

POLA PEMAKAIAN DAN DISTRIBUSI GAS BUMI DI INDONESIA PADA PERIODE PEMBANGUNAN TAHAP KEDUA

Oleh:
Drs. Setiadi D. Notohamijoyo^{*)}
Ir. Agus Sugiyono^{*)}

ABSTRAK

Minyak dan gas bumi masih sangat berperan dalam pembangunan nasional. Meskipun demikian, pemerintah mengusahakan pengurangan pemakaian minyak bumi untuk konsumsi dalam negeri dan meningkatkan peranan gas bumi.

Supaya dapat memanfaatkan gas bumi secara tepat, perlu dilakukan optimasi. Dalam makalah ini dibahas optimasi tentang pemakaian gas bumi serta distribusi gas bumi menggunakan jaringan pipa dengan menggunakan Model MARKAL.

I. PENDAHULUAN

Minyak dan gas bumi masih berperan besar dalam pembangunan nasional dewasa ini, baik sebagai sumber pendapatan negara maupun sebagai sumber devisa. Oleh karena itu, pemerintah terus meningkatkan kemampuan produksi minyak dan gas bumi serta terus menerus berusaha meningkatkan penemuan cadangan baru.

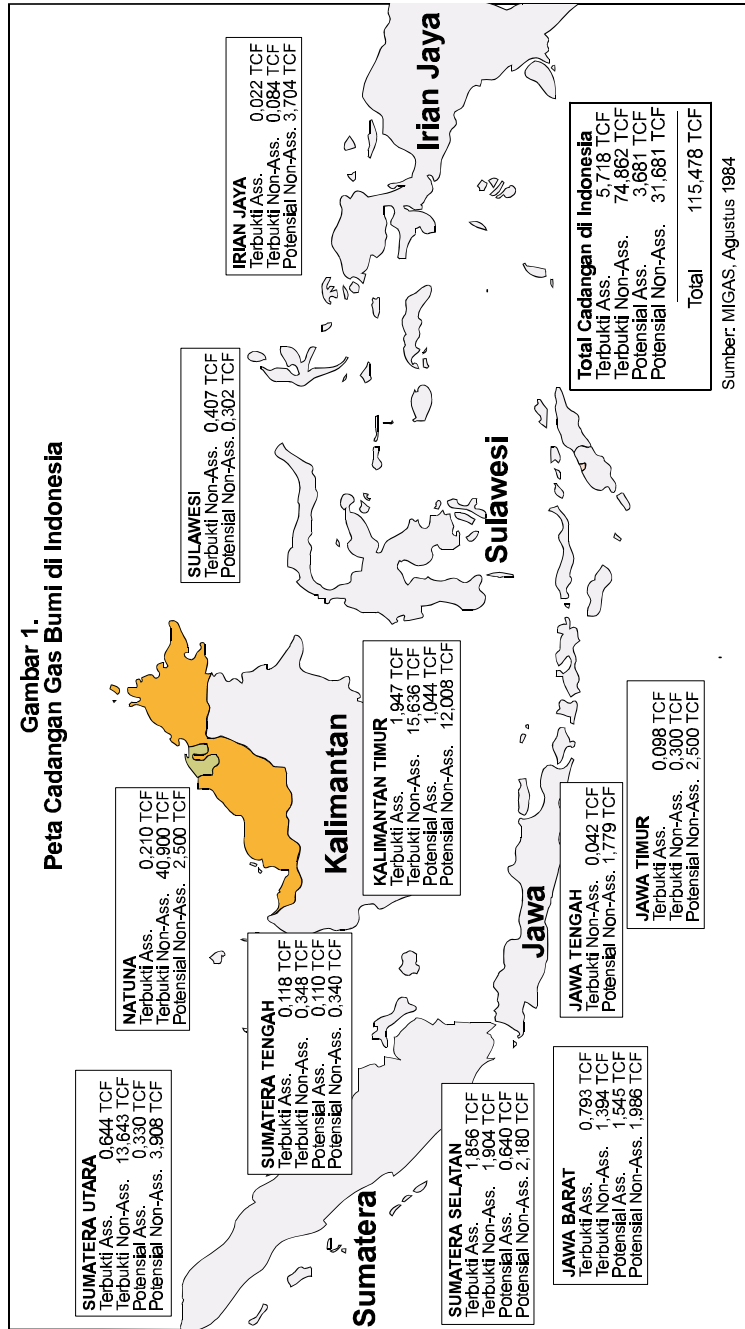
Dalam memanfaatkan minyak bumi dan gas bumi diperlukan kebijaksanaan yang menyeluruh dan terpadu. Untuk minyak bumi, diambil langkah penghematan dalam pemakaian dalam negeri. Sedangkan gas bumi berangsur-angsur ditingkatkan peranannya.

Pemakaian gas bumi dalam PELITA V diharapkan naik 71,7 % yaitu dari 55,2 juta SBM menjadi 94,8 juta SBM. Gas bumi ini dipakai untuk memenuhi kebutuhan masyarakat termasuk pembangkit listrik, bahan bakar, dan bahan baku khususnya industri petrokimia. Sebagai bahan bakar, gas bumi mempunyai sifat yang baik yaitu bersih pembakarannya sehingga tidak menyebabkan pencemaran udara.

II. CADANGAN GAS BUMI

Indonesia merupakan salah satu negara yang berpotensi dalam produksi gas bumi. Hal ini terlihat dari nilai cadangan terbukti untuk tahun 1984 berjumlah 80,58 trilyun kaki kubik yang terdiri atas cadangan gas *non-associated* sebesar 74,862 trilyun kaki kubik dan cadangan gas *associated* yang berjumlah 5,718 trilyun kaki kubik. Di samping cadangan terbukti, masih ada cadangan potensial sebesar 34,898 trilyun kaki kubik yang terdiri atas cadangan *non-associated* sebesar 31,217 trilyun kaki kubik dan cadangan *associated* sebesar 3,681 trilyun kaki kubik. Keseluruhan cadangan ditunjukkan pada Gambar 1.

^{*)}Anggota Tim Model Energi BPPT



III. POLA PEMAKAIAN GAS BUMI

Model MARKAL adalah suatu model yang dapat melakukan optimasi penyediaan energi termasuk di dalamnya jenis sumber energi, sistem transformasi, teknologi pengolahan dan konversi serta *demand device* dengan metode *linear programming*. Sehingga Model MARKAL dapat digunakan untuk memproyeksikan pemakaian gas bumi dan distribusinya serta melakukan optimasi.

Hasil-hasil optimasi yang dibahas dalam makalah ini untuk skenario tinggi dan *discount rate* 10 % serta dengan fungsi obyektif meminimumkan biaya penyediaan energi. Sedangkan periode pembangunan tahap kedua hanya dibahas sampai REPELITA IX sesuai dengan hasil studi Model MARKAL.

3.1. Proyeksi Penyediaan Gas Bumi

Penyediaan gas bumi di Indonesia pada periode pembangunan tahap kedua rata-rata sebesar 2317,17 PJ tiap tahunnya. Pada REPELITA VII terjadi kenaikan sebesar 20 % dan pada REPELITA VIII kenaikannya sebesar 3 %, sedangkan pada REPELITA IX akan menurun sebesar 1 %. Hal ini disebabkan berkurangnya cadangan gas bumi. Daerah produksi gas bumi paling besar berasal dari Sumatera diikuti Kalimantan dan Jawa. Untuk pulau lain pangsa produksinya masih sangat kecil tetapi produksinya terus naik rata-rata 31,5 % pada tiap REPELITA. Produksi gas bumi di Sumatera sudah termasuk yang di Pulau Natuna.

3.2. Proyeksi Pemakaian Gas Bumi

Pemakaian gas di Indonesia sampai dengan tahun 2014 sebesar 2.147,10 PJ per tahun. Kenaikan yang paling besar terjadi pada REPELITA VI sebesar 20,84 %. Pada akhir periode pembangunan tahap kedua ada penurunan sebesar 0,64 %

Tabel 1.
Produksi Gas Bumi di Indonesia pada Periode Pembangunan
Tahap Kedua (dalam PJ/tahun)

No	PELITA Daerah	VI	VII	VIII	IX
1.	Pulau Jawa	222,84	230,36	236,05	161,31
2.	Pulau Sumatera	1.201,51	1.248,85	1.326,42	1.820,72
3.	Pulau Kalimantan	558,43	904,04	893,00	448,00
4.	Pulai Lain	2,72	3,58	4,70	6,15
	Total	1.985,50	2.386,83	2.460,17	2.436,18

Pemakaian gas bumi yang terbesar digunakan di sektor *LNG Plant* sebesar 58,47 % dari seluruh pemakaian gas bumi. Tiap PELITA pemakaian gas pada *LNG Plant* mengalami pertumbuhan 1,80 %. Tetapi pada akhir periode pembangunan tahap kedua ini, yakni pada REPELITA VIII dan REPELITA IX mengalami penurunan sebesar 6,16 % dan 2,16 %.

Sektor industri pupuk merupakan pemakai gas bumi terbesar kedua setelah LNG. Sektor ini menyerap gas sebesar 291,46 PJ per tahun atau sebesar 13,57 % dari jumlah keseluruhan kebutuhan gas bumi. Industri pupuk campuran ini dari PELITA ke PELITA mengalami pertumbuhan sebesar 17,90 % dan kenaikan terbesar terjadi pada akhir periode pembangunan tahap kedua yakni sebesar 18,48 %.

Tabel 2.
Pola Pemakaian Gas Bumi di Indonesia
(PJ/tahun)

No.	PELITA Pemakaian	VI	VII	VIII	IX
1.	<i>LPG Plant</i>	75,61	86,63	90,32	100,24
2.	<i>LNG Plant</i>	1.228,94	1.327,62	1.245,86	1.218,89
3.	Pembangkit Listrik Turbin Gas	53,36	69,44	74,47	117,57
4.	Pembangkit Listrik <i>Gas Combined Cycle</i>	166,63	356,74	395,94	264,81
5.	Industri Logam Dasar	58,79	78,69	102,23	132,68
6.	Industri Pupuk	224,42	263,12	310,46	367,85
7.	Industri Semen	7,57	9,19	11,14	13,61
8.	Katalisator <i>Hydrocracker</i>	8,99	8,99	8,49	8,99
9.	Pemanas Langsung di Sektor Industri	4,48	5,72	1,83	1,46
10.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Industri	1,60	2,03	2,62	3,18
11.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Komersial	0,16	0,20	0,26	0,32
12.	Pemanas Langsung di Sektor Rumah Tangga	0,52	0,52	0,00	0,00
13.	<i>Non Substitute, Feed-stock & Lube Oil</i>	18,69	18,68	18,68	18,68
	Total	1.849,76	2.227,57	2.262,80	2.248,28

Pembangkit listrik *gas combined cycle* memerlukan gas bumi sebesar 296,03 PJ per tahun atau sebesar 13,79 % dari jumlah keseluruhan kebutuhan gas bumi di Indonesia. Kebutuhan gas bumi untuk sektor ini dimulai pada REPELITA VI. Besarnya pemakaian pada pembangkit listrik *gas combined cycle* pada REPELITA VI sebesar 166,63 PJ dengan pertumbuhan tiap REPELITA sebesar 16,70 %, pada REPELITA IX ada penurunan sebesar 33,11 %.

Gas bumi yang dipakai pada sektor industri logam dasar hampir sama dengan pemakaian gas pada sektor LPG. Pemakaian rata-rata gas

pada sektor industri logam dasar sebesar 93,09 PJ per tahun atau sebesar 4,33 % dari jumlah pemakaian gas. Kenaikan rata-rata pemakaian gas pada sektor ini sebesar 31,18 %. Kenaikan terbesar terjadi pada REPELITA VII yakni sebesar 33,85 %. Sedangkan untuk sektor LPG dibutuhkan gas sebesar 4,12 % dari jumlah pemakaian gas bumi di Indonesia. Rata-rata kenaikan pemakaian gas bumi untuk sektor LPG sebesar 9,90 % dengan kenaikan pemakaian terbesar terjadi di PELITA V yakni sebesar 14,57 %.

Pemakaian gas bumi di Indonesia, menurut besar pemakaiannya dapat dibagi menjadi empat daerah pemakaian yakni Jawa, Sumatera, Kalimantan dan pulau lainnya.

3.2.1. Pemakaian Gas Bumi di Jawa

Di Jawa dibutuhkan gas sebesar 462,86 PJ tiap tahunnya atau merupakan 21,56 % dari jumlah kebutuhan gas di Indonesia pada periode pembangunan tahap kedua. Kebutuhan gas di Jawa merupakan yang ketiga terbesar setelah Sumatera dan Kalimantan. Rata-rata kebutuhan gas di Pulau Jawa termasuk cukup besar yakni sebesar 25,02 % dari total kebutuhan gas di Indonesia. Pada akhir periode pembangunan tahap kedua terjadi penurunan sebesar 17,83 %.

Sektor yang terbesar memakai gas bumi di pulau Jawa ada di sektor pembangkit listrik *gas combined cycle* sebesar 296,03 PJ per tahun atau sebesar 63,64 % dari jumlah seluruh kebutuhan gas di Pulau Jawa yang akan dimulai pada REPELITA VI. Walaupun kenaikan rata-rata kebutuhan gas bumi sebesar 30,65 % tetapi pada akhir pembangunan tahap kedua REPELITA IX ada penurunan sebesar 33,12 %.

Industri logam dasar merupakan sektor pemakai gas bumi terbesar setelah pembangkit listrik *combined cycle* yakni sebesar 20,11 %. Kenaikan rata-rata pemakaian gas bumi pada industri logam dasar ini besarnya 31,18 %. Lonjakan kenaikan terbesar terjadi pada

REPELITA VII dengan kenaikan pemakaian gas sebesar 33,85 %. Di pulau Jawa gas yang dipakai untuk LPG tidak terlalu banyak dan hanya dipakai 4,25 % saja dari total kebutuhan gas di Jawa. Walaupun begitu sektor ini menempati urutan ketiga besar dalam pemakaian gas bumi. Pada REPELITA VII ada kenaikan sebesar 38,33 %, sedangkan pada REPELITA IX ada penurunan sebesar 50,80 %. Hasil LPG sebagian diekspor, sebagian *LPG recovery* digunakan untuk pemanas di sektor industri maupun komersial.

Tabel 3.
Pemakaian Gas Bumi di Jawa

No.		Pemakaian Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	<i>LPG Plant</i>	16,28	22,52	26,69	13,13
2.	Pembangkit Listrik Turbin Gas	6,56	7,84	9,36	11,17
3.	Pembangkit Listrik <i>Gas Combined Cycle</i>	166,63	356,74	395,94	264,81
4.	Industri Logam Dasar	58,79	78,69	102,23	132,68
5.	Industri Pupuk	23,10	27,08	31,95	37,86
6.	Industri Semen	7,57	9,19	11,14	13,61
7.	Pemanas Langsung di Sektor Industri	3,86	4,93	1,02	0,98
8.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Industri	1,23	1,57	2,03	2,59
9.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Komersial	0,11	0,14	0,18	0,22
10.	Pemanas Langsung di Sektor Rumah Tangga	0,52	0,52	0,00	0,00
	Total	284,65	509,22	580,54	477,05

3.2.2. Pemakaian Gas Bumi di Sumatera

Pemakaian gas di Sumatera mencapai 4 kali lebih besar dari pemakaian di Jawa. Jumlah pemakaian gas sebesar 1.216,32 PJ per tahun dan merupakan pemakai gas terbesar bila dibandingkan dengan

daerah lain. Jumlah gas yang dipakai di Sumatera sebesar 56,65 % dari jumlah gas yang dipakai di seluruh Indonesia.

Gas di Sumatera paling banyak digunakan untuk sektor *LNG Plant* yakni sebesar 977,78 PJ per tahun atau 80,39 % dari total pemakaian gas di Sumatera. Kenaikan rata-rata pemakaian gas untuk sektor ini sebesar 11,93 %. Hasil *LNG Plant* seluruhnya diekspor.

Tabel 4.
Pemakaian Gas Bumi di Sumatera

No.		Pemakaian Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	<i>LPG Plant</i>	38,69	44,05	44,05	68,00
2.	<i>LNG Plant</i>	898,47	898,47	895,31	1.218,89
3.	Pembangkit Listrik Turbin Gas	30,45	40,08	36,82	69,82
4.	Katalisator <i>Hydrocracker</i>	4,99	4,99	4,99	4,99
5.	Industri Pupuk	107,79	126,38	149,12	176,69
6.	Pemanas Langsung di Sektor Industri	0,45	0,57	0,53	0,12
7.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Industri	0,18	0,23	0,29	0,26
8.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Komersial	0,02	0,03	0,04	0,05
9.	Pemanas Langsung di Sektor Rumah Tangga	0,01	0,01	0,01	0,01
	Total	1.081,05	1.114,71	1.131,16	1.538,24

Industri pupuk banyak juga memakai gas dan menempati urutan kedua dalam pemakaian gas. Besar pemakaian gas untuk sektor industri pupuk sebesar 11,51 % dari total pemakaian gas di Sumatera dengan pertumbuhan pemakaian sebesar 17,91 %.

LPG Plant memakai gas sebesar 4,00 % dari total pemakaian gas Sumatera dengan pertumbuhan sebesar 22,74 %. Pemakaian gas pada

LPG Plant dimulai REPELITA V dan akan terjadi kenaikan terbesar yaitu 54,37 % pada REPELITA IX.

Pembangkit listrik turbin gas memakai gas sebesar 3,63 % dari pemakai total di Sumatera. Apalagi seperti diketahui bahwa makin lama kebutuhan listrik semakin meningkat. Pertumbuhan pemakaian gas untuk sektor ini sebesar 37,17 %.

3.2.3. Pemakaian Gas Bumi di Kalimantan

Untuk periode pembangunan tahap kedua, di Kalimantan dibutuhkan 463,65 PJ tiap tahun. Dilihat dari jumlah kebutuhan gas, Kalimantan merupakan kedua terbesar setelah Sumatera dalam pemakaian gas, dengan besar 21,59 % dari seluruh kebutuhan energi gas di Indonesia.

Seperti di Sumatera, di Kalimantan pun yang paling banyak membutuhkan gas adalah sektor *LNG Plant*, yakni sebesar 277,54 PJ per tahun atau 59,86 % dari jumlah keseluruhan gas yang diperlukan di Kalimantan. Kenaikan rata-rata kebutuhan di sektor ini sebesar 3,85 % dan pada akhir periode pembangunan tahap kedua terjadi penurunan. Penurunan ini terjadi pada PELITA V sebesar 18,31 %.

Industri pupuk seperti di Sumatera merupakan sektor terbanyak yang menggunakan gas setelah *LNG Plant*. Untuk sektor ini dibutuhkan 121,47 PJ tiap tahun atau sebesar 26,20 % dari total kebutuhan gas di Kalimantan. Pertumbuhan kebutuhan gas pada sektor ini sebesar 17,90 % dan kenaikan terbesar terjadi pada REPELITA IX yakni 18,48 %. Hasil *LPG recovery* digunakan untuk ekspor, pemanasan langsung sektor industri, pemanasan tak langsung sektor komersial, dan tungku LPG.

Tabel 5.
Pemakaian Gas Bumi di Kalimantan

No.		Pemakaian Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	<i>LPG Plant</i>	20,64	20,06	19,58	19,11
2.	<i>LNG Plant</i>	330,47	429,15	350,55	0,00
3.	Pembangkit Listrik Turbin Gas	13,87	18,25	24,00	31,53
4.	Industri Pupuk	93,53	109,66	129,39	153,30
5.	Katalisator <i>Hydrocracker</i>	4,00	4,00	4,00	4,00
6.	Pemanas Langsung di Sektor Industri	0,04	0,05	0,06	0,08
7.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Industri	0,10	0,12	0,16	0,15
8.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Komersial	0,01	0,01	0,01	0,01
9.	<i>Non Substitute, Feed-stock & Lube Oil</i>	18,69	18,68	18,68	18,68
	Total	481,35	599,98	546,43	226,87

Pembangkit listrik turbin gas di Kalimantan semakin dituntut dari REPELITA ke REPELITA mengingat meningkatnya kebutuhan listrik. Pemakaian gas di sektor ini sebesar 4,73 % dari pemakaian total gas di Kalimantan. Pertumbuhan pemakaian gas pada sektor pembangkit listrik turbin gas sebesar 31,49 %.

3.2.4. Pemakaian Gas Bumi di Pulau Lain

Penggunaan gas di Luar Jawa, Sumatera, dan Kalimantan sangat sedikit. Dalam setahun dipakai rata-rata gas sebesar 4,26 PJ atau hanya sebesar 0,20 % dari seluruh pemakaian gas di Indonesia. Pemakaian gas dipakai untuk pembangkit listrik turbin gas, pemanasan langsung di sektor industri, pemanasan tak langsung di sektor industri, dan pemanasan tak langsung di sektor komersial. Sebagian besar dari gas ini dipakai untuk pembangkit listrik turbin gas.

Tabel 6.
Pemakaian Gas Bumi di Pulau Lain

No.		Pemakaian Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	Pembangkit Listrik Turbin Gas	2,48	3,27	4,29	5,64
2.	Pemanas Langsung di Sektor Industri	0,13	0,17	0,22	0,28
3.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Industri	0,09	0,11	0,14	0,18
4.	Pemanas Tak Langsung di Sektor Komersial	0,02	0,02	0,03	0,03
	Total	2,72	3,57	4,68	6,13

IV. DISTRIBUSI GAS BUMI

Cadangan dan pemakaian gas bumi tersebar di seluruh Indonesia, supaya dapat memanfaatkan secara tepat perlu adanya sistem distribusi. Dalam Model MARKAL, sistem distribusi gas bumi menggunakan jaringan pipa. Ada empat macam jaringan gas bumi yang digunakan, yaitu: jaringan pipa antar pulau, jaringan pipa regional, jaringan pipa ke konsumen utama, dan jaringan gas kota.

4.1. Jaringan Pipa Antar Pulau

Keseluruhan jaringan pipa gas antar pulau yang ada dan banyaknya gas yang didistribusikan ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7.
Pemakaian Pipa Antar Pulau

No.		Pemakaian Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	Natuna – Batam	117,16	131,95	159,92	159,92
2.	Batam – Singapura	103,10	116,12	140,73	140,73
3.	Kalimantan – Jawa Timur	66,62	286,73	329,57	213,18
4.	Jawa Timur – Jawa Barat	72,38	225,95	225,95	97,75
5.	Natuna – Singapura	0,00	0,00	41,35	221,16
6.	Singapura – Sumatera	0,00	0,00	25,11	201,32
7.	Sumatera – Jawa	0,00	0,00	22,74	109,57

Jaringan pipa Natuna – Batam – Singapura mulai beroperasi pada awal PELITA V. Jaringan ini dalam Model MARKAL sudah *fixed bounds* karena adanya kebijaksanaan dari pemerintah untuk mewujudkan jaringan ini. Pada awal REPELITA VII permintaan gas bumi untuk Jawa semakin besar sehingga diperlukan jaringan pipa dari Kalimantan ke Jawa Timur dan masing-masing pipa dengan diameter 36 inci. Untuk jangka panjang diperlukan tambahan jaringan pipa dari Natuna lewat Singapura dengan mempergunakan pipa berdiameter 42 inci dan dari Sumatera ke Jawa dengan pipa 36 inci.

4.2. Jaringan Pipa Regional

Hasil-hasil optimasi dari jaringan pipa regional ditunjukkan pada Tabel 8. Dalam kenyataannya jaringan ini amat kompleks dan tidak sama satu dengan yang lainnya. Untuk jaringan Jawa Tengah ke Jawa Barat tidak mengalami pertumbuhan. Sedangkan Sumatera pada

REPELITA VII gas bumi yang didistribusikan naik sebesar 2 % terhadap PELITA sebelumnya. Pada REPELITA VIII dan REPELITA IX naik sebesar 19 % dan 35 %. Untuk Kalimantan pada REPELITA VII terjadi kenaikan sebesar 26 % dan tetap pada REPELITA VIII serta terjadi penurunan sebesar 69 % pada REPELITA IX. Untuk pulau lain, kenaikan rata-rata tiap REPELITA sebesar 28,5 %.

Tabel 8.
Jaringan Pipa Regional

No.	Jaringan Pipa	Besar Gas Bumi Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	Jawa Tengah – Jawa Barat	95,00	95,00	95,00	95,00
2.	Pulau Sumatera	809,06	830,48	672,18	435,77
3.	Pulau Kalimantan	455,95	573,15	573,12	179,83
4.	Pulau Lain	0,24	0,31	0,40	0,51

4.3. Jaringan Pipa Ke Konsumen Utama

Jaringan pipa untuk memenuhi konsumen yang memerlukan gas bumi dalam jumlah besar digunakan jaringan pipa ke konsumen utama. Di Jawa gas bumi yang didistribusikan rata-rata tiap REPELITA naik sebesar 26,6 %. Di Sumatera naik sebesar 16,6 %, di Kalimantan naik sebesar 14,9 % dan di pulau lain naik sebesar 27,6 % tetapi gas bumi yang didistribusikan sangat kecil.

Tabel 9.
Jaringan Pipa ke Konsumen Utama

No.	Jaringan Pipa	Besar Gas Bumi Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	Pulau Jawa	93,20	120,12	148,55	187,94
2.	Pulau Sumatera	113,42	132,18	154,95	182,09
3.	Pulau Kalimantan	116,36	132,53	152,31	176,23
4.	Pulau Lain	0,23	0,28	0,37	0,48

4.4. Jaringan Pipa Gas Kota

Jaringan pipa untuk gas kota di Pulau Jawa sudah dimulai pada PELITA V dan pada REPELITA VIII sudah tidak ekonomis lagi. Untuk Pulau Sumatera pada periode pembangunan tahap kedua tidak mengalami pertumbuhan. Sedangkan jaringan pipa gas kota untuk pulau lain mulai beroperasi pada REPELITA VIII dan untuk Pulau Kalimantan belum diperlukan. Gas kota ini digunakan untuk sektor industri, komersial, dan untuk keperluan rumah tangga.

Tabel 10.
Jaringan Pipa Regional

No.	Jaringan Pipa	Besar Gas Bumi Tiap Repelita (PJ/tahun)			
		VI	VII	VIII	IX
1.	Pulau Jawa	2,50	2,50	0,00	0,00
2.	Pulau Sumatera	0,03	0,03	0,03	0,03
3.	Pulau Kalimantan	0,00	0,00	0,00	0,00
4.	Pulau Lain	0,00	0,02	0,02	0,02

V. PENUTUP

Pola pemakaian gas bumi akan berbeda-beda tergantung daerahnya. Di Sumatera dan Kalimantan gas bumi sebagian besar digunakan untuk *LNG Plant*. Di Jawa sebagian besar digunakan di sektor industri dan pembangkit listrik *gas combined cycle*. Jawa merupakan pasar yang potensial untuk konsumsi gas bumi di luar keperluan produksi LNG. Sedangkan pulau lain paling besar digunakan untuk pembangkit listrik gas turbin.

Kenaikan permintaan gas bumi di Jawa dan keterbatasan cadangan gas bumi di Jawa menyebabkan diperlukannya distribusi gas bumi dari Kalimantan Timur ke Jawa Timur dengan mempergunakan jaringan pipa. Bersamaan dengan itu diperlukan juga jaringan pipa yang menghubungkan Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat.

Untuk keperluan ekspor gas bumi digunakan jaringan pipa Natuna – Batam – Siungapura. Untuk jangka panjang diperlukan jaringan pipa dari Natuna langsung ke Singapura dan dari Sumatera ke Jawa. Disamping jaringan pipa antar pulau tersebut diperlukan jaringan pipa regional, jaringan pipa ke konsumen besar, serta jaringan pias gas kota.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Kebijakan Umum Bidang Energi, BAKOREN, Jakarta, 1 April 1989.
2. *Energy Strategies, Energy R+D Strategies, Technology Assessment for Indonesia: Optimal Result*, BPP Teknologi - KFA, Mei 1988.
3. *Energy Strategies, Energy R+D Strategies, Technology Assessment for Indonesia: The Indonesian Gas Sector*, BPP Teknologi - KFA, Januari 1988.
4. *Energy Strategies, Energy R+D Strategies, Technology Assessment for Indonesia: MARKAL Report Listing*, BPP Teknologi - KFA, Januari 1988.
5. Buku Tahunan Pertambangan Indonesia, Departemen Pertambangan dan Energi Republik Indonesia, 1985, 1986, 1987.

Published Paper

1. Agus Sugiyono, *Renewable Energy Development Strategy in Indonesia: CDM Funding Alternative*, Proceeding of the 5th Inaga Annual Scientific Conference and Exhibition, p. 64-69, ISBN 979-8918-28-2, Yogyakarta, 7-10 March 2001.
2. Agus Sugiyono, *Indikator Pembangunan Sektor Tenaga Listrik yang Berkelanjutan*, dalam Aryono, N.A. dkk., Editor, *Pengelolaan dan Pemanfaatan Energi dalam Mendukung Pembangunan Nasional Berkelanjutan*, hal. 150-155, ISBN 979-95499-1-1, BPPT, Jakarta, 2000.
3. M. Sidik Boedoyo dan Agus Sugiyono, *Optimasi Suplai Energi dalam Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik Jangka Panjang di Indonesia*, dalam Wahid, L.O.M.A. dan E. Siregar, Editor, *Pengaruh Krisis Ekonomi terhadap Strategi Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang*, hal. 19-23, ISBN 979-95999-0-3, BPPT, Jakarta, 2000.
4. Agus Sugiyono, *Prospek Penggunaan Teknologi Bersih untuk Pembangkit Listrik dengan Bahan Bakar Batubara di Indonesia*, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.1, No.1, hal. 90-95, ISSN 141-318X, BPPT, Jakarta, Januari 2000
5. Agus Sugiyono, *Pengembangan Industri Padat Energi di DAS Mamberamo sebagai Pusat Pertumbuhan Ekonomi di Kawasan Timur Indonesia*, Prosiding Teknologi, Ekonomi dan Otonomi Daerah, hal. 2-89 - 2-96, ISBN 979-9344-01-8, BPPT, Jakarta, 1999.
6. Agus Sugiyono, *Energy Supply Optimization with Considering the Economic Crisis in Indonesia*, Proceeding of the 8th Scientific Meeting, p. 65-68, ISSN 0918-7685, Indonesia Student Association in Japan, Osaka, September 1999.
7. Agus Sugiyono, *Permintaan dan Penyediaan Energi Berdasarkan Kondisi Perekonomian di Indonesia dengan Menggunakan Model Nonlinear Programming*, Majalah Ilmiah Analisis Sistem, No. 12, Tahun VI, ISSN 0854-9117, BPPT, Jakarta, 1999.
8. Agus Sugiyono, *Kendali Sistem Energi untuk Pertanian Rumah Kaca*, Prosiding Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumentasi pada Pertanian, hal. S5-5.1 - S5-5.4, ISBN 979-8263-19-7, MASDALI - BPPT, Oktober 1998.
9. Agus Sugiyono, *Social, Economic, and Culture Aspects for Mamberamo RCA Development*, Mamberamo Now Quarterly Newsletter, Vol.2, No.3, ISSN 1410-5578, October 1998, MIC.
10. Agus Sugiyono, *Assessment of Environmental Impact in Upstream Mamberamo*, Mamberamo Now Quarterly Newsletter, Vol.2, No.2, ISSN 1410-5578, July 1998, MIC.
11. Agus Sugiyono, *Strategi Penggunaan Energi di Sektor Transportasi*, Majalah BPP Teknologi, No. LXXXV, hal 34-40, ISSN 0216-6569, Mei 1998, Penerbit BPPT.
12. Agus Sugiyono, *Overview of Nickel Industry in Indonesia*, Mamberamo Now Quarterly Newsletter, Vol.2, No.1, ISSN 1410-5578, April 1998, MIC.
13. Agus Sugiyono, *Teknologi Turbin Gas/Gasifier Biomasa Terintegrasi untuk Industri Gula*, Prosiding Energi Terbaru dan Efisiensi Energi, DJLPE dan BPPT, hal. 28 - 41, ISBN 979-95441-0-6, Januari 1998.
14. Agus Sugiyono, *Hydroelectric Potentials in Mamberamo 1, Mamberamo 2, and Edi Valen*, Mamberamo Now Quarterly Newsletter, Vol.1, No.3, October 1997, MIC.
15. Agus Sugiyono, *Mamberamo Related Information on the WEB*, Mamberamo Now Quarterly Newsletter, Vol.1, No.2, July 1997, MIC.
16. Agus Sugiyono, *Teknologi Daur Kombinasi Gasifikasi Batubara Terpadu*, Prosiding Hasil-hasil Lokakarya Energi 1996, KNI WEC, Oktober 1996.
17. Agus Sugiyono, *Proses Hydrocarb untuk Biomas dan Bahan Bakar Fosil*, INNERTAP-Indonesia, DJLPE, September 1995.
18. Agus Sugiyono and Shunsuke Mori, *Energy-Economy Model to Evaluate the Future Energy Demand-Supply in Indonesia*, The Institute of Energy and Resource, Japan, Januari 1995. (+GAMS Source Program)
19. Agus Sugiyono and Shunsuke Mori, *Integrated Energy System to Improve Environmental Quality in Indonesia*, The Institute of Instrumentation and Control System, Japan, Oktober 1994.
20. Agus Sugiyono, *Prospek Pembangkit Listrik Daur Kombinasi Gas untuk Mendukung Diversifikasi Energi*, Komite Nasional Indonesia, World Energy Council, Juli 1991.

21. Setiadi Indra D.N. dan Agus Sugiyono, *Pola Pemakaian dan Distribusi Gas Bumi di Indonesia pada Periode Pembangunan Tahap Kedua*, Komite Nasional Indonesia, World Energy Council, Juni 1990.
22. Agus Sugiyono, *Proyeksi Pemanfaatan Gas Alam untuk Pembangkit Tenaga Listrik*, BPP Teknologi, Januari 1990.
23. Agus Sugiyono, *Model Komputer Pertumbuhan Ekonomi Makro dengan Menggunakan Bahasa Pascal*, Biro Hukum dan Humas, Deputi Bidang Administrasi, BPP Teknologi, Januari 1990.

Technical Note

1. Agus Sugiyono, *Pembuatan, Pemasangan dan Pengoperasian Tungku Perlakuan Panas untuk Pande Besi*, Laporan Teknis, Maret 2000.
2. Agus Sugiyono, *Studi Pendahuluan untuk Analisis Energi-Exergi Kota Jakarta*, Laporan Teknis, Maret 2000.
3. Agus Sugiyono, *Sistem Informasi Pengembangan PLTA Mamberamo di Internet*, Laporan Teknis, Desember 1999.
4. M Sidik Boedoyo, Endang Suarna, and Agus Sugiyono, *Case Studies on Comparing Sustainable Energy Mixes for Electricity Generation in Indonesia*, Presented at Co-ordination Research Project Meeting on Case Study to Assess and Compare Different Sources in Sustainable Energy and Electricity Supply Strategies, Zurich, Switzerland, 14-16 December 1999.
5. Agus Sugiyono dan M. Sidik Boedoyo, *Perubahan Pola Penggunaan Energi dan Perencanaan Penyediaan Energi*, submitted, KNI-WEC, 1999.
6. Agus Sugiyono, *Aspek-Aspek dalam Desain PLTA Mamberamo*, Laporan Teknik, Pebruari 1999.
7. Agus Sugiyono, *Prospek Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Skala Besar Mamberamo I, Mamberamo II, dan Edi Vallen di Irian Jaya*, Laporan Teknik, Pebruari 1999.
8. Agus Sugiyono, La Ode M.A. Wahid, Irawan Rahardjo, and Farid S. Kresna, *Electricity Planning in Indonesia using DECADES Tools*, Presented at IAEA Regional Training Course on Comparative Assessment of Nuclear Power & Other Energy Sources in Support of Sustainable Energy Developments, 8 June - 3 July 1998, Taejon, Korea.
9. Agus Sugiyono and Dadang Hilman, *Mitigation of GHGs from Energy and Forestry Sector in Indonesia*, Presented at Climate Change Mitigation in Asia and Financing Mechanism Conference, UNEP-GEF-World Bank, Goa, India, 4-6 May 1998.
10. Agus Sugiyono, *Perencanaan Energi Nasional dengan Model MARKAL*, Laporan Teknis, Desember 1997.
11. Abubakar Lubis and Agus Sugiyono, *DECADES Tool to Make Comparative Assessment of Electricity Generation in Indonesia*, Presented at Review of Experience in Using the Agency's Databases and Software Packages for Assessment of Nuclear and Other Energy Systems, Argonne National Laboratory, USA, 2-13 December 1996.
12. Abubakar Lubis and Agus Sugiyono, *Overview of Energy Planning in Indonesia*, Presented at Technical Committee Meeting to Assess and Compare the Potential Role of Nuclear Power and Other Options in Allevating Health and Environmental Impacts from Electricity Generation, IAEA, Vienna 14 - 16 October 1996.
13. Agus Sugiyono, *Buku Panduan Jaringan Komputer di Direktorat Teknologi Energi*, BPP Teknologi, Laporan Teknis, DTE BPPT, April 1996.
14. Agus Sugiyono and Agus Cahyono Adi, *Comparative Assessment of Electricity Supply Strategies in Indonesia*, Presented at Coordination Meeting on Case Studies to Assess and Compare the Potential Role of Nuclear Power and other Options in Reducing the Emissions and Residuals from Electricity Generation, 27 to 29 March 1996, Bucharest, Rumania.
15. Agus Sugiyono, *Model Energi Global*, Laporan Teknis, Direktorat Teknologi Energi, BPPT, Desember 1995.
16. Agus Sugiyono, *Strategi Penyediaan Energi yang Berkesinambungan*, Laporan Teknis, Direktorat Teknologi Energi, BPPT, Desember 1995.
17. Agus Sugiyono, *Metodologi Studi Markal*, Disampaikan pada Workshop on Environmental Analysis Using Energy and Power Evaluation Programme (ENPEP), BATAN, September 1995.