

4.5 電力供給システム

4.5.1 現在の需要

インドネシアでは、政府が国有会社（Perusahaan Umum Listrik Negara Persero: PLN）を通して電力セクターをほぼ独占している。一方、いくつかの小さな独立した発電会社（Independent Power Producers: IPPs）が独自の電力プラントからの電力供給を行っている。PLN は、電力法（1985 年）の下、発電、送電、配電を監督しており、GKS 地域を含む東ジャワ州は、PLN 東ジャワが管轄している。

東ジャワの電力ネットワークは、ジャワバリ接続システムの一部で、システムは、500kV（パイトン、グレシック、グラティ向け）、150kV と 70kV の発電・送電を行っている。GKS 地域はこの東ジャワの電力システムから電力を供給されている。消費者への供給は、20kV/380-220V の配電変圧器と低電圧配電線を通して行われる。大規模事業者は別途、高／中電圧電力供給を受ける契約を結んでいる。2008 年時点の東ジャワにおける電力供給の状況は以下のとおりである。

- GKS 地域の電力消費量は 11,197GWh で、東ジャワ全体の消費量の 55% を占める。
- PLN 東ジャワの発電容量は、計 6,456MW、55 の発電ユニット（火力発電 35、水力発電 20）を有している。
- 最大電力負荷は、3,461MW（負荷率 76.8%）、うち GKS 地域が約 1,400MW となっており、年々増加している。
- 総顧客数は 6,890,251（うち家庭 92.5%）、接続電力総計は約 9,619MVA（うち家庭 49%）。
- 電化率は 65.9%（国全体の電化率は 57%）。特に農村部電力化率が高く、東ジャワ州の 99.3% の農村が PLN により電力供給を受けている。

PLN 東ジャワ電力開発 10 年計画（2010-2019 年）では、2008 年までの電力供給計画はほぼ達成されたとしている。しかし、以下の課題が見られる。

- いくつかの場所では、公称電圧よりも電圧が 10% 低いところがあり、中電圧の供給を必要とする事業者から不満の声が聞かれた。
- 94 ユニットある電力変圧器のうち、34 ユニットで負荷限度（80%）を超え過負荷の状態にある。
- 上記のような問題を解決するため、中・低電圧配電ネットワーク設備の強化が行われているが、PLN の投資資金が限られており、必要なレベルにまで改善することができていない。

東ジャワ州の一部として、GKS 地域も上記の問題を抱えている。特にスラバヤ市は、ワル変電所から放射状に供給をうけているため危機的状況にある。ワルーランクット間の 150 kV 送電線が停電すると、スラバヤ市への電力供給は麻痺してしまう。状況改善のためには、ネットワークを拡張しループシステムを導入する必要がある。

また、クリーン変電所内の 500/150 kV 変圧器への負荷も 93% に達しており、定格負荷である 80% 以下に抑えるために新たな変電所が必要となっている。

表 4.5.1 東ジャワ州の既存発電所

発電所	タイプ	設備容量 (MV)	現有出力 (MV)	発電所	タイプ	設備容量 (MV)	現有出力 (MV)
Gresik	スチーム	600	562	PLTA Wlingi	水力	54	54
Gresik Block 1	複合サイクル	526	450	PLTA Ldoyo	水力	5	5
Gresik Block 2	複合サイクル	526	450	PLTA Slrjo	水力	5	5
Gresik Block 3	複合サイクル	526	450	PLTA Sqruh	水力	29	29
Granti Block 1	複合サイクル	462	447	PLTA Tlgng	水力	36	36
Granti Block 2	複合サイクル	302	297	PLTA Wnrjo	水力	6	6
PLTU Perak	スチーム	100	82	PLTA Mdlan	水力	23	22
PLTU Paiton	スチーム	3,330	2,910	PLTA Siman	水力	11	0
PLTG Gresik	ガスタービン	40	32	PLTA Glang	水力	3	3
PLTG GImur	ガスタービン	43	32	PLTA Gmgn	水力	3	3
PLTA Stami	水力	105	105	PLTA Ngbel	水力	2	2
計						6,456	5,712

出典：PLN 東ジャワ

4.5.2 将来需要

2030年の最大電力負荷需要はGKS地域で5,228MW、東ジャワ州で11,644MWと予測され、2010年の発電設備容量6,737MWと現有出力容量5,982MWをはるかに上回っており、5,662MW分の現有出力容量の増強をしなければならない。需要を満たすためには、発電設備容量と現有出力容量はそれぞれ13,087MW、11,696MWへと拡張する必要があるLEDライト、冷暖房、再生可能エネルギーなどにて省エネが実践されれば、2030年の最大電力負荷は9,408MWにまで減らすことができ、省エネの取り組みがない場合の80%にまで低減できる。

4.5.3 電力容量増強に向けた既存の計画

GKS地域の電力供給システムを含む東ジャワ電力グリッドシステムでは、2010～2030年の期間、以下の優先的アクションにより開発が進められる。

- 1) 電力販売量の増加は、年率平均8.8%、2019年には販売量52,806.2GWh
- 2) 最大電力負荷量の増加は、年率平均8.7%、2019年には最大負荷8,581MW
- 3) 2019年の電力化率95.7%
- 4) 2019年までに総容量8,490MVA分の配電変圧器の追加
- 5) 10,000MW電力プロジェクトの下で、2,750MW発電施設の追加 (PLN: 1,890MW、 IPPs :

860MW)

- 6) 2019年までに中電圧配電網の203,745km(年平均2,038km)延長
- 7) 2019年までに配電変圧器18,492ユニット(2,145,072kVA分)の追加
- 8) 低電圧配電網の24,965km(2,496km/年)の延長
- 9) 2019年までに顧客4,509,888増加、2019年電力化率95.7%
- 10) 2022年までに60-MVA変電所を12ユニット、120-MVA変電所を21ユニット、計3,240MVA分の追加

表 4.5.2 発電容量拡大計画

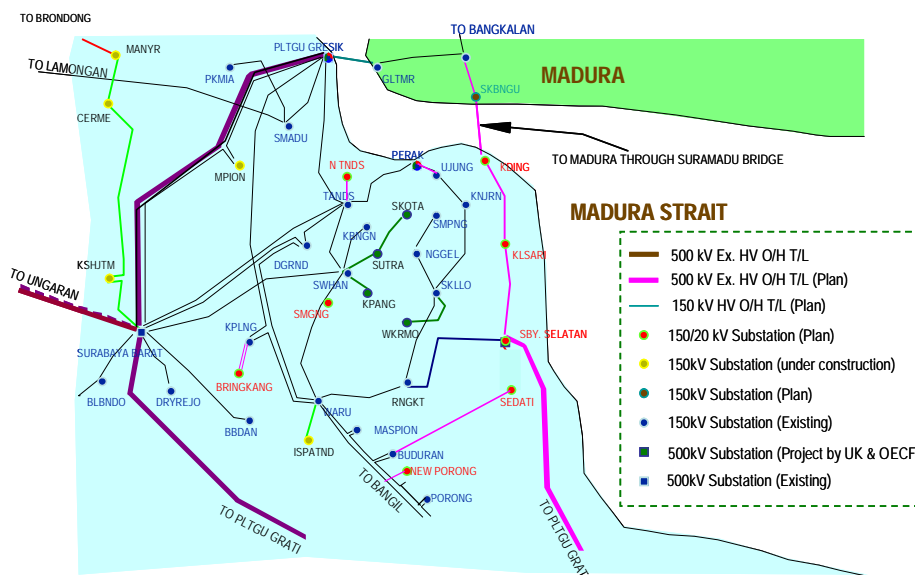
	2011	2012	2013	2014	2021	2026	Total
追加容量 (MW)	1,305	45	800	600	1,800	1,800	6,350
Pacitan (PLN)	630						
New Paiton (PLN)	660						
Gresik Power Indonesia (IPP)	15						
Petrokimia Gresik Steam (IPP)		15					
PLTU Gasuma Tuban (IPP)		30					
PLTGU Paiton III-IV (IPP)			800				
Tanjung Awar-Awar (PLN)				600			
(2020年目標)					1,800		
(2025年目標)						1,800	

出典: PLN 東ジャワ

表 4.5.3 2019年までの配電網増強計画

年	中電圧配電 (Km)	低電圧配電 (Km)	電力変圧器 (ユニット)	20kV配電盤 (ユニット)	顧客増加数 (接続数)
2010	1,769	2,167	1,605	52	346,874
2011	1,624	1,990	1,474	64	383,977
2012	1,732	2,133	1,572	78	403,918
2013	1,847	2,263	1,677	86	424,906
2014	1,968	2,412	1,787	95	446,99
2015	2,097	2,569	1,903	104	470,255
2016	2,130	2,609	1,933	116	471,871
2017	2,261	2,770	2,052	126	495,319
2018	2,400	2,940	2,178	136	519,949
2019	2,547	3,121	2,312	143	545,819
計	20,375	24,974	18,493	1,000	4,062,888
年平均	2,038	2,497	1,849	100	

出典: PLN 東ジャワ

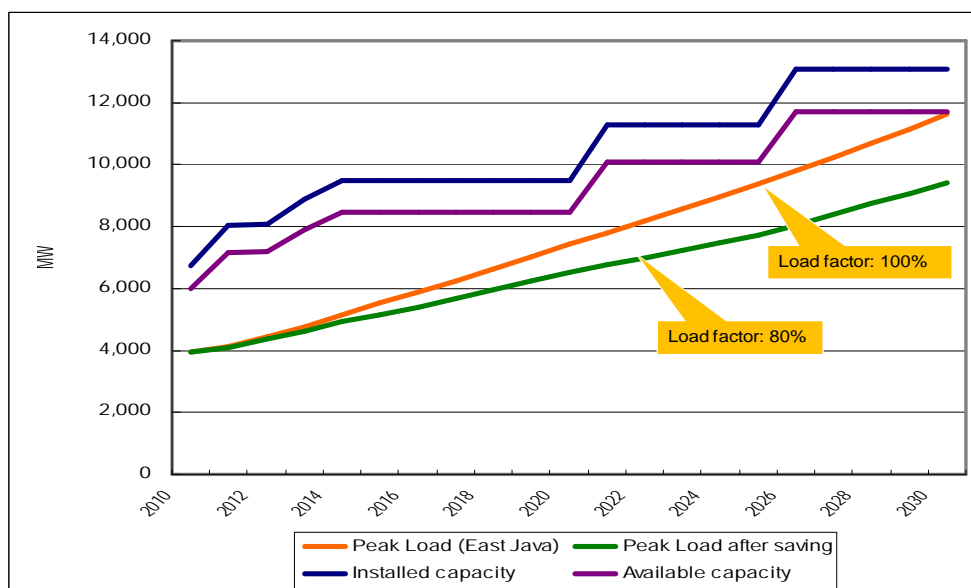


出典： PLN 東ジャワ

図 4.5.1 スラバヤ市送電網

4.5.4 電力供給容量と需要のバランス

将来需要に対応するためには、発電容量に加えて送電網および配電網も強化される必要がある。図 4.5.2 は東ジャワ州の将来電力需給バランスを示している。図では 2030 年までの、設備発電容量と現有出力容量の供給曲線（階段状線）、及び二つの需要曲線（通常ケースと 20% 節電ケースの 2 ケース）が描かれている。20% の節電が行われれば、2030 年、供給可能量は需要を満たせるということが読み取れる。既存の計画が計画通りに実施されれば、電力供給は東ジャワ州の経済成長の制約要因とはならないと言えることができる。



出典： JICA 調査団

図 4.5.2 東ジャワ州の将来電力需給バランス

4.5.5 戦略と優先的アクション

電力セクターにおける主な戦略を以下に挙げる。

- 1) 節電・省エネルギーの推進
- 2) 安定した電力供給に向けた電力網の改善・強化
-送電網および配電網システム
- 3) 需要管理
- 4) 非技術的損失の抑制
-不法接続、メーター改ざん等の規制

これらの戦略に基づきつつ、東ジャワ州の電力網の電力供給能力増強に焦点をおいた優先アクションがとられるべきである (表 4.5.5)。

表 4.5.4 東ジャワ州(GKS 地域)電力セクター優先的アクション

設備		容量
1	発電機の追加	(1) 10,000MW 電力プロジェクトの下で 2014 年までに 2,750MW (PLN: 1890 MW、IPPs: 860MW)分を追加 (2) 2026 年までに 3,600MW 分追加(2021 年までに 1,800MW、2026 年までにさらに 1,800 MW)
2	中・低電圧配電網の拡張	2019 年までに中電圧配電網 203,745km(平均 2,038km/年)の拡張、低電圧配電網 24,965km(平均 2,496km/年)の拡張
3	変圧器の追加	2019 年までに 18,492 ユニット又は 2,145,072kVA.
4	変電所	2022 年までに 60MVA 変電所 12 ユニット、及び 120MVA 変電所 21 ユニット、電力容量計 3,240MVA

4.6 通信

4.6.1 現状

インドネシアの通信セクター開発は、情報技術の急速な進歩に伴い、新たな段階を迎えている。特に携帯電話の利用者は急速に拡大しており、全ての州、ほとんどの郡・市で普及している。固定電話については、固定有線電話の利用者数は過去 5 年間上下しており、2006 年には微増であったが 2007 年から再び減少に転じた。一方、固定無線電話の利用は急速に増加しており、顧客数は 2009 年には 2004 年の 5 倍となり、この間年平均 97%の増加率であった。

固定無線電話の急拡大は、2 大企業である Telkom Flexi と Bakrie Telecom の存在によるところが大きく、両社それぞれ過去 5 年間に年 87.1%、年 160.5%の顧客数増を遂げている。他の企業も含めた業者間の競争の激化は、固定無線電話利用者数の急拡大を促している。

携帯電話市場では、顧客数は 2005 年依頼増加を続けている。2009 年 3 月には携帯電話顧客は 1 億 4000 万人を超え、携帯電話運営業者も 2004 年の 4 社から 2009 年の 8 社へと増加している。大部分の携帯電話ユーザーはプリペイドタイプ電話を利用しており、全顧客の 97.5%を占めている。

2005 年から 2009 年にかけての携帯電話顧客数の増加率は 204.4%で、年平均 33.6%の増加となっている。最近では、業者間の競争の激化と第一次普及期の終わりにより、この増加トレンドは、

市場の飽和状態を反映し落ち着きをみせている。

都市部では通信サービスは急速に拡大しているが、一部の農村部では未普及のままである。農村部での通信サービスニーズに応えるべく、通信情報局はコミュニティが通信サービスにアクセスできるようにするためのプログラムを実施している。このプログラムは、インドネシアのITU情報社会宣言のインドネシアにおける具体策としての電気通信ユニバーサルサービス政策 (Universal Service Obligation: USO) に基づいている。同プログラムでは、通信ユニバーサルサービスエリア (WPUT) を各村に拡大している。東ジャワ州は WPUT XI に属しており、全村の 28.7% にあたる 2,303 村が WPUT XI の対象エリアとされている。

4.6.2 開発戦略

インドネシアの通信サービスはすでに民営化されている。各運営業者は既存の都市開発計画・地域開発計画に基づき、顧客数とサービス普及率の拡大を目指している。

しかし近年、通信セクターにおける競争は激しくなり、各運営業者はビジョンや戦略を明かさず、事業の機密性が高くなっている。政府はマーケットを注意深く監視し、公平な競争を促し、必要であれば介入するべきである。

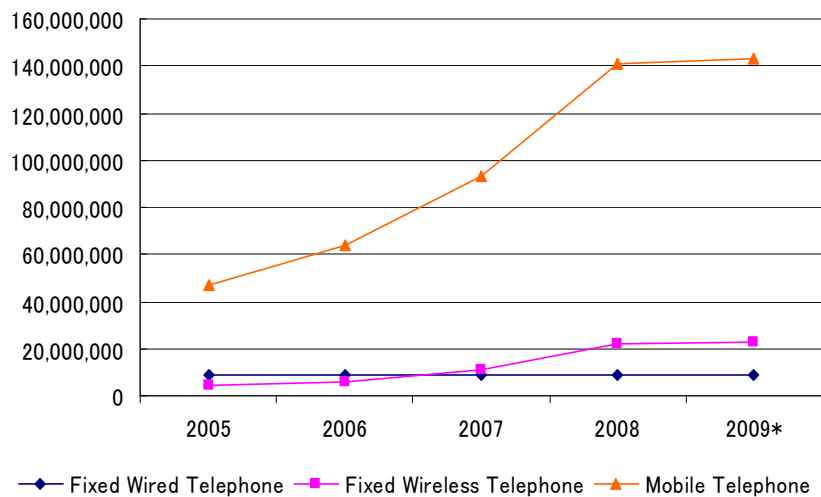


図 4.6.1 電話サービス顧客数の推移

4.7 廃棄物管理

4.7.1 現状

(1) 廃棄物の発生と収集

GKS 地域では 2007 年、350 万トンの廃棄物が出され、うち 63%が都市部、残りが農村部で発生している。廃棄物は都市部でのみ収集されており、2008 年の GKS 地域全体の収集率は 52.7%、市・郡別では最低がシドアルジョの 13.4%、最高がスラバヤの 83.4%となっている (表 4.7.1)。

(2) 廃棄物の埋立地処理とコンポスト

都市部で収集された固形廃棄物は、埋立地にて処分されるか、または堆肥化(コンポスト)される。2007 年には、99%の収集廃棄物が埋立地処分されている。

(3) 既存埋立地容量

一つ一つの埋立地の容量は限られたものであり、地方政府は新たな埋立地を確保・開発しようとしている。表 4.7.2 は、GKS 地域の各郡における既存および建設予定の埋立地を示したものである。これらの埋立地計画は、当面の廃棄物処理需要を満たしはするが、将来に向けた対策とはならず、より持続可能な廃棄物管理の方策が強く求められる¹。

(4) コンポストとリサイクル

GKS 地域の廃棄物は多量の有機物を含んでおり、コンポストに適している。スラバヤ市は 10 の廃棄物リサイクルセンターを有しており、最終処分場 (T P A) に行くごみを 20%削減することに成功している。コンポスト生産量を表 4.7.3 に示す。

表 4.7.1 GKS 地域の廃棄物発生状況

郡	総計 (トン)	都市部計 (トン)	都市部 未収集量 (トン)	都市部収集量 (トン)			収集率 (%)	農村部 (トン)
				計	埋立地	コンポスト		
シドアルジョ郡	695,959	590,173	511,090	79,083	79,083	0	13.4	105,786
モジョクルト郡	397,190	150,138	119,810	30,328	30,328	0	20.2	247,052
ラモンガン郡	483,032	66,175	57,109	9,066	8,669	397	16.8	416,857
グレシック郡	432,257	199,703	119,822	79,881	77,027	2,854	40.0	232,554
パンカラン郡	366,027	56,734	43,799	12,935	12,314	621	22.8	309,293
モジョクルト市	45,548	45,548	7,607	37,941	37,320	621	83.3	0
スラバヤ市	1,093,076	1,093,076	181,451	911,625	902,876	8,749	83.4	0
GKS地域	3,513,089	2,201,547	1,040,688	1,160,859	1,147,617	13,242	52.7	1,311,542

出典：東ジャワ州政府データ、及び州アクションプラン、PUCKTR2008 を基に JICA 調査団算出

¹ GKS 地域の地方政府は、5 年開発計画をもとに、向こう 5 年間に必要の埋立地を得ようとする。

表 4.7.2 既存の埋立地容量と拡大計画

郡	既存埋立地	中期計画	長期計画
シドアルジョ郡	7.66ha (1 箇所閉鎖済み、他数箇所も2009年までに閉鎖予定)	10ha 拡張	コンポスト施設設置 (100units)
モジョクルト郡	10.5ha (利用可能面積不明)		埋立地管理(高さ0.5~1.0m)
ラモンガン郡	6.68ha (利用可能面積不明)	1.0ha 拡張、コンポスト施設設置	埋立地インフラ建設
グレシク郡	6ha	15 ha 新規埋立地確保	
バンカラン郡	2.25ha	新埋立地への移転	インフラ改修
モジョクルト市	3.5ha (2011年までに閉鎖予定)	2.8 ha (2012年に新設)	埋立地管理の改善
スラバヤ市	37.4ha (2012年には容量限界)	15 ha 拡張(2012年から稼動)、東部に新規埋立地建設構想中	

表 4.7.3 堆肥生産

郡/市	コンポスト可能容量 (m ³ /日)	堆肥生産量 (m ³ /日)	堆肥化施設数
シドアルジョ郡	28.0	14.0	3
モジョクルト郡	15.0	5.0	1
ラモンガン郡	36.2	18.1	5
グレシク郡	59.0	25.1	3
バンカラン郡	6.5	3.3	4
モジョクルト市	5.0	2.5	2
スラバヤ市	87.5	44.6	13

出典：DKP への JICA 調査団によるヒアリングに基づき作成

4.7.2 埋立地将来需要

(1) 将来廃棄物発生量の予測

GKS 地域の固形廃棄物発生量は、2007 年には 351 万トンであったが、2030 年には 535 万トンになると予測される（表 4.7.4、図 4.7.1）。

表 4.7.4 GKS 地域固形廃棄物発生量予測

郡/市	2007	2010	2020	2030
シドアルジョ郡	695,959	758,487	994,860	1,212,730
モジョクルト郡	397,190	424,534	530,304	615,440
ラモンガン郡	483,032	496,313	605,025	668,316
グレシック郡	432,257	455,881	583,580	711,316
パンカラン郡	366,027	387,862	484,511	590,654
モジョクルト市	45,548	47,878	58,377	71,147
スラバヤ市	1,093,076	1,119,799	1,299,575	1,478,756
GKS 地域計	3,513,088	3,690,754	4,556,232	5,348,367

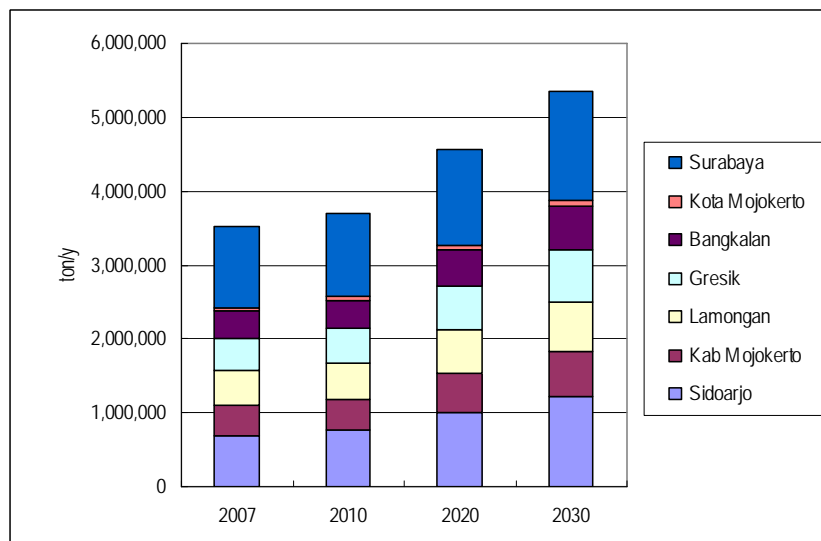


図 4.7.1 GKS 地域固形廃棄物発生量予測

(2) 3R 運動による廃棄物削減

固形廃棄物発生量の削減は、社会の将来にとり不可欠である。コミュニティを動員して 3R 運動（Reuse、Reduce、Recycling）を実施することが望まれる。3R 運動は最終処理場の面積削減にもつながる。

3R 運動の目標は表 4.7.5 のように想定される。3R 運動により、埋立地にて処分される廃棄物量は現状の 234 万トン/年から 2030 年には 159 万トン/年にまで劇的に削減可能である。

表 4.7.5 GKS 地域 3R 運動数値目標

郡/市	コンポスト率 (%)			リサイクル可能量の割合 (%)			廃棄物発生量率 (Kg/人/日)		
	最終 目標	2020	2030	最終 目標	2020	2030	2010	2020	2030
シドアルジョ郡	60	6	12	7	0.7	1.4	1.0	0.9	0.8
グレンシック郡	50	5	10	30	3.0	6.0	1.0	0.9	0.8
ラモンガン郡	70	7	14	13	1.3	2.6	1.0	0.9	0.8
モジョクルト市	75	7.5	15	10	1.0	2.0	1.0	0.9	0.8
スラバヤ市	50	5	10	30	3.0	6.0	1.1	1.0	0.9

出典：JICA 調査団

(3) 3R 運動が実施された場合の埋立地需要

表 4.7.6 に示されるように、GKS 地域、特にスラバヤ市、グレンシック郡、シドアルジョ郡では、2030 年までに広大な埋立地面積が必要となる。郡政府は中期計画にて埋立地面積を確保しようとしているが、長期の需要予測と目標を立てられていない。

最大限の努力により 3R 運動が進められない限り、GKS 地域は 1,200ha にも及ぶ広大な埋立地を用意しなければならなくなる。そして、たとえ 3R 運動が行われたとしても、970ha の埋立地が必要であり、特にスラバヤ市ではそのうち 645ha を占める。新たな埋立地の選定には、以下のようなオプションがある。選定には十分な環境調査と関係者の同意が必要である。

- 1) **低湿地エリアにおける新規埋立地:** 湿地は埋立地に適しており、スラバヤ市東部の低湿地は候補地となりうる。スラバヤ市東部のケプティ埋立地が閉鎖された後、西部のボノウォ埋立地にてスラバヤ市の全廃棄物が処分されている。ボノウォは東部地域からはかなり遠く、廃棄物を効率的に収集・移送するには、東部の埋立地が必要であると考えられる。
- 2) **埋立地の掘削:** モジョクルト市では、埋立地面積確保のため、既に捨てられた廃棄物を再度掘り返す計画を立てている。これは他の郡にも勧められる取り組みといえる。ただ問題は、どれほどの分量の廃棄物がコンポストでき、廃棄物削減に貢献できるのかという点である。

表 4.7.6 3R 運動が実施された場合の埋立地必要面積

郡・市	3R無(2010年と同じレベルの3R)のケース		3R運動後のケース		各郡・市の中 期計画におけ る埋立地面積 増加(ha)	必要面積の 既存計画面 積に対する 比率
	2010-2030 年 の累積廃棄物 量 (千トン)	必要埋立地 面積 (ha)	2010-2030 年 の累積廃棄物 量 (千トン)	必要埋立地 面積 (ha)		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(D)/(E)
シドアルジョ郡	3,505	117	2,835	95	10	10
モジョクルト郡	1,374	43	1,208	40	5	8
ラモンガン郡	601	20	522	17	1	17
グレシク郡	4,108	135	3,098	103	15	7
バンカラン郡	1,456	49	1,167	39	-	-
モジョクルト市	1,136	38	925	31	2.8	11
スラバヤ市	23,097	770	19,344	632	15	43
GKS 地域	35,118	1,171	29,100	957	49	20

出典: JICA 調査団

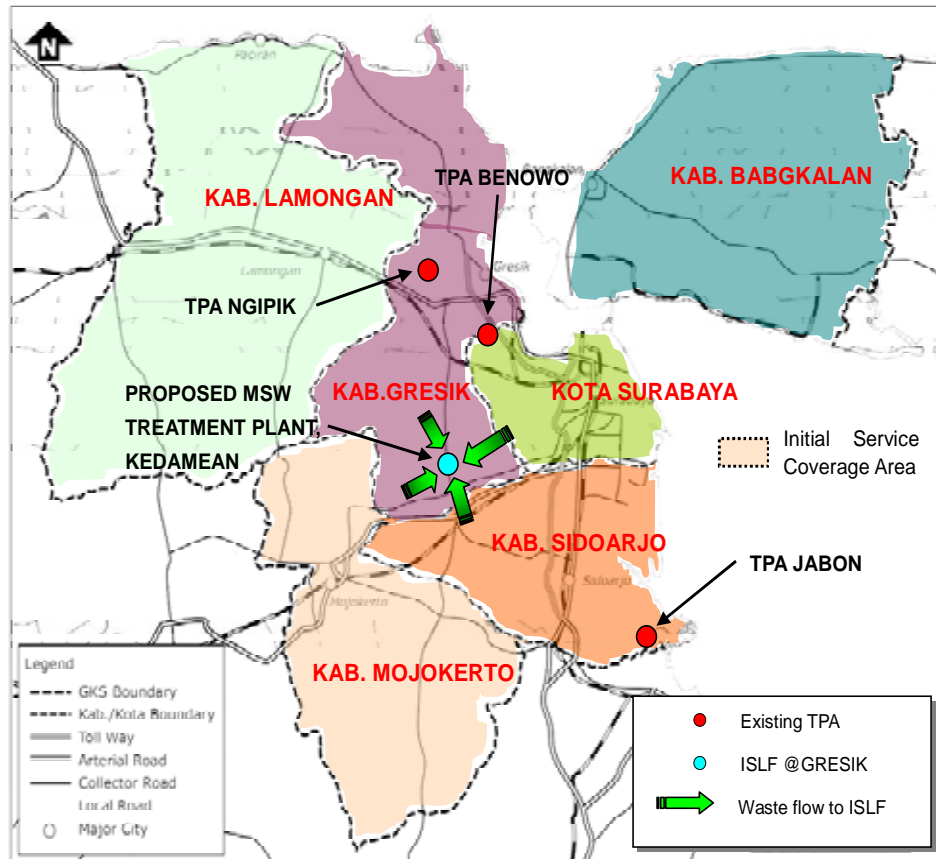
(4) 郡政府間廃棄物処理システムの採用

廃棄物管理(SWM)は、その発生源である地域を管轄する地方政府が責任を有する 경우가多いが、処分地の用地確保など、GKS 地域の廃棄物管理の複雑さを考慮すると、隣郡との協力の下に処理を行うことが効率的である。これは日本でも多く行われている取組みであり、よりよい処理施設運営と予算共有が可能になるという利点を持っている。

GKS 地域では、この仕組みを取り入れたプロジェクト「**環境リサイクルパーク (Environment Recycling Park: ERP)**」が計画されているが、用地確保の困難から難航している。東ジャワ州政府により立ち上げられたこのプロジェクトでは、郡政府間廃棄物処理システムのプロトタイプとして、グレシクのみでなく GKS 全ての郡政府による協力が求められている。

(5) 廃棄物管理運営の民営化シナリオ

埋立地用地が確保されれば、廃棄物処理施設の管理運営は、民間に任せることを提案する。この場合、サービスの価格を適切に設定することが重要となり、土地費用、処理費用、管理費用、借入の利子返済費用などを考慮しなければならない。例えば、処理費用が US\$20/トン~US\$38/トンの範囲に収まれば、埋立地の開発・管理運営を委託された民間にとって採算のとれるものとなると考えられる。



出典：東ジャワ州公共事業局居住空間計画

図 4.7.2 最終処分埋立地の計画地

4.7.3 廃棄物管理における戦略および優先的アクション

以下の戦略が実施されるべきである。

- 1) 最終処分地処理から **3R 運動**へのパラダイムシフト
-3R 運動に対するコミュニティの意識喚起・参加促進
- 2) 廃棄物管理の質とサービスの向上
-インフラの改修、規制・制度の強化、教育カリキュラム整備
- 3) 3R 運動に向けた**適切な技術**の導入
-特にリサイクルとコンポスト技術
- 4) 州政府および郡政府による**廃棄物管理データ管理システム**の改善・強化
- 5) 制度の強化
-管理、財務、情報管理、人的資源開発を含めた総合的能力開発の促進
-埋立地用地取得における郡政府間での協力の促進
-廃棄物管理サービスにおける適切な民営化スキームの模索
- 6) 埋立地依存からの脱却に向けた廃棄物削減のための**新技術**の導入（焼却技術を含む）

表 4.7.7 GKS 地域固形廃棄物マネジメント優先アクション

優先プログラム/プロジェクト		アクション	関係機関
1	既存施設・設備の改善	- 既存施設・設備の状態調査と修復計画の作成	- DKP
2	処理能力開発	- 3R 強化計画 : 廃棄/収集システム、中間処理システムの更新・修復 - 意識喚起 : 3R 運動へのコミュニティ動員 - 廃棄物削減新技術計画 : 新技術の導入 - 新埋立地計画 : 最終処理方法の開発	- BAPPEPRO - BAPPEKO - DKP - コミュニティ
3	郡政府間処理システムの開発	- 進行中の“ 環境リサイクルパーク (ERP) ”プロジェクトの促進 - プロジェクト調整委員会の設置	- BAPPEPRO - BAPPEKO - BAPPEDA
4	廃棄物管理情報ネットワークシステムの開発	- 郡政府の協力の下での、州政府における廃棄物管理データベースの構築 - 中央政府からの技術協力とドナーによる協力	- BAPPEPRO - PUCKTR - DKP
5	制度強化	- 制度強化 - 市民意識喚起プログラム	- BAPPEDA - BAPPKO
	GKS 地域廃棄物管理マスタープランの作成	- 長期的解決策の模索	- DKP - BAPPEKO

出典: JICA 調査団