プロセス	施設整備内容	施設の諸元	進捗状況	備 考
水源開発、 導水施設	WTC の改修 (農業用水の転用)	5,000L/s の流下が可能 な流水断面拡張	未実施 (水利権 申請)	導水能力は 5,000L/s から 3,000L/sni 変更
	導水ポンプ	5,025L/s×2 箇所	未実施	
	導水管 (東部新設上浄水場)	φ 1800×20.0km	未実施	
浄水施設	BuaranIII 浄水場	5,000L/s	未実施	用地確保 詳細 FS 未実施
	東部新設浄水場	5,000L/s	未実施	Cipayung I 浄水場
送・配水施設	R1-II 配水センター	2,000L/s 19,800m³	未実施	Cilincing 配水センター の稼働率は 134%
	R6-I 配水センター	2,100L/s 50,400m³	未実施	
	R1-R6 送水管	φ 1500×33.5km	未実施	
	R4-II 配水センター	2,600L/s 35,100m³	未実施	
	R5-II 配水センター	1,600L/s	未実施	
	東部新設浄水場～R4 送水管	φ 2200×15.5km φ 2000×8.0km φ 1800×11.0km φ 1500×5.5km φ 1000×1.5km	未実施	

注) 1997 年 MP/FS の 2nd Stage, 2nd Phase の施設を掲載、そのうち Part1 を強調して表示



出典:1997 年 MP/FS

図 17 1997 年 MP/FS にあげられた整備施設

2.2.2 バンジャルマシン市および周辺の上水道セクターの現況・問題点

1) 現況

(1) Banjarmasin 市

カリマンタン島の南カリマンタン州の州都である Banjarmasin 市は、625,481 人(2011 年センサス)の人口を抱える地方都市である。石炭が多く埋蔵されており、経済的に比較的豊かである。以下に Banjarmasin 市の位置図および区ごとの人口を示す。

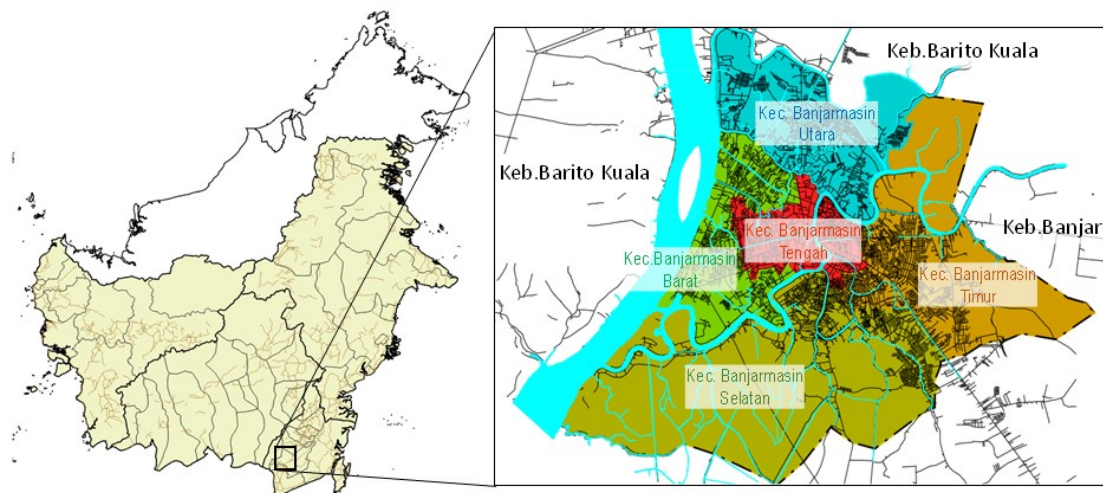


図 18 Banjarmasin 市位置図

表 17 Banjarmasin 市の人口

地区名	人口
Banjarmasin Selatan	146,068
Banjarmasin Timur	111,912
Banjarmasin Barat	143,461
Banjarmasin Tengah	91,700
Banjarmasin Utara	132,340
合計	625,481

A. 既存上水道インフラの現状

PDAM Banjarmasin の既存上水道システムの送配水系統を以下に示す。

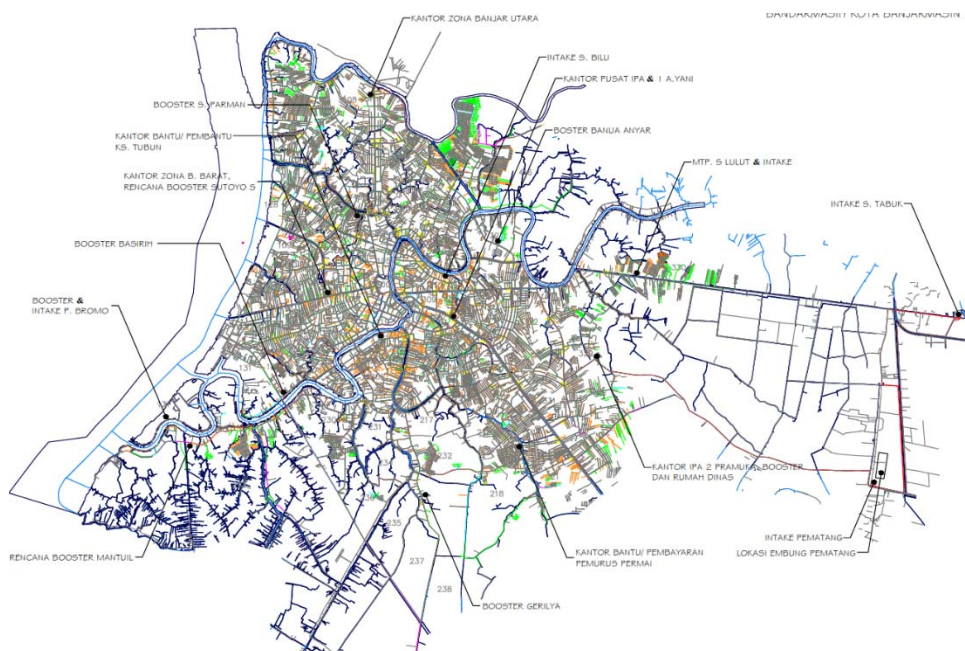


図 19 既存上水道システムの送配水系統

取水場は以下の 4 箇所で、市内を流れるマルタプラ川を主な水源としているが、Pematang 取水場は、約 60km 離れたリヤムカナンダムから灌漑用水路から流れてくる運河水を取水し、マルタプラ川の水源と混合取水している。

表 18 PDAM Banjarmasin の取水場概要

取水場名	取水量	水源	課題・特徴
Bilu 取水場	500L/s	マルタプラ川	・ 乾期の塩分高濃度。 ・ 雨期と乾期の変わり目の水質変化の浄水処理が困難。
Tabuk 取水場	1,750L/s	マルタプラ川	・ 雨期に、上流域の土木工事などが重なると最大 9,000NTU になる濁度(森林伐採のため土砂が流出している。普段の濁度は 50~100NTU)。 ・ 乾期は水量が 7 割になる。
Pematang 取水場	1,100L/s	マルタプラ川と 60km 離れたリヤムカナンダムの併用	・ 1993 年にイタリアの支援で建設。 ・ 建設当時の MOU ではダムから 1,100L/s の取水量だったが、5 年目以降に少なくなって現在は 600L/s で、しかも雨期の 3 ヶ月間のみのダム水源利用。水量減少の理由は、魚養殖用、ダムの水草の繁茂など。
Lulut 取水場	50L/s	マルタプラ川支川	



図 20 Bilu 取水場



図 21 Tabuk 取水場



図 22 Pematang 取水場



図 23 Lulut 取水場

浄水場は 2 箇所存在し、合計 2,250L/s の処理能力を有する。Puramuka 浄水場は急速ろ過システムとして、凝集沈殿槽への上向流傾斜版を設置したり、沈殿池に洗淨トラフを施すなどの工夫が見られる。また、Ahmad Yani 浄水場では、50L/s の浄水排水を再処理して利用している模様で、一定の技術レベルが認められる。

表 19 PDAM Banjarmasin の浄水場概要

浄水場名	浄水量	水源
Ahmad Yani 浄水場	500L/s	Bilu 取水場とその他 (恐らく Tabuk 取水場) の混合
Pramuka 浄水場	1,750L/s	Tabuk 取水場と Pematang 取水場



図 24 Ahmad Yani 浄水場



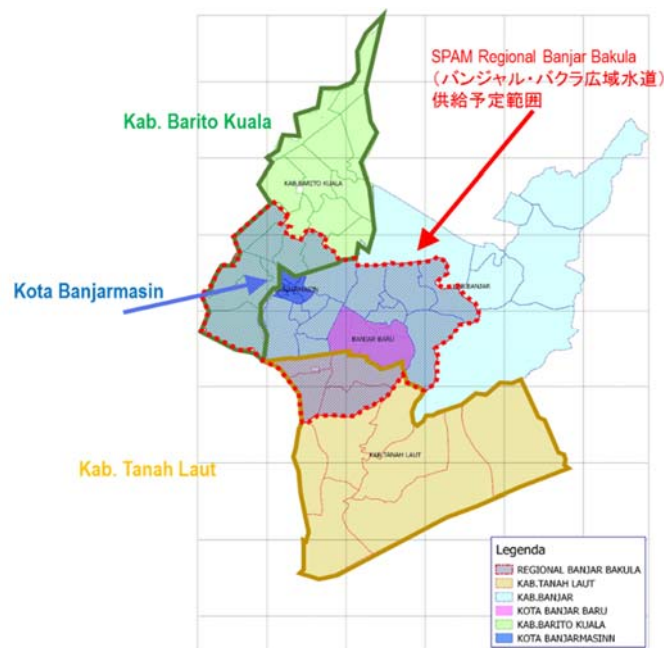
図 25 Pramuka 浄水場

B. 上水道サービスの現状

2015 年の人口約 70 万人に対する接続数は 163,140 で、給水率は 99.93%とほぼ全てのエリアをカバーしている。無収水率は 29%だが、平均水道料金は 6,100IDR/m³ (約 54 円/m³) でほぼコストリカバリーができています。

(2) SPAM Regional Banjar Bakula

南カリマンタン州の 2 市 3 県にまたがる広域水道事業 SPAM Regional Banjar Bakula の供給区域は以下のとおりで、供給地域によって整備フェーズが 2 つにわかれており、現在は第 1 フェーズが進行中である。



出典：調査団作成

図 26 SPAM Regional Banjar Bakula 供給範囲

2 市 3 県にまたがる広域水道への期待の程度は、PDAM によって異なる。水量が圧倒的に不足している東部・南部(Tanah Laut 県)では期待が高いが、水量よりは原水河川の水質問題を抱える Banjarmasin 市や Barito Kuara 県では、広域水道が整備されてもその水源は既存水源と同じ河川のため、水質の課題解決につながらず、期待が低い。

また、広域水道は中央政府と州政府による用水供給事業だが、特に州政府には水道技術者が少なく事業実施経験も無いため、不安視している模様。特に PDAM Bandarmasi(バンジャルマシ市水道公社)は、寧ろ PDAM が州政府と技術的に協力・支援したい、と考えている。

(3) PDAM Kab. Barito Kuara の水道サービスに関する現況

Barito Kuala 県は南カリマンタン州の西部に位置し、幅の広い河川に囲まれているため、河川で区切られたエリアごとに独立の取水・浄水施設を持つ。最大の水質課題は、Banjarmasin 市同様に、乾期の塩水河川遡上による高濃度塩水処理であり、濃度が高くなると取水量を減少させ、時期によっては数日間取水を停止している。また、泥炭湿地も分布するため、雨期開始時期の河川への周辺土壌からの浸水で色度が数百 pt-co レベルまで急激に上昇することも、課題の一つとなっている。

(4) PDAM Kab. Tanah Laut の水道サービスに関する現況

Tanah Laut 県は南カリマンタン州の南東部に位置する。この一帯は大規模河川が少なく、更に乾期には河川水量が年々低下しており、原水量の確保が最大の課題となっている。河川上流域では森林の違法伐採が指摘されているが、PDAM 職員によると、乾期の河川水量低下の最大の原因は、民間の金採掘業者による採掘時に使用する土砂の河川への投棄とることである。汚泥が河床に溜まるため、自然河川の川幅が維持できていない。

2) バンジャルマシン市周辺の課題

地域一帯の共通課題は、水源の確保であるが、その内容は地域によって異なっている。

水源を河川に依存している Banjarmasin 市や Barito Kuala 県は、海水遡上による高塩分濃度水の浄水処理に苦慮している。マルタプラ川は、毎年 8 月から 11 月にかけて海水が遡上し、原水中の塩分濃度が最大で 5,000ppm まで上昇する。現行では塩分濃度が 500ppm を超えた場合は他の水源と混合希釈する形で浄水場に送水し、1,500ppm を超えた時点で取水停止している。

また、マルタプラ川は市街地を流れる河川であり、近年の人口増加に伴う生活雑排や農業等の影響で、有機物や全大腸菌群の濃度も上昇している。

これらに加えて、雨期と乾期の変わり目でも水質が急激に変化する。Banjarmasin 市は、Dumai と異なり地域一帯の土壌が泥炭に覆われているわけではなく、Pematang 取水場近辺など一部の地域に泥炭が堆積している状況である。このため乾期の原水色度はそれほど高くないが、雨期になるとこれらの泥炭から滲みだす雨水がフミン質を大量に含み、高色度の雨水等が河川に流入するため、原水の色度が一気に上昇する。また、雨期が終わると、河川へのこれら周辺土壌から滲みだす雨水の流入が途絶えるため、水質が急激に変動する。

これらの各水質項目に関する急激かつ大幅な値変動に対して、PDAM Banjarmasin は独自研究もしつつ対策を検討しているが、最適解が見つかっていない。雨期の高色度原水は、pH と濁度が低くなるためフロック形成に苦慮しており、色度軽減は前塩素処理の注入量を増やすことで対応している。塩素注入量の増加は副生成物トリハロメタンの発生リスクを高めるため、塩素処理以外の早急な対策が必要と考えられる。

SPAM Regional Banjar Bakula では Banjarmasin 市や Barito Kuala 県が既に利用している河川が取水源となるため、広域水道には水質課題の解消への期待が薄い。

他方、Tanah Laut 県などの南部・東部の地域は水量そのものの確保に苦慮している。そのため、SPAM Regional Banjar Bakula のダム水源を通じた水源増加への期待が高い。しかし、その水源となる上流のリャムカナンダムは、分水堰付近の養殖漁業による富栄養化やホテイアオイの繁茂が進行し、さらにダム上流の森林伐採のために水源涵養林の保水力も低下しているため、年々放流水量が減少している。リャムカナンダムは、我が国の支援で建設された多目的ダムで、インドネシア国営電力公社(PLN)が管理しており、放流水は灌漑用にも利用されていることから水利権の問題もあり、ダム水源の利用量増加は困難な状況である。そのため、リャムカナンダムの近傍への新たなダム開発の計画も立てられている。

第3章 対象案件の実施可能性検討

3.1 対象案件概要

1) ジャカルタ

2023 年のコンセッション終了を見越した我が国水道関係者による技術協力をベースとした協力案件が、イ国および我が国双方のニーズに最も合致しているものと考えられる。

- ・ M/P 見直し・BuaranⅢ浄水場整備プロジェクト

目標・目的	給水人口の増加およびジャカルタの地盤沈下対策の一環として、給水量 5,000L/s の浄水場、および付帯の取水・導水施設を整備する。
事業計画・調達計画	我が国の有償資金協カスキームの活用を想定し、1997 年 JICA ジャカルタ市水道計画整備(見直し)M/P のレビューとして、PAM Jaya の既存計画と現状分析に基づくジャカルタ市全体の中長期 M/P を実施する。その中で BuaranⅢ浄水場整備事業も優先事業として FS 調査も併せて実施する。 インドネシア開発銀行 (PT. SMI) を介し財務省 (IIGF) を保証人とするジャカルタ首都特別州へのツーステップローンを想定するが、時間的な制約等が顕在化する場合は地盤沈下対策付帯事業等の名目による中央政府への円借款事業の可能性も検討する
実施体制	PAM Jaya をカウンターパートに、JISCOWAPINDO メンバーを中心としたコンサルティング企業やプラント・管路メーカー等によるチーム体制を構築する
事業スケジュール	2017～2018 年：協力準備調査 2019～2022 年：円借款事業

最も優先すべき BuaranⅢ浄水場整備事業の実施内容は、以下の通りである。

- ① BuaranⅢ 浄水場系の水利権申請
- ② BuaranⅢ 浄水場系の導水ポンプの整備
- ③ BuaranⅢ 浄水場の整備
- ④ R1 配水センター(CDC)の拡張

表 20 想定される整備施設

プロセス	施設整備内容	施設の諸元	優先度	備考
水源開発、導水施設	BuaranⅢ系の水源地確保	3,000L/s	1	直ぐに水利権申請
	Jatilhur 開発 I の水源地確保	4,000L/s	2	
	導水ポンプ	5,025L/s×2箇所	1, 2	BuaranⅢ浄水場系の導水ポンプを優先
	導水管 (東部新設上浄水場)	φ 1800×20.0km	2	
浄水施設	BuaranⅢ 浄水場	3,000L/s	1	BuaranⅠ,Ⅱ 浄水場の稼働率を改善
	東部新設浄水場	4,000L/s	2	
送・配水施設	R1-II 配水センター	2,000L/s 19,800m³	1	CDC の稼働率改善 (最優先事項)
	R6-I 配水センター	2,100L/s 50,400m³	2	
	R1-R6 送水管	φ 1500×33.5km	2	
	R4-II 配水センター	2,600L/s 35,100m³	2	
	R5-II 配水センター	1,600L/s	2	
	東部新設浄水場～R4 送水管	φ 2200×15.5km φ 2000×8.0km φ 1800×11.0km φ 1500×5.5km φ 1000×1.5km	2	

また、上記案件を成案させるために重要な取り組みとして、PAM Jaya への長期専門家派遣が考えられる。コンセッション開始前の PAM Jaya 職員の 8 割がコンセッショネアに転職し、現在はコンセッション事業の管理組織と言っても過言ではない状態の水道公社の、人材・組織建て直しを図る。同時に、長期専門家が両国関係者間の橋渡しとなり、PAM Jaya の最新動向・情報の収集や協力関係の再構築・発展のキーマンとなる。

- ・ コンセッション終了後の PAM Jaya 水道運営技術支援プロジェクト

目標・目的	PAM Jaya の水道事業者としての組織運営機能改善、技術力向上、水道サービス持続性確保を目的として、我が国の水道事業経営に関する技術移転を通じた人材育成・組織能力強化を図る
事業計画・調達計画	上記 BuaranⅢ有償資金協力の付帯事業としての技術協力プロジェクトスキームの活用を想定する
実施体制	カウンターパートを PAM Jaya とし、JISCOWAPINDO メンバーを中心とした我が国水道事業体、JICA 専門家経験者、水道関連団体（日本水道協会、国際厚生事業団等）によるチーム体制を構築する
事業スケジュール	2017～2023 年：PAM Jaya への JICA 専門家派遣、個別研修プログラム 2019～2022 年：技術協力プロジェクト

2) バンジャルマシン

目標・目的	インドネシア政府主導で整備が進められている地方広域水道（SPAM Regional）の一つである Banjar Bakura プロジェクトの一環として、Banjarmasin および周辺地域（Kota Banjar Baru、Kab. Banjar、Kab. Barito Kuala、Kab. Tanah Laut）の給水人口増加を目的とした取水場・浄水場・送配水管施設の整備を行う
事業計画・調達計画	我が国の有償資金協力学スキームによる中央政府への円借款事業を計画する
実施体制	カウンターパートを PDAM Banjarmasin とし、JISCOWAPINDO メンバーを中心としたコンサルティング企業、プラントメーカー、管路メーカーによるチーム体制を構築する
事業スケジュール	2017～2018 年：協力準備調査 2019～2022 年：円借款事業

3.2 担当官庁と実施機関

3.2.1 関係省庁等

1) 中央省庁

公共事業国民住宅省居住総局水道システム開発局

全国の水道整備計画や予算配分や実施の調整を行う統括機関であり、世銀をはじめ多国間援助機関や第三国ドナーとの援助調整も行っている。

全国上水道システム開発援助庁（BPPSPAM）

公共事業国民住宅省直轄機関として、PDAM 及び民間水道事業体のモニタリング権限を持ち、PDAM に対する事業改善提案を行うほか、全国の PDAM の健全度評価を実施している。なお、上水道分野の PPP、BtoB 案件は、水道システム開発局との調整のもとで BPPSPAM が

情報を取りまとめ冊子として公表している。

2) その他

インドネシア水道協会 (PERPAMSI)

全国の PDAM および民間事業者が会員の組織で、イ国の上水道関連施策目標の達成を支援することを目的に、人材育成や研修の支援や協会員間での情報共有促進などを主な活動としている。

3.3 我が国による協力の経過

3.3.1 技術協力の経過

1) 上水道分野の対インドネシア援助実績

我が国の水道分野の ODA 実績は表 21 のとおりであり、援助スキーム、対象地域(都市/地方)について Buaran スの取れた支援が実施されてきた。ただし、スマトラ島およびカリマンタン島を対象にした支援は実施されていない。

表 21 上水道分野に関する我が国の ODA 実績

ODA スキーム	案件名	対象地域	実施期間／調印年
開発調査	ジョグジャカルタ特別州広域水道整備計画調査	ジャワ島	2006.9～2008.3
実施協力準備調査案件	南バリ再生水利用事業準備調査(PPP インフラ事業)	ジャワ島	2012
技術協力プロジェクト	地方給水プロジェクト	ジャワ島	2004.1～2006.12
草の根技術協力(地域提案型)	インドネシア・スラバヤ市民のための安全な飲料水供給と水質改善に関する調査	スラウェシ島	2014.5～2017.3
有償技術協力	南スラウェシ州マナサタ広域都市圏上水道サービス改善プロジェクト	スラウェシ島	2009.10～2012.2
有償資金協力	ウジェンバンタン上水道整備事業	スラウェシ島	1993.11～2002.6
無償資金協力	スラウェシ島地方水道整備計画第 1 期～第 3 期	スラウェシ島	2002.7～2004.3
無償資金協力	グヌンキダル県上水道計画第 1 期～第 2 期	ヌサトゥンガラ島	2007.1～2008.4(第 1 期) 2007.7～2009.1(第 2 期)
無償資金協力	東西ヌサトゥンガラ州地方給水計画	ヌサトゥンガラ島	2007.7～2009.7

出典：外務省政府開発援助(ODA)国別データブック 2014、JICA ナレッジサイトより編纂

2) 我が国の水道事業者による協力実績

我が国の水道事業者が実施した協力は、名古屋市上下水道局、および岡山市水道局による「南スラウェシ州マナサタ広域都市圏上水道サービス改善プロジェクト」での現地調査、本邦研修が挙げられる。

また、横浜市水道局が設立した横浜ウォーター株式会社による、北スマトラ州メダン市対象の JICA 民間提案型普及・実証事業「樹脂管に特化した漏水探索器を使用した無収水削減対策及び配水管網維持管理の普及・実証事業」(2013)の他、PDAM に対する上水道供給の直接的な協力ではないものの、宇部市による草の根技術協力(地域提案型)「ブンカリス県における環境改善協力」(2012～2015)や、北九州市環境局による以下の技術協力や調査が実施されている。

- ・ 草の根技術協力(地域提案型)「スラバヤ市水質管理能力向上」2007～2008
- ・ 草の根技術協力(地域提案型)「インドネシア・スラバヤ市民のための安全な飲料水供給と水質改善に関する調査」2014～2017

- ・ BOP ビジネス連携促進協力準備調査「太陽光発電・小型脱塩浄水装置を用いた飲用水供給事業準備調査」2011(西ヌサ・トゥンガラ州スンバワ島)

3.3.2 対象案件の我が国の援助方針との整合性

1) 対インドネシア援助の方針

「対インドネシア国別援助計画」の 3 つの重点分野(①更なる経済成長への支援、②不均衡の是正と安全な社会作りへの支援、③アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援)の観点について、本事業は、スマトラ島やカリマンタン島といった地方部を対象とし(②に対応)、イ国の他マレーシアや中国などにも分布する熱帯・亜熱帯地域の泥炭湿地というアジア地域の抱える環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応(③に対応)を通じて、我が国高度浄水処理技術の活用を通じた水道事業経営改善(①に対応)を行うことから、対イ国への援助方針に沿っているものと考えられる。

2) 水と衛生に関する拡大パートナーシップ・イニシアティブ

2006 年の第 4 回世界水フォーラムで発表された「水と衛生に関する拡大パートナーシップ・イニシアティブ」において示された以下の基本方針5項目について、今回の対象案件は、基本方針5項目のうち、(1)、(3)、(5)に寄与するものと考えられる。

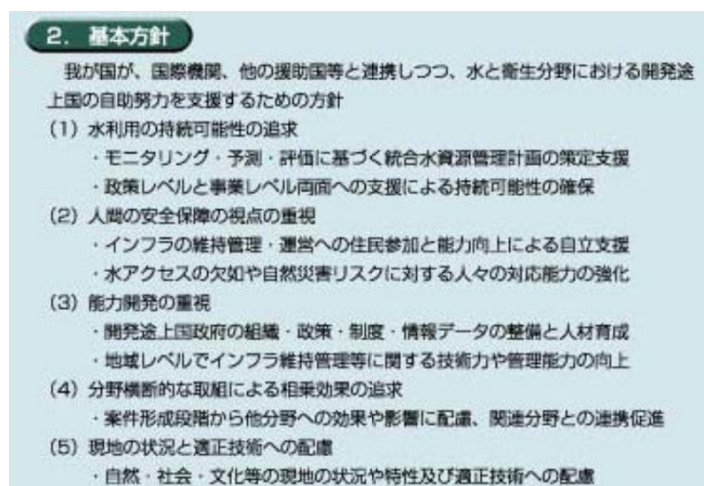


図 27 「水と衛生に関する拡大パートナーシップ・イニシアティブ」基本方針

(1)の「水利用の持続可能性の追求」に関しては、現地で未利用水源となっている高色度原水の有効利用に資する技術の適応の観点から、持続可能性の確保が期待できる。(3)の「能力開発の重視」に関しては、対象地域以外の多くの PDAM が抱える課題である浄水技術の移転によって、イ国全体の技術力向上が図られると考えられる。(5)の「現地の状況と適正技術への配慮」に関しては、膜処理などの高度技術に頼らず、現地で主に採用されている凝集沈殿処理を基本とした色度処理技術や、現地調達可能な活性炭の活用検討が合致する。

水道分野の国際協力のあり方

対象案件の、都市・地方に関わらず広範囲の課題である高色度原水の処理技術導入というテーマ性は、国際協力事業評価検討会(水道分野)報告書(平成 18 年)で提言されている、厚生

労働省が実施する水道分野の国際協力事業のあり方の、以下の点で整合性が高い。

都市水道に対する援助の重要性

都市水道への援助の重要性、裨益効果の大きさを認識し、支援を継続していく必要がある

村落給水に対する配慮

中小規模の水道整備プロジェクトではその持続可能性に対する配慮が特に重要で、自立経営、適正技術及び住民参加の 3 つの観点により明確に意識してプロジェクト形成を図ることが重要

総合的な援助の必要性

様々なスキームを適切にしかも効率的かつ効果的に組み合わせることによって、援助をより計画的、戦略的に実施する手法を基本として国際協力事業を実施していくことが適当である。そのためには ～中略～ 官民の連携などを一層深める必要がある

人材確保・育成の必要性

水道分野の国際協力においては、水道事業体の人材と同様に民間企業の人材も一定の役割を担っており、機会を捉え、民間企業の人材の活用も視野に入れた検討も望まれる

また、対象案件は新水道ビジョンの「産官学連携体制による新たな技術提案や効果的な研究開発」「日本の水道事業者、水関連企業が有する技術・ノウハウを海外市場に提供することによる、アジア・アフリカ諸国における衛生的な水供給の確保への貢献」にも寄与するものとして、我が国の水道分野の国際協力の方向性に合致する。

3.3.3 案件の実現に向けた課題

1) ジャカルタ案件の実現の上での課題

- ・ 上下水統合組織の動向、ジャカルタ首都特別州政府の意向、既存コンセッションネア 2 社との関係性など、外部条件の確認が必要となる。
- ・ PAM Jaya は好意的に提案を受け止めている模様だが、PAM Jaya からの要望だけでは不足で、中央政府、ジャカルタ首都特別州政府への説明・説得を通じた支援協力の取り付けが必要となる。公共事業・国民住宅省は、自分達の所管事業である SPAM Jatiluhur I&II の推進を優先に考えている模様。また、取水以降の水道事業所管は人間居住総局、水利権所管は水資源総局、BuaranⅢ浄水場整備案件の Blue Book 記載所管は建設開発総局、であり、省内組織間での調整も求められる。
- ・ JICA スキームを活用するのであれば、現在実施中の下水道整備や地盤沈下対策のプロジェクトと、再生水利用や用途別使用水量予測などの観点から密な連携が求められる。

2) バンジャルマシン案件の実現の上での課題

- ・ 我が国水道事業体を巻き込んだ協力体制の確立が課題である。PDAM Bandarmasih は、高い技術力、400 名を誇る職員数、高い水道料金などで、インドネシア国内屈指の良好な経営状況。中央政府が実施中の、PDAM 改善・人材育成プログラムで検討されている水道技術の地方拠点の候補にも挙げられている。PDAM Bandarmasih の総裁はインドネシア水道協会副会長も兼ねており、日本の水道事業体等の技術ノウハウの取得にも意欲的であることから、積極的な我が国水道事業体の関与が求められる。