



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI PENDANAAN PROGRAM LISTRIK PERDESAAN
SELURUH INDONESIA MENGGUNAKAN PROGRAM LINEAR**

TESIS

**TROIS DILISUSENDI
NPM. 0706181675**

**FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM MAGISTER PERENCANAAN DAN KEBIJAKAN PUBLIK
JAKARTA
DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI PENDANAAN PROGRAM LISTRIK PERDESAAN
SELURUH INDONESIA MENGGUNAKAN PROGRAM LINEAR**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ekonomi

**TROIS DILISUSENDI
NPM. 0706181675**

**FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM MAGISTER PERENCANAAN DAN KEBIJAKAN PUBLIK
JAKARTA
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Trois Dilisusendi
NPM : 0706181675
Tanda Tangan :
Tanggal : 9 Desember 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Trois Dilisusendi
NPM : 0706181675
Program Studi : Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik
Judul Tesis : Optimasi Pendanaan Program Listrik Perdesaan Seluruh
Indonesia Menggunakan Program Linear

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Ekonomi pada Program Studi Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Mahyus Ekananda ()
Penguji : Arindra A. Zainal, Ph.D. ()
Penguji : Dr. Djoni Hartono ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Master Ekonomi pada Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Mahyus Ekananda, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
2. Pihak Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data dan material yang saya perlukan;
3. Keluarga dan orang tua saya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini dengan memberikan dukungan moral dan spiritual.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan.

Jakarta, Desember 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Trois Dilisusendi

NPM : 0706181675

Program Studi : Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik

Fakultas : Ekonomi

Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Optimasi Pendanaan Program Listrik Perdesaan Seluruh Indonesia Menggunakan Program Linear**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 9 Desember 2009

Yang menyatakan

(Trois Dilisusendi)

ABSTRAK

Nama : Trois Dilisusendi
Program Studi : Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik
Judul : Optimasi Pendanaan Program Listrik Perdesaan Seluruh Indonesia
Menggunakan Program Linear

Program listrik perdesaan adalah kebijakan Pemerintah guna menyediakan tenaga listrik untuk seluruh Indonesia, terutama di daerah *rural* yang belum terjangkau listrik. Dimana perencanaan program ini dibuat dengan melibatkan Pemerintah Daerah dan PLN tanpa dilakukan optimasi.

Untuk itulah dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisa program listrik perdesaan yang dilaksanakan untuk kurun waktu tahun 2008 – 2009 sudah optimal atau belum. Adapun metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal adalah dengan program linear integer.

Dari hasil program linear integer, didapat bahwa untuk program listrik perdesaan tahun 2008-2009 masih belum optimal, sehingga bila dilakukan optimasi maka untuk tahun 2008 ada peningkatan akses listrik sebanyak 6.101 akses listrik atau secara nasional naik 5,5%, dan untuk tahun 2009 peningkatan akses listrik sebanyak 13.809 akses listrik atau secara nasional naik 10%, dan bila dilihat dari sisi anggaran yang digunakan terjadi penghematan sebesar Rp 40.212.000 untuk tahun 2008 dan penghematan sebesar Rp.29.439.000 untuk tahun 2009.

Sehingga langkah kebijakan yang diambil adalah mengoptimalkan pendanaan listrik perdesaan yang terbatas dengan bantuan program linear integer sehingga menjadi lebih efektif dan efisien dalam melistriki seluruh rakyat dengan menggunakan pembangkit listrik yang murah (least cost) dan mendapatkan benefit yang paling banyak.

Kata kunci:

Listrik perdesaan, Program linear integer, Akses listrik

ABSTRACT

Name : Trois Dilisusendi
Study Program: Magister of Planning and Public Policy
Title : Funding Optimization of Rural Electrification Program in Indonesia
Using Linear Programming

Rural electrification program is one of government policy to supply electricity in Indonesia especially in rural areas without electricity access. Planning of this program involved local government and the Indonesian state electricity company (PLN) without optimization.

For that, this research goals to analyze rural electrification programs on years 2008-2009 optimize or not. This research using integer linear programming for optimization.

From the results integer linear programming, knows that rural electrification programs on years 2008-2009 aren't optimal, so with optimization for 2008 get increasing access electricity amount 6,101 access or nationally upping 5,5% and for 2009 get increasing access electricity amount 13.809 access or nationally upping 10%, and for budgeting less Rp 40,212,000 Rupiahs for 2008 and less 29,439,00 Rupiahs for 2009.

So suggest for policy is optimization limitation budget for rural electrification with using integer linear programming to achieve effectiveness and efficiency to electrification all of people with using least cost electricity generation and get maximum benefit.

Keywords:

Rural Electrification, Integer Linear Programming, Electricity Access

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	4
1.3. Ruang Lingkup	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Alur Pikir Penelitian	6
1.7. Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Ekonomi Tenaga Listrik	10
2.1.1. Pasar Tenaga Listrik	11
2.1.2. Penyediaan dan Permintaan Tenaga Listrik	14
2.2. Hubungan Antara Tenaga Listrik dengan Pertumbuhan Ekonomi	16
2.3. Program Linear	19
2.3.1. Program Linear Integer	21
2.3.2. Solusi Program Linear	22
2.4. Hasil Studi Terkait	25
2.4.1. Studi Mengenai Hubungan Tenaga Listrik dengan Ekonomi	25
2.4.2. Studi Mengenai Listrik Perdesaan (<i>Rural Electrification</i>)	27
2.4.3. Studi Optimasi Listrik Perdesaan dengan Menggunakan Program Linear	28
BAB III LISTRIK PERDESAAN	32
3.1. Perkembangan Peraturan Ketenagalistrikan.....	32
3.2. Kondisi Kelistrikan Saat Ini	35
3.3. Kebijakan Ketenagalistrikan Nasional Terkait dengan Program Listrik Perdesaan	36
3.4. Perkembangan Listrik Perdesaan	38
3.4.1. Perencanaan Program Listrik Perdesaan	40
3.4.2. Implementasi Program Listrik Perdesaan	42
3.4.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	42
3.4.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	43
3.4.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	44

BAB IV METODE PENELITIAN	46
4.1. Pendekatan Penelitian	46
4.2. Hipotesa Penelitian	47
4.3. Variabel Penelitian	48
4.4. Jenis dan Sumber Data	48
4.4.1. Data Program Listrik Perdesaan Tahun 2008-2009	48
4.4.2. Data Potensi Energi	49
4.4.3. Data Permintaan Pemerintah Daerah	49
4.4.4. Data Ketersediaan FS dan DD untuk PLTMH	50
4.4.5. Data Harga Pembangkit	50
4.5. Pendekatan Program Linear	51
4.5.1. Model Program Linear Integer	52
4.5.1.1. Model Program Linear Integer Untuk Program Listrik Perdesaan Tahun 2008	54
4.5.1.2. Model Program Linear Integer Untuk Program Listrik Perdesaan Tahun 2009	67
4.5.2. Solusi Program Linear Integer dengan LINDO	80
BAB V ANALISA	81
5.1. Hasil Analisa Lindo	81
5.1.1. Hasil Optimasi Program Listrik Perdesaan Tahun 2008	81
5.1.2. Hasil Optimasi Program Listrik Perdesaan Tahun 2009	86
5.1.3. Pemilihan Jenis Pembangkit	91
5.1.3.1. Pemilihan Jenis Pembangkit Program Listrik Perdesaan Tahun 2008	91
5.1.3.2. Pemilihan Jenis Pembangkit Program Listrik Perdesaan Tahun 2009	93
5.2. Analisa Listrik Perdesaan	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1. Kesimpulan	101
6.2. Saran	101
Daftar Pustaka	103

DAFTAR TABEL

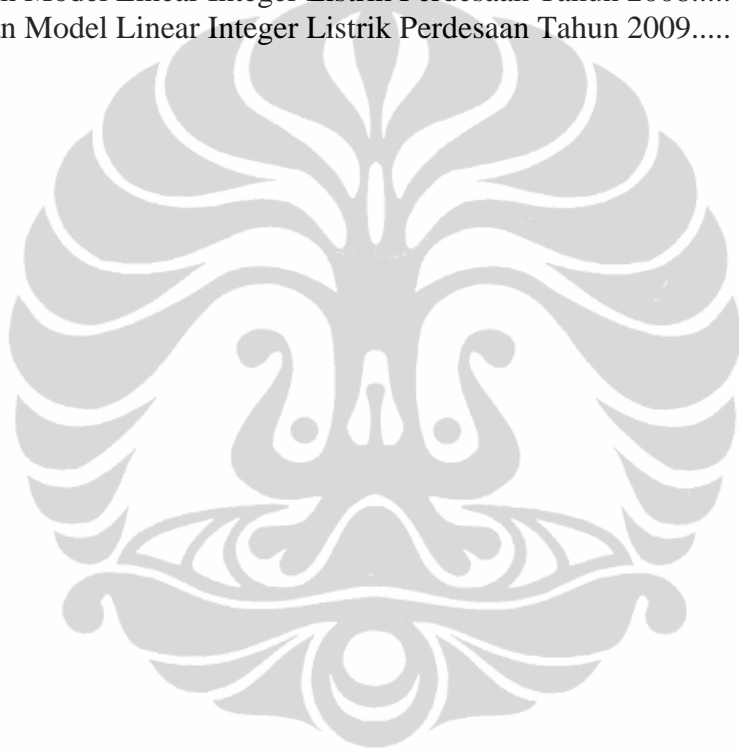
Tabel 3.1.	Rasio Elektrifikasi (%)	37
Tabel 3.2.	Perkembangan Listrik Perdesaan.....	39
Tabel 5.1.	Pemilihan Jenis Pembangkit Lisdes Tahun 2008	92
Tabel 5.2.	Pemilihan Jenis Pembangkit Lisdes Tahun 2009	93
Tabel I.1.	Program Listrik Perdesaan Tahun 2008	Lamp. I - 1
Tabel I.2.	Program Listrik Perdesaan Tahun 2009	Lamp. I - 2
Tabel I.3.	Data Potensi Energi Angin	Lamp. I - 2
Tabel I.4.	Data Potensi Air untuk PLTMH	Lamp. I - 3
Tabel I.5.	Data Permintaan Pemda untuk Lisdes 2008	Lamp. I - 4
Tabel I.6.	Data Permintaan Pemda untuk Lisdes 2009	Lamp. I - 5
Tabel I.7.	Data Ketersediaan FS dan DD PLTMH Pada Program Lisdes Tahun 2008	Lamp. I - 6
Tabel I.8.	Data Ketersediaan FS dan DD PLTMH Pada Program Lisdes Tahun 2009	Lamp. I - 7
Tabel I.9.	Daftar Harga PLTS Tersebar 50 Wp	Lamp. I - 9
Tabel III.1.	Program Listrik Perdesaan Tahun 2008 Hasil Optimasi ...	Lamp.III-43
Tabel III.2.	Perbandingan Program Lisdes 2008 dengan Hasil Optimasinya..	Lamp.III-44
Tabel III.3.	Program Listrik Perdesaan Tahun 2009 Hasil Optimasi.....	Lamp.III-45
Tabel III.4.	Perbandingan Program Lisdes 2009 dengan Hasil Optimasinya..	Lamp.III-46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Target Rasio Elektrifikasi	2
Gambar 1.2.	Alur Pikir Penelitian	7
Gambar 2.1.	Kesimbangan antara Permintaan dan Penawaran	10
Gambar 2.2.	Kurva Penyediaan dan Permintaan Tenaga Listrik	14
Gambar 2.3.	Hubungan antara Penyediaan/Akses Tenaga Listrik terhadap Pertumbuhan Ekonomi	17
Gambar 2.4.	Model Institusional yang ditawarkan	28
Gambar 2.5.	Model <i>Isolated Rural Electrification</i> di Colombia	29
Gambar 3.1.	Hubungan antara Stakeholder dalam Program Listrik Perdesaan	40
Gambar 3.2.	Layout Sistem PLTS Tersebar	43
Gambar 3.3.	Layout Sistem PLTB	44
Gambar 3.4.	Layout Sistem PLTMH	45
Gambar 4.1.	Metodologi Penelitian	47
Gambar 5.1.	Grafik Perbandingan Program Lides Tahun 2008	82
Gambar 5.2.	Grafik Perbandingan Pagu Anggaran Lides 2008	85
Gambar 5.3.	Grafik Perbandingan Program Lides Tahun 2009	87
Gambar 5.4.	Grafik Perbandingan Pagu Anggaran Lides 2009	90
Gambar 5.5.	Grafik Pemilihan Pembangkit Lides Tahun 2008	92
Gambar 5.6.	Grafik Pemilihan Pembangkit Lides Tahun 2009	94
Gambar 5.7.	Hubungan Pelaku Pasar Tenaga Listrik dengan Badan Pengatur Independen	99

DAFTAR RUMUS

2.1. Fungsi tujuan persamaan umum linear integer	21
2.2. Kendala untuk persamaan umum linear integer	21
2.3. Persamaan model Yang (2000)	26
2.4. Persamaan model Marimoto dan Hope (2001).....	26
2.5. – 2.11. Persamaan model Silva dan Nakata (2007)	30
3.1. Persamaan model linear integer untuk program listrik perdesaan	53
3.2. – 3.29. Persamaan Model Linear Integer Listrik Perdesaan Tahun 2008.....	54
3.30. – 3.57. Persamaan Model Linear Integer Listrik Perdesaan Tahun 2009.....	67



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Data	Lamp. I - 1
I.1. Data Program Listrik Perdesaan	Lamp. I - 1
I.2. Data Potensi Energi	Lamp. I - 2
I.3. Data Permintaan Pemda	Lamp. I - 4
I.4. Data Ketersediaan FS dan DD untuk PLTMH	Lamp. I - 6
I.5. Data Harga Pembangkit	Lamp I - 9
Lampiran II : Output LINDO	Lamp. II-11
II.1. Output Program LINDO untuk Lisdes Tahun 2008	Lamp. II-11
II.2. Output Program LINDO untuk Lisdes Tahun 2009	Lamp. II-27
Lampiran III : Data Hasil Optimasi	Lamp III-43
III.1. Program Listrik Perdesaan Tahun 2008 Hasil Optimasi	Lamp. III-43
III.2. Perbandingan Program Lisdes 2008 dengan Hasil Optimasinya ..	Lamp. III-44
III.3. Program Listrik Perdesaan Tahun 2009 Hasil Optimasi	Lamp. III-45
III.4. Perbandingan Program Lisdes 2009 dengan Hasil Optimasinya ..	Lamp. III-46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Tenaga listrik merupakan kebutuhan vital untuk pembangunan ekonomi. Ketersediaan tenaga listrik yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, keandalan yang tinggi, serta dengan harga yang terjangkau merupakan pasokan yang penting dalam menghasilkan barang dan jasa. Ketersediaan tenaga listrik untuk sektor rumah tangga pada tingkat harga yang terjangkau dapat mengubah dan meningkatkan taraf hidup masyarakat.

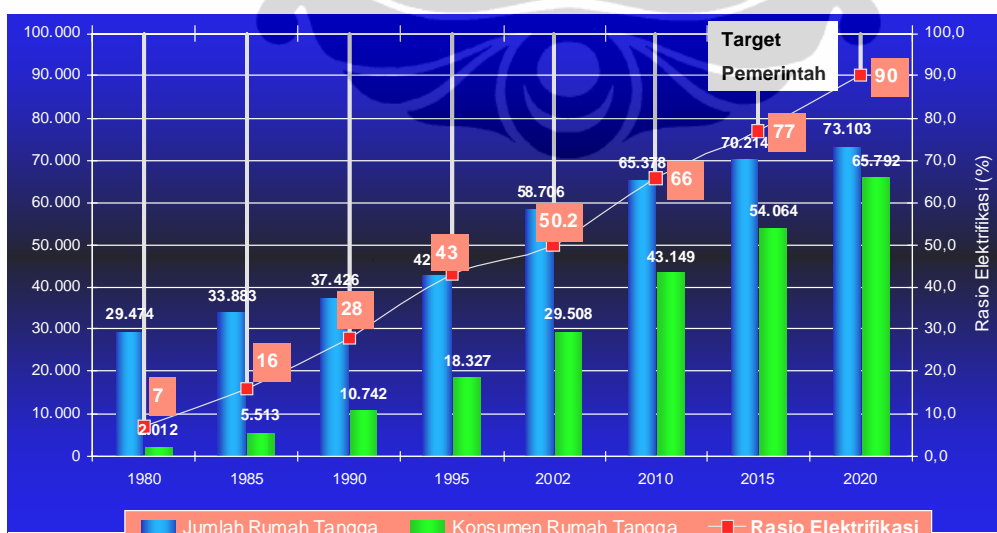
Listrik telah berkembang menjadi salah satu kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia dewasa ini. Listrik tidak lagi menjadi bentuk komoditas di lingkungan perkotaan tetapi sudah juga menjadi kebutuhan bagi masyarakat. Untuk itu, program perluasan layanan tenaga listrik yang mampu mencapai wilayah perdesaan telah menjadi agenda pemerintah di hampir semua negara termasuk Indonesia.

Menurut Data Statistik Ketenagalistrikan dan Energi Tahun 2007 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi terdapat bahwa desa yang telah mempunyai akses tenaga listrik adalah sebesar 65.776 desa dari total jumlah desa diseluruh Indonesia sebanyak 71.555 desa sehingga Rasio Desa Berlistrik (RD) adalah sebesar 91,92%. Sedangkan jumlah keluarga yang telah memiliki akses tenaga listrik adalah sebesar 35.630.074 dari total keluarga di seluruh Indonesia sebanyak 55.376.392 sehingga Rasio Elektrifikasi (RE) yaitu rasio antara jumlah keluarga yang sudah berlistrik dengan jumlah keluarga seluruh Indonesia besarnya hanya 64,34%, jadi yang belum mempunyai akses tenaga listrik masih sekitar 35,66% yang banyak tinggal di daerah perdesaan dan terpencil, sehingga banyak rakyat yang tidak dapat ikut menikmati maupun ikut berkontribusi terhadap upaya pembangunan saat ini.

Dengan diberlakukannya Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan pada tanggal 23 September 2009 maka dinyatakan Undang-Undang Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan dicabut dan tidak berlaku lagi, dimana penyediaan tenaga listrik

dikuasai oleh negara yang penyelenggaraannya oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah berlandaskan prinsip otonomi daerah. Untuk penyelenggaraan penyediaan tenaga listrik tersebut, Pemerintah dan Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya menetapkan kebijakan, pengaturan, pengawasan, dan melaksanakan usaha penyediaan tenaga listrik. Pelaksanaan usaha penyediaan tenaga listrik oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah dilakukan oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Dimana badan usaha swasta, koperasi dan swadaya masyarakat dapat berpartisipasi dalam usaha penyediaan tenaga listrik.

Dengan Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 ini maka peran PT. PLN berubah yang sebelumnya sebagai Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan (PKUK) menjadi BUMN yang telah memiliki Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik yang ditugasi untuk melaksanakan usaha penyediaan tenaga listrik. Saat ini mayoritas sambungan listrik di Indonesia berasal dari PT. PLN, yang memang mampu melayani sejumlah besar pelanggan. Namun sebagian besar sambungan tersebut berada di wilayah Jawa dan Bali. Laju ekspansi tampaknya tidak dapat dipertahankan karena sebagian besar penduduk tanpa sambungan listrik tinggal di luar wilayah Jawa dan Bali, terutama di daerah perdesaan, dimana tarif yang dikenakan tidak dapat menutupi biaya yang dikeluarkan PT. PLN. Tidak tertutupnya biaya serta halangan lainnya seperti keterbatasan akses pendanaan telah mengurangi secara signifikan kemampuan PT. PLN untuk melakukan ekspansi, terutama di daerah perdesaan.



Gambar 1.1 Target Rasio Elektrifikasi

(Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi)

Pemerintah menyadari pentingnya akses listrik guna memperbaiki kehidupan rakyat dan mengentaskan kemiskinan. Pemerintah juga menyadari bahwa daya saing regional, yang dibutuhkan dalam pertumbuhan ekonomi, juga terhambat, karena elektrifikasi di Indonesia tidak semaju negara-negara tetangga. Oleh karena itu seperti terlihat pada gambar 1.1. diatas, Pemerintah telah menetapkan dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) tahun 2008-2027 bahwa target akses tenaga listrik di tahun 2020 akan menyentuh 90% dari seluruh penduduk Indonesia, dan pada tahun 2015 rasio desa berlistrik mencapai 100% yang berarti dibutuhkan kurang lebih 1 juta sambungan baru setiap tahunnya secara berkesinambungan.

Pembangunan ketenagalistrikan bertujuan untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, kualitas yang baik, dan harga yang wajar dalam rangka meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Namun demikian, luasnya wilayah geografis dan tersebarannya populasi penduduk di Indonesia menyebabkan tidak semua wilayah mampu dijangkau dan dilayani oleh PT. PLN. Tidak tersedianya pelayanan tenaga listrik seperti tersebut diatas terutama sangat dirasakan di daerah belum berkembang, daerah terpencil dan daerah perdesaan.

Sesuai dengan Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 maka untuk penyediaan tenaga listrik maka Pemerintah dan Pemerintah Daerah menyediakan dana untuk kelompok masyarakat tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil dan perbatasan dan pembangunan listrik perdesaan. Dimana Pemerintah telah melakukan Program Listrik Perdesaan sejak tahun 1976. Program ini dimaksudkan untuk menjaga kelangsungan bantuan bagi masyarakat yang tidak mampu, menjaga kelangsungan upaya perluasan akses pelayanan listrik pada wilayah yang belum terjangkau listrik, mendorong pembangunan/pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Setiap tahun Pemerintah mengalokasikan APBN untuk pembangunan listrik perdesaan melalui dua pendekatan yaitu :

a. *On grid* melalui perluasan jaringan PT. PLN

Pembangunan ini dilaksanakan oleh Pemerintah dengan membangun Jaringan distribusi (Jaringan Tegangan Menengah, Jaringan Tegangan Rendah dan gardu distribusi)

dihubungkan melalui jaringan milik PLN yang sudah ada. Setelah pembangunan selesai, kegiatan operasionalnya ditangani oleh PT. PLN. Program ini memprioritaskan desa-desa yang belum berlistrik berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain jumlah calon pelanggan, rencana VA tersambung dan jarak dengan jaringan distribusi PLN yang ada, serta permintaan masyarakat diperdesaan maupun daerah belum berkembang dan daerah terpencil terhadap tenaga listrik.

- b. *Off grid* melalui sistem kelistrikan terisolasi dengan memanfaatkan energi baru terbarukan atau potensi energi setempat

Pembangunan listrik Perdesaan didaerah terpencil dan belum berkembang dengan memanfaatkan energi setempat antara lain: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

1.2. PERMASALAHAN

Pada pembangunan listrik perdesaan banyak menghadapi kendala-kendala, mengingat tenaga listrik merupakan kegiatan yang padat teknologi dan padat modal, selain itu juga faktor regulasi yaitu Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah sebagai penentu terlaksananya kegiatan pembangunan Listrik Perdesaan. Adapun kendala-kendala yang sering dihadapi:

1. Banyaknya permintaan daerah yang ingin dilistriki melalui Program Listrik Perdesaan
2. Lemahnya badan pengelola listrik didaerah perdesaan baik dari kemampuan teknis maupun manajerialnya.
3. Kondisi lapangan yang sulit seperti keadaan geografis yang terdiri dari pulau-pulau kecil dan tersebar serta pegunungan yang sulit dijangkau.
4. Kondisi desa terpencil yang mempunyai karakteristik jumlah rumah sedikit dan tersebar serta kebutuhan listriknya relatif kecil sehingga biayanya menjadi lebih mahal

Untuk mengatasi kendala diatas dan mengingat pendanaan program listrik perdesaan yang terbatas maka program listrik perdesaan yang dilakukan harus dapat efektif dan efisien, sehingga perlu dilakukan penelitian apakah program listrik perdesaan yang berjalan saat ini

sudah optimal atau belum. Diharapkan dengan keterbatasan dana yang ada maka didapatkan hasil akses listrik yang sebanyak mungkin tentunya dengan memperhatikan keterbatasan dan kendala yang ada seperti : potensi energi setempat, mempertimbangkan permintaan pemerintah daerah serta ketersediaan *Feasibility Study (FS)* dan *Detail Design (DD)* untuk Pembangkit Listrik.

Hal ini sejalan dengan salah satu azas yang dianut dalam pembangunan ketenagalistrikan adalah optimalisasi ekonomi dalam pemanfaatan sumber daya energi sesuai dengan Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, maka program listrik perdesaan sebagai bagian dari pembangunan ketenagalistrikan perlu dilakukan optimasi.

1.3. RUANG LINGKUP

Yang dimaksud dengan pendanaan program listrik perdesaan hanya yang berasal dari APBN yang dikelola Pemerintah melalui Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral cq Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan energi (DJLPE).

Program pembangunan listrik perdesaan di seluruh Indonesia terdiri dari:

1. Pembangunan Pembangkit Listrik (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin, dan Pembangkit Listrik lainnya yang menggunakan sumber energi baru terbarukan).
2. Pembangunan Gardu Distribusi.
3. Pembangunan Jaringan Distribusi (Jaringan Tegangan Menengah / JTM dan Jaringan Tegangan Rendah / JTR).

Optimasi pendanaan program listrik perdesaan seluruh Indonesia hanya untuk pembangunan pembangkit listrik yang terdiri dari : PLTS Tersebar 50Wp, PLTS Terpusat, PLTMH dan PLTB, hal ini karena :

- Kebijakan program Listrik Perdesaan mulai tahun 2009, hanya terdiri dari pembangunan pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi baru terbarukan, sedangkan pembangunan gardu distribusi dan jaringan distribusi sudah diserahkan ke PT. PLN.
- Pembangunan Gardu Distribusi dan pembangunan Jaringan Distribusi (JTM dan JTR) tidak dapat dimasukkan dalam model karena tidak dapat diketahui berapa penambahan jumlah pelanggan (akses listrik) yang didapat untuk setiap penambahan Kilometer Circuit (Kms) JTM, JTR dan penambahan gardu distribusi.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian mengenai optimasi pendanaan program listrik perdesaan seluruh Indonesia menggunakan program linear bertujuan untuk :

1. Menghasilkan program listrik perdesaan yang optimal dengan menggunakan program linear.
2. Menganalisa program listrik perdesaan yang berjalan saat ini sudah optimal atau belum.
3. Mengoptimalkan pendanaan listrik perdesaan yang terbatas sehingga menjadi lebih efektif dan efisien dalam melistriki seluruh rakyat.
4. Menghasilkan program listrik perdesaan yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan potensi yang ada didaerah.

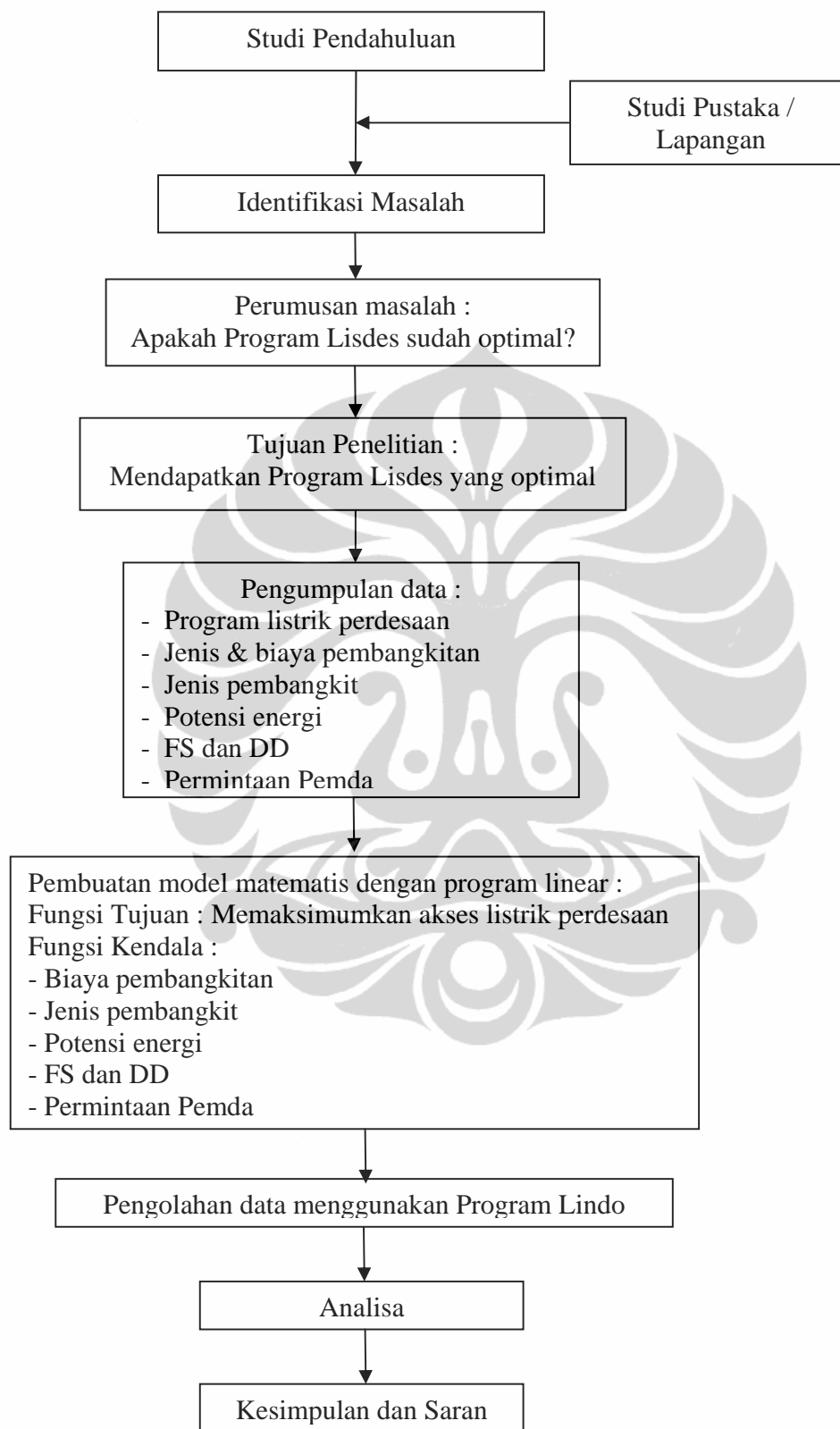
1.5. MANFAAT PENELITIAN

Melalui penelitian ini diharapkan dapat berguna antara lain untuk :

1. Memberikan masukan bagi pengambil kebijakan tentang perencanaan program listrik perdesaan yang lebih baik.
2. Penggunaan anggaran pemerintah untuk listrik perdesaan menjadi lebih efektif dan efisien sehingga dapat melistriki seluruh rakyat.

1.6. ALUR PIKIR PENELITIAN

Untuk dapat mengetahui alur pikir penelitian ini maka dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.2. Alur Pikir Penelitian

Dari gambar 1.2. diatas maka penelitian dimulai dari studi pendahuluan yang didalamnya juga terdapat studi lapangan dan pustaka, kemudian dilakukan identifikasi masalah apakah program listrik perdesaan yang berjalan selama ini sudah optimal sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan program listrik perdesaan yang optimal dengan melakukan optimasi. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang berupa data program listrik perdesaan, biaya pembangkitan dan jaringan, jenis Pembangkit, data potensi energi, *feasibility study* dan *detail design*, serta data permintaan pemerintah daerah.

Kemudian dilakukan pembuatan model matematis menggunakan program linear dengan Fungsi Tujuan : Memaximumkan akses listrik perdesaan dan Fungsi Kendala :

- Biaya pembangkitan dan jaringan
- Jenis pembangkit
- Potensi energi
- Ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* untuk PLTMH
- Permintaan pemerintah daerah

Pengolahan data dari model program linear dilakukan dengan menggunakan bantuan Program *Linear Interactive Discrete Optimizer (LINDO)*, kemudian dilakukan analisa apakah program listrik perdesaan yang berjalan saat ini sudah optimal atau belum dengan membandingkan program listrik perdesaan dengan hasil optimasi menggunakan program linear. Setelah itu dihasilkan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan sehingga didapat pendanaan program listrik perdesaan seluruh Indonesia menjadi optimal.

1.7. SISTEMATIKA PENULISAN

Garis besar pembahasan dalam tesis ini mengikuti sistematika sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, permasalahan, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian, alur pikir penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini diuraikan tentang ekonomi tenaga listrik, hubungan antara tenaga listrik dengan pertumbuhan ekonomi, program linear yang akan menjelaskan bagaimana program linear integer dan solusi program linear serta contohnya, serta hasil studi terkait.

Bab III : Listrik Perdesaan

Pada bab ini diuraikan tentang perkembangan peraturan ketenagalistrikan, kondisi kelistrikan saat ini, kebijakan ketenagalistrikan nasional terkait dengan program listrik perdesaan, perkembangan listrik perdesaan termasuk perencanaan dan implementasinya.

Bab IV : Metode Penelitian

Pada bab ini diuraikan tentang pendekatan penelitian, hipotesa penelitian variabel penelitian, jenis dan sumber data, yaitu data program lides tahun 2008-2009, data potensi energi, data permintaan Pemerintah daerah, data ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* untuk PLTMH dan data harga pembangkit, pendekatan program linear dimana dibuat model program linear integer untuk program listrik perdesaan untuk tahun 2008 – 2009 pada setiap satker lides seluruh Indonesia serta solusinya dengan LINDO.

Bab V : Analisa

Pada bab ini diuraikan tentang hasil analisa LINDO terhadap program lides tahun 2008-2009, pembahasannya dan pemilihan jenis pembangkit serta analisa listrik perdesaan.

Bab VI : Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini diuraikan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

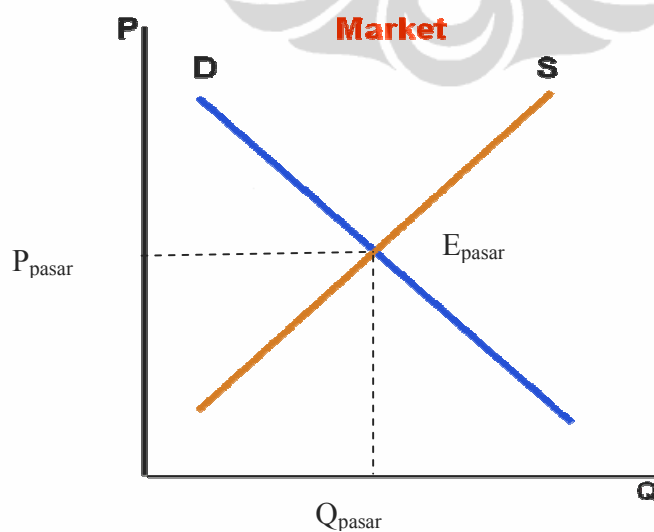
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. EKONOMI TENAGA LISTRIK

Pada kehidupan sehari-hari, persoalan-persoalan yang bersifat ekonomi selalu muncul. Persoalan ini terkait dengan adanya suatu kebutuhan atas keinginan untuk memperoleh barang dan jasa yang tak terbatas dengan terbatasnya sumber daya. Sumber daya yang terbatas dalam hal ini adalah adanya kelangkaan atau kekurangan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Disisi lain, keinginan untuk memperoleh barang dan jasa dihadapkan kepada persoalan ada atau tidak ada kemampuan untuk memperolehnya.

Barang ekonomi adalah barang yang terbatas jumlahnya dan memerlukan pengorbanan untuk memperolehnya sehingga mempunyai harga. Harga pasar dari sebuah barang ditentukan oleh penawaran dan permintaan barang tersebut. Sampai saat ini, model penawaran dan permintaan adalah salah satu konsep yang mendasar dari ekonomi. Tingkat harga dari sebuah barang ditentukan oleh titik pertemuan dimana jumlah barang yang disuplai sama dengan jumlah barang yang diminta. Apabila hanya ada satu tingkat harga dimana jumlah yang diminta adalah seimbang dengan jumlah yang ditawarkan, maka harga tersebut adalah harga keseimbangan.



Gambar 2.1 Kesimbangan antara Permintaan (*Demand*) dan Penawaran (*Supply*)

Kurva permintaan (D) pada gambar 2.1 di atas menjelaskan bagaimana keinginan konsumen untuk membeli pada berbagai tingkat harga yang dipengaruhi oleh pendapatan per kapita dan harga barang itu sendiri, sehingga bentuk kurva permintaan miring dari kiri atas ke kanan bawah. Kemiringan tersebut mengikuti "hukum permintaan" dimana konsumen biasanya akan membeli lebih banyak jika harganya lebih murah dan akan membeli lebih sedikit apabila harga lebih mahal.

Kurva penawaran (S) pada gambar 2.1 di atas menjelaskan keinginan produsen untuk menjual barang pada berbagai tingkat harga. Bentuk kurva penawaran miring dari kiri bawah ke kanan atas menunjukkan bahwa semakin tinggi harga barang tersebut maka semakin tinggi keinginan produsen untuk memproduksi dan menjual barangnya. Kenaikan harga suatu barang akan berkecenderungan untuk meningkatkan produksi barang tersebut. Dalam jangka pendek adalah dengan peningkatan penggunaan kapasitas melalui penggunaan tenaga kerja tambahan atau dengan menambah jam kerja, sedang dalam jangka panjang dapat dilakukan dengan memperluas skala pabrik. Tingginya harga juga akan menarik perusahaan untuk masuk ke pasar sehingga jumlah penjual bertambah dan barang yang ditawarkan meningkat.

Pada saat penawaran dan permintaan sama (terjadi pada perpotongan pada titik P_{pasar} dan Q_{pasar}) maka dikatakan dalam keadaan seimbang (equilibrium/ E_{pasar}). Pada titik E_{pasar} ini, alokasi barang paling efisien disebabkan jumlah barang yang disediakan sama dengan jumlah barang yang diminta. Dimana semuanya (individu, perusahaan atau negara) akan puas dalam kondisi ekonomi yang berjalan. Pada harga yang ditentukan (P_{pasar}), maka produsen akan dapat menjual semua barang yang diproduksi dan seluruh konsumen akan mendapatkan barang yang diminta. Hukum dari penawaran dan permintaan menyatakan bahwa tingkat harga akan bergerak menuju pada titik dimana jumlah barang yang ditawarkan sama dengan jumlah yang diminta.

2.1.1. Pasar Tenaga Listrik

Pasar dalam pengertian ekonomi tidak berwujud secara fisik, pasar merupakan pertemuan antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*), atau mempertemukan penjual dan pembeli

barang. Melalui interaksi diantara penjual dan pembeli, pasar akan menentukan tingkat harga suatu barang dan jumlah barang yang diperjualbelikan.

Pasar Tenaga Listrik tidak terlepas dari keberadaan tiga pelaku utama di dalamnya dengan perbedaan kepentingan.

- **Pertama**, masyarakat sebagai konsumen, yang menghendaki: (i) terpenuhinya kebutuhannya terhadap energi listrik, dan (ii) harga listrik yang terjangkau.
- **Kedua**, PT PLN sebagai *supplier* yang merupakan institusi bisnis (BUMN) dengan visi, misi dan tujuan yang diarahkan sebagaimana layaknya suatu kegiatan usaha yang nirlaba. Di samping itu, saat ini PLN juga menjadi agen pemerintah dalam penyaluran subsidi.
- **Ketiga**, Pemerintah, yang mengemban tugas untuk semakin mengefisienkan dan mengefektifkan pengeluaran negara dengan tetap memperhatikan kepentingan masyarakat dan PT PLN.

Pasar dapat melakukan alokasi sumber daya secara efisien, apabila semua asumsi-asumsinya terpenuhi, antara lain : para pelaku ekonomi (produsen) bersifat rasional, memiliki informasi sempurna, barang (output) bersifat privat, pasar bersaing sempurna dan proses pertukaran tidak dibatasi oleh waktu dan tempat.

Namun dalam kenyataannya, asumsi-asumsi tersebut tidak dapat dipenuhi terutama dalam hal penyediaan tenaga listrik di Indonesia sehingga terjadi kegagalan pasar (*market failure*) dalam usaha penyediaan kelistrikan. Beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pasar dalam usaha penyediaan tenaga listrik, antara lain :

1. Informasi tidak sempurna karena ketidak-tahuan tentang jumlah dan kualitas barang (tenaga listrik) yang digunakan oleh konsumen sehingga untuk mendapatkan informasi tersebut yang detail perlu tambahan biaya;
2. Terdapat persaingan yang tidak sempurna (*Imperfect Competition*) dalam penyediaan tenaga listrik dimana produsen tenaga listrik PT. PLN (Persero) merupakan satu-satunya BUMN yang ditetapkan pemerintah untuk memasok tenaga listrik sehingga BUMN

tersebut sangat mampu mempengaruhi pasar dengan menentukan tingkat harga (dalam bentuk Tarif Dasar Listrik / TDL yang ditetapkan Pemerintah).

3. Tenaga listrik di Indonesia dikategorikan sebagai barang *semi public good*, sehingga Pemerintah memberikan subsidi untuk pengadaan tenaga listrik. Dibanyak negara tenaga listrik merupakan barang *private*, artinya setiap masyarakat yang menggunakan tenaga listrik harus membayar (ada pengorbanan) sesuai dengan harga pasar yang mencerminkan harga pokok produksi dan manfaatnya.

Menurut Mankiw dalam *principles of microeconomics* ada 10 prinsip ekonomi, salah satu diantaranya *principle 7: Governments can sometimes improve market outcomes*. Pada saat terjadi kegagalan pasar maka diperlukan intervensi pemerintah, hal inilah yang terjadi dalam penyediaan tenaga listrik di Indonesia yang memerlukan intervensi pemerintah untuk menyediakannya. Akan tetapi, karena keterbatasan kondisi keuangan negara maka intervensi pemerintah dalam pasar tenaga listrik diwujudkan dalam bentuk diantaranya:

- Subsidi berupa subsidi tarif dan subsidi investasi berupa program listrik perdesaan
- Pemberian insentif

Sesuai dengan kondisi kelistrikan saat ini, maka intervensi pemerintah dalam pasar tenaga listrik dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Misi komersial

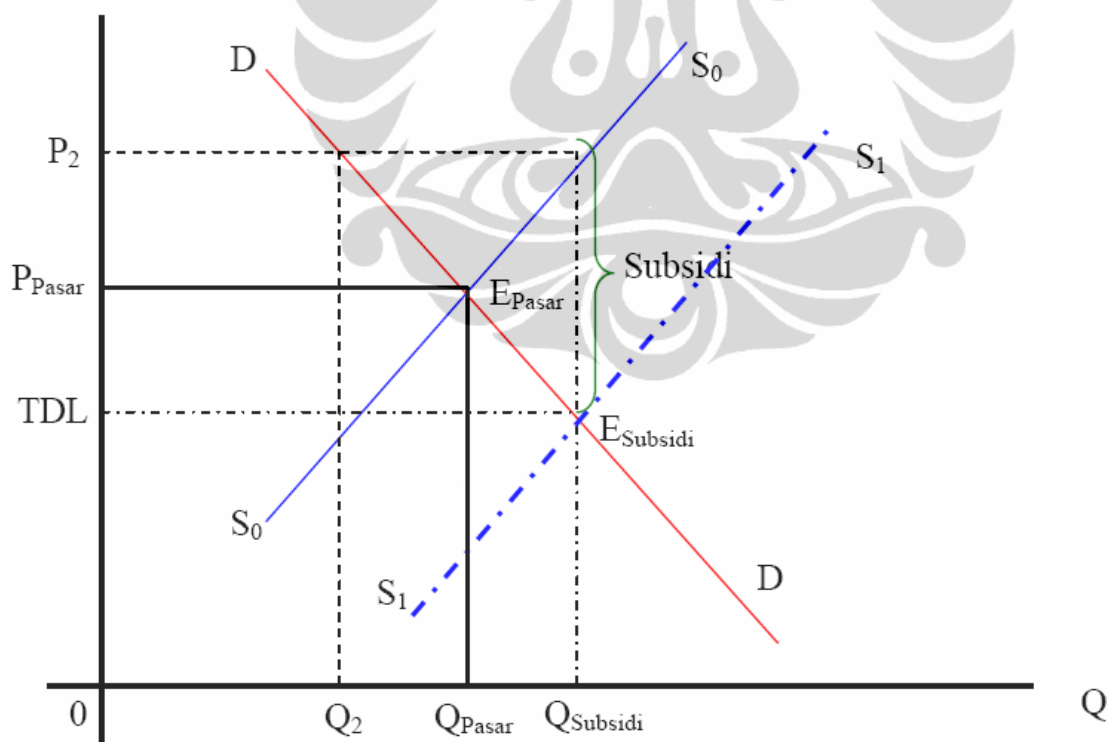
Tenaga listrik dalam skala besar untuk masyarakat perkotaan, daerah yang tingkat kepadatannya tinggi atau sistem kelistrikan yang besar. Bentuk intervensi pemerintah adalah berupa subsidi tarif dan pemberian insentif yang dapat memberikan rangsangan ataupun penciptaan iklim usaha yang kondusif di bidang investasi penyediaan listrik.

2. Misi sosial

Tenaga listrik dalam skala kecil yang meliputi daerah yang belum berkembang, daerah terpencil, dan pembangunan listrik perdesaan dimana Produsen tidak mampu menyediakan tenaga listrik untuk daerah tersebut karena biaya produksi yang dikeluarkan tidak dapat ditutup oleh tarif atau secara ekonomi tidak layak. Bentuk intervensi pemerintah adalah berupa subsidi investasi dan juga pemberian insentif yang mendukung program listrik perdesaan.

2.1.2. Penyediaan dan Permintaan Tenaga Listrik

Energi listrik termasuk barang ekonomi yang mengikuti hukum permintaan dan penawaran. Namun yang perlu mendapat perhatian bahwa listrik di Indonesia merupakan salah satu barang yang termasuk dalam kategori "administered price", yaitu barang yang harganya (Tarif Dasar Listrik /TDL) diatur oleh kebijakan pemerintah, bukan oleh produsen sepenuhnya. Dimana harga jual energi listrik per unit ditetapkan lebih rendah daripada biaya produksi per unitnya. Oleh karena itu, untuk menghindari kerugian serta mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan (PT. PLN) maka Pemerintah mempunyai kewajiban untuk memberikan subsidi kepada produsen. Subsidi merupakan salah satu bentuk transfer pendapatan dari Pemerintah kepada produsen maupun konsumen (masyarakat), sebagai akibat adanya perbedaan harga jual barang dan jasa yang lebih rendah di pasar dibandingkan dengan biaya produksinya.



Gambar 2.2. Kurva Penyediaan dan Permintaan Tenaga Listrik

Keterangan gambar 2.2.:

$P_{\text{pasar}} = \text{Harga keseimbangan pasar, Tarif Dasar Listrik (TDL)} < P_{\text{pasar}}$ sehingga terdapat Gap (*shortage*) sebesar $Q_{\text{subsidi}} - Q_2$. Langkah yang bisa ditempuh adalah subsidi untuk menggeser kurva suplai S_0 ke S_1

Dalam kondisi keseimbangan pada gambar 2.2. diatas, menunjukkan kedua kurva permintaan dan penawaran akan berpotongan pada suatu titik tertentu, yaitu pada titik E yang merupakan titik keseimbangan dimana harga keseimbangan adalah P_{pasar} dan jumlah barang keseimbangan sebesar Q_{pasar} . Dalam kondisi tersebut, tingkat harga dan kuantitas yang berlaku sesuai dengan harga pasar, dimana tingkat harga telah mencerminkan harga pokok produksi dan benefit dari konsumsi. Mekanisme pasar adalah kecenderungan dalam pasar dimana harga barang terus berubah sampai tercapai posisi keseimbangan (jumlah barang yang diminta = jumlah barang yang ditawarkan). Pada kondisi keseimbangan (di titik E_{pasar}), tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan barang sehingga tidak ada tekanan pada harga untuk berubah lagi.

Namun sesuai dengan kondisi yang ada, harga jual listrik ditentukan oleh Pemerintah melalui penetapan TDL (harga adalah P_1). Pada harga P_1 produsen menghasilkan output sebesar Q_2 lebih rendah dari yang dibutuhkan oleh konsumen Q_{subsidi} . Dalam kondisi tersebut terjadi kekurangan penyediaan barang (*excess demand shortage*). Untuk itu, biasanya Pemerintah menempuh kebijakan harga tertinggi (*ceiling price*) pada P_1 Kebijakan ini bertujuan agar harga listrik dapat terjangkau oleh masyarakat luas. Namun dengan dipilihnya kebijakan tersebut, Pemerintah menyadari dampak yang akan terjadi adalah *excess demand*. Guna menghindari kerugian yang besar dan atau untuk mempertahankan kelangsungan hidup produsen (PT. PLN) maka Pemerintah menempuh kebijakan subsidi (*negative tax*). Besarnya subsidi listrik yang diberikan oleh Pemerintah kepada produsen (PT. PLN) diharapkan mampu menambah suplai dari Q_2 menjadi Q_{subsidi} Pemberian subsidi ini akan menggeser kurva penawaran dari S_0 ke S_1 dan keseimbangan terjadi pada titik E_{subsidi}

Gambar 2.2. menyatakan bahwa pada saat jumlah penawaran mengalami peningkatan, maka garis penawaran bergeser dari S_0 menjadi S_1 . Pada kondisi ini kurva permintaan tidak mengalami perubahan yaitu pada D_0 , sehingga kuantitas meningkat dari Q_0 menjadi Q_1 . Namun, harga (P_1) tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan, karena harga listrik adalah tetap untuk jangka waktu tertentu (*administered price*), sehingga titik keseimbangan baru tercapai pada E_{subsidi} .

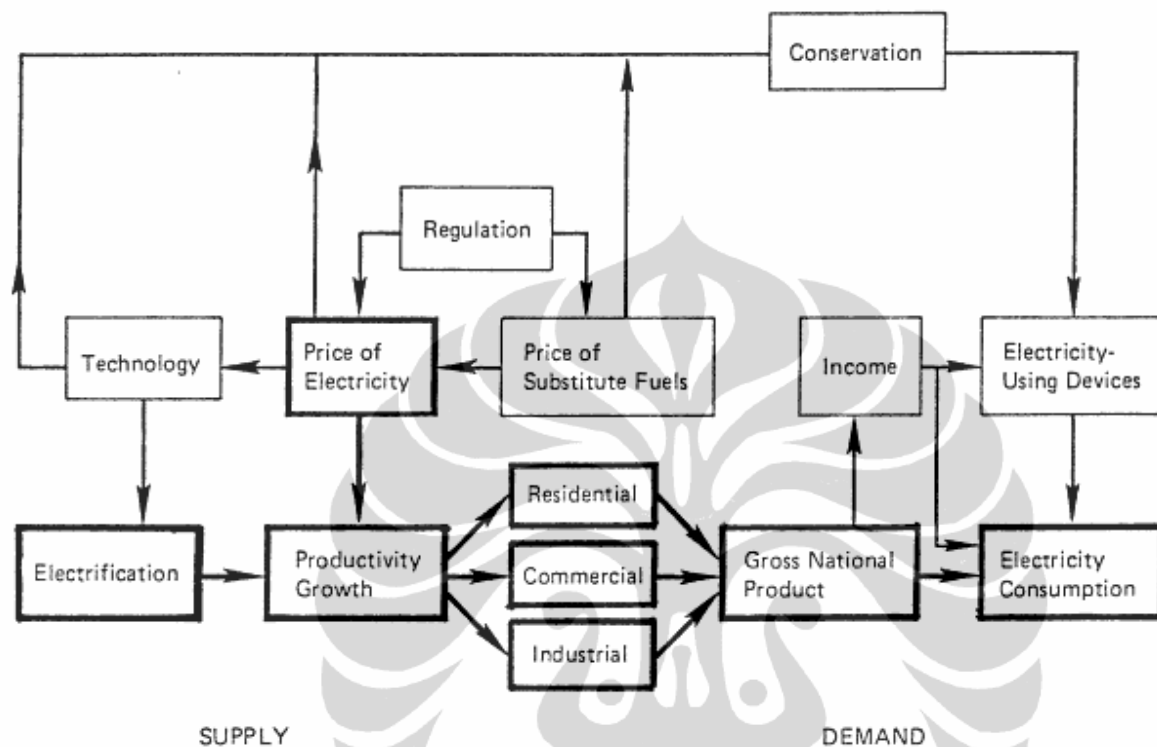
Filosofi pelaksanaan subsidi adalah pemberian transfer dari Pemerintah kepada produsen dan atau konsumen dalam rangka menciptakan harga yang relatif murah dan terjangkau semua lapisan konsumen serta mempertahankan kelangsungan hidup produsen. Dengan demikian, pemberian subsidi dapat memberikan manfaat ekonomi kepada konsumen maupun produsen.

Oleh karena itu, kondisi pasar tenaga listrik yang demikian ini akan cenderung menyebabkan terjadinya kesenjangan (gap) antara penyediaan listrik dan permintaan listrik, dimana saat ini terjadi banyak daerah di Indonesia yang mengalami krisis listrik. Dengan terjadinya kekurangan penyediaan tenaga listrik ini maka akan berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi nasional.

2.2. HUBUNGAN ANTARA TENAGA LISTRIK DENGAN PERTUMBUHAN EKONOMI

Sebagai bagian dari infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak, listrik merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan bagi jalannya roda perekonomian, baik bagi sektor rumah tangga untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari, perusahaan untuk kegiatan produksi dan investasi, maupun bagi pemerintah untuk mendorong terciptanya kesejahteraan masyarakat. Keperluan tersebut meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi, karena banyaknya kegiatan produksi dan penggunaan sarana kehidupan berteknologi tinggi yang menggunakan listrik.

Menurut *Committee on Electricity in Economic Growth, Energy Engineering Board, National Research Council* (1986) maka dapat digambarkan hubungan penyediaan atau akses tenaga listrik (*electrification*) terhadap pertumbuhan ekonomi adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3. Hubungan antara penyediaan/akses tenaga listrik (*electrification*) terhadap pertumbuhan ekonomi

Sumber : *Committee on Electricity in Economic Growth, Energy Engineering Board, National Research Council* (1986). *Electricity and economic growth*. The National Academies

Pada gambar 2.2. diatas dapat dilihat bahwa pada sebelah kiri adalah sisi penyediaan (*supply*) tenaga listrik dan sebelah kanan adalah sisi permintaan (*demand*) tenaga listrik, dimana sistem tenaga listrik merupakan sistem yang unik karena tenaga listrik tidak dapat disimpan dalam jumlah yang sangat besar sehingga akan hilang bila tidak dikonsumsi. Penyediaan tenaga listrik digambarkan sebagai *electrification* yang mendapat pengaruh dari teknologi yang digunakan seperti pemilihan jenis pembangkit yang digunakan. Pemerintah dalam hal ini digambarkan sebagai *regulation* mengatur harga tenaga listrik dan harga bahan bakar pembangkit yang akan mempengaruhi harga tenaga listrik itu sendiri. Tenaga listrik sebagai salah satu faktor produksi sehingga dapat mempengaruhi produktivitas bila penyediaan tenaga listrik kurang maka pertumbuhan produktivitas akan terganggu, pengaruh lainnya adalah pada

harga tenaga listrik bila harga tenaga listrik makin rendah maka pertumbuhan produktivitas akan semakin besar dan juga sebaliknya.

Pada gambar 2.2. diatas bahwa peningkatan pertumbuhan produktivitas pada semua sektor yang juga merupakan konsumen tenaga listrik yaitu : rumah tangga, komersial yang merupakan bisnis non industri, industri seperti agrikultur, pertambangan, konstruksi dan manufaktur, tentunya akan meningkatkan *Gross National Product* (GNP) yang juga akan menaikkan pendapatan masyarakat. Dengan naiknya pendapatan masyarakat maka daya beli masyarakat akan naik sehingga akan meningkatkan penggunaan alat tenaga listrik yang pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi tenaga listrik. Harga tenaga listrik dan harga alternatif bahan bakar akan memberikan dampak pada konsumsi tenaga listrik melalui dua cara yaitu : pertama secara langsung pada penggunaan tenaga listrik dan bahan bakar non tenaga listrik sebagai faktor input produksi, kedua secara tidak langsung pada pertumbuhan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi.

Pada gambar 2.2. diatas penggunaan teknologi dapat menggeser kurva penawaran sehingga produksi menjadi lebih efisien sehingga dengan perubahan teknologi dimungkinkan sebagai kesempatan baru untuk mengeksplor kualitas dan kualitas tenaga listrik. Sedangkan konservasi merupakan langkah potensial untuk meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga listrik terutama di sektor rumah tangga dan komersial.

Banyak penelitian yang dilakukan untuk melihat hubungan antara tenaga listrik dengan pertumbuhan ekonomi, dimana pada umumnya terdapat korelasi yang kuat antara tenaga listrik dan pembangunan ekonomi. Tenaga listrik sekarang ini termasuk dalam kebutuhan primer bagi masyarakat luas, mengingat hampir semua peralatan yang dipergunakan dalam rumahtangga telah menggunakan energi listrik. Selain itu, sebagian besar kegiatan ekonomi sangat tergantung pada penyediaan energi listrik, misalnya industri manufaktur, industri jasa, industri transportasi, perdagangan, pendidikan, dan sebagainya. Oleh karena itu, penyediaan energi listrik mutlak diperlukan dalam rangka menjamin tercapainya sasaran pertumbuhan ekonomi dan mencapai kesejahteraan masyarakat. Di beberapa negara, mati listrik bahkan sudah dianggap sebagai bencana nasional, mengingat besarnya kerugian yang ditimbulkannya.

2.3. PROGRAM LINEAR

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi diantaranya adalah Program Linear (*Linear Programming*) yang merupakan salah satu prosedur matematis yang dapat dimanfaatkan dalam proses pengambilan keputusan yang umum dihadapi suatu organisasi, seperti alokasi optimum sumber daya (*resources*) yang langka dan terbatas berupa uang, bahan mentah, kapasitas mesin, waktu, ruangan dan teknologi. Sehingga untuk mendapatkan optimasi pendanaan dalam program listrik perdesaan diperlukan bantuan program linear.

Linear digunakan untuk menggambarkan suatu hubungan yang proporsional antara dua variabel atau lebih. Pada dasarnya metode yang dikembangkan untuk memecahkan model program linear ditujukan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum. Hasil yang diinginkan diperoleh sebagai fungsi maksimasi (profit, penjualan dan kesejahteraan) atau fungsi minimasi (biaya, waktu dan jarak). Adapun *programming* mengacu pada penggunaan teknik matematis tertentu untuk mendapatkan pemecahan terbaik yang mungkin dilakukan atas suatu masalah yang melibatkan sumber daya yang terbatas.

Definisi program linear adalah suatu model matematik/teknik matematik yang digunakan untuk mencari cara terbaik dalam mengalokasikan sumberdaya (*resources*) yang terbatas pada kegiatan-kegiatan yang saling berkompetisi dengan menggunakan model linear. Oleh karena itu dalam penerapannya program linear meliputi perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan alternatif-alternatif yang fisibel.

Perkembangan ilmu ini bermula ketika pada perang dunia ke II, angkatan perang Inggris dan Amerika Serikat dihadapkan pada masalah yang kompleks, yaitu mengalokasikan sumber daya tentara dan perlengkapan yang terbatas untuk berbagai kegiatan operasi perang yang luar biasa besar skalanya. Kunci sukses kedua angkatan perang tersebut adalah keberhasilan mereka dalam proses pengambilan keputusan yang tepat untuk mengirim jumlah pasukan beserta logistiknya ke berbagai tempat yang membutuhkan. Setelah PD II berakhir, penggunaan program linear terus dikembangkan para ilmuwan dan diaplikasikan ke berbagai bidang kehidupan,

terutama untuk menghadapi berbagai permasalahan yang memerlukan pemecahan optimal akibat adanya keterbatasan-keterbatasan.

Merupakan suatu realita bahwa pada umumnya, sumber daya yang dibutuhkan dalam aktivitas manusia memiliki keterbatasan. Manusia memiliki keterbatasan waktu untuk bekerja, industriawan memiliki keterbatasan modal untuk meningkatkan produksi, atau petani yang memiliki keterbatasan lahan. Keterbatasan-keterbatasan tersebut memaksa manusia untuk memilih aktivitas sehingga tercapai hasil yang optimal. Untuk kepentingan tersebut, manusia harus mengalokasikan keterbatasan tersebut dengan tepat.

Masalah-masalah seperti inilah yang dapat diperhitungkan secara matematis dengan program linear sehingga didapat hasil yang optimal. Hasil perhitungan dengan program linear belum tentu menjadi kenyataan, semuanya hanya perhitungan diatas kertas karena tercapai atau tidaknya tujuan suatu keputusan akan melibatkan berbagai faktor lain yang mungkin tidak dapat diperhitungkan. Walaupun demikian, bila tidak ada suatu kejadian atau peristiwa ekstrim atau mampu memprediksi keadaan yang akan datang, atau mempertimbangkan kondisi mendatang dalam perhitungan, maka perhitungan yang dilakukan dengan program linear akan memberi hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Sebagai model, program linier telah banyak digunakan dalam berbagai bidang aplikasi, termasuk perencanaan produksi, perencanaan infrastruktur, pengaturan modal, perencanaan iklan/promosi, distribusi produk, perencanaan investasi dan analisis Peraturan Pemerintah. Tidak dapat dipungkiri bahwa program linear telah memberikan banyak pengaruh besar terhadap metode kuantitatif modern. Program linear telah banyak membantu perusahaan dan Pemerintah.

Ada empat karakteristik utama yang harus dimiliki oleh suatu masalah Program Linear, yaitu :

1. Tujuan (*objective*) yang ingin dicapai yang dapat digambarkan sebagai suatu fungsi yang dapat dinyatakan dalam bentuk kuantitatif.
2. Harus terdapat berbagai alternatif aktivitas yang saling berkompetisi dalam penggunaan sumber daya yang sama untuk mencapai tujuan.

3. Sumber daya harus berada dalam jumlah terbatas
4. Fungsi tujuan dan sistem kendala harus dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis.

2.3.1. Program Linear Integer

Program Linear Integer (*Integer Linear Programming*) adalah program linear dimana beberapa atau semua variabel terbatas pada nilai integer (diskrit). Ada beberapa jenis program integer, yaitu program integer murni dimana semua variabel adalah integer, program integer binary dimana variabel adalah 0 dan 1 dan program integer campuran jika hanya beberapa variabel saja yang bersifat integer.

Berikut adalah bentuk umum dari model program integer murni:

Fungsi Tujuan

Maximize

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad (2.1.)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad (2.2.)$$

Dimana :

$$X_j \geq 0$$

$$i= 1,2,\dots,m$$

$$j= 1,2,\dots,n$$

$$X_j \text{ integer}$$

a, b dan c adalah konstanta

Istilah yang lebih umum adalah :

- a. Fungsi yang dimaksimumkan, yaitu : $\text{Max } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$ disebut sebagai fungsi tujuan.
- b. Kendala, sebanyak m buah kendala yang sering disebut sebagai kendala fungsional.
- c. Pembatas $X_j \geq 0$ disebut sebagai kendala non negatif

- d. Variabel X_j adalah variabel keputusan
- e. Konstanta a_{ij} , b_i dan c_j adalah parameter-parameter model

2.3.2. Solusi Program Linear

Untuk mendapatkan solusi model Program Linear, maka dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

1. Metode grafik

Metode ini merupakan metode yang termudah, tetapi memiliki kelemahan hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah program linear yang mempunyai variabel keputusan paling banyak hanya dua variabel. Variabel keputusan ini direpresentasikan dengan grafik dua dimensi dengan X_1 sebagai sumbu horizontal dan X_2 sebagai sumbu vertikal.

Prinsip dasar pendekatan grafik adalah :

- a) Fungsi kendala bersama-sama menentukan bentuk *set of feasible region*
- b) Kemiringan fungsi tujuan (=isoprofit/level profit tertentu yang sama) menentukan dimana letak solusi optimum diperoleh
- c) Karena bentuk *set of feasible region* dan kemiringan fungsi tujuan, solusi umumnya merupakan titik sudut (*corner solution*)

2. Metode Simpleks

Metode Simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersifat iterasi, yang bergerak selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrim pada daerah feasible menuju ke titik ekstrim yang optimum (maksimum atau minimum) dengan menggunakan pendekatan operasi matriks (*Gauss-Jordan elimination*). Agar dapat dipecahkan dengan simplex, formulasi masalah dalam notasi matematika harus diubah ke dalam bentuk standar (*standard form*). Kelemahan dari metode simpleks ini adalah terlalu rumit untuk dipecahkan untuk masalah yang besar sehingga diperlukan bantuan komputer.

3. *Software* Komputer

Metode simpleks dikembangkan dalam bentuk perangkat lunak komputer *Linear Interactive Discrete Optimizer* (LINDO) yang didesain khusus oleh Prof. Linus Schrage, dari Graduate School of Business Chicago, untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk program linear. Output hasil olahan program LINDO ini dapat berupa format tabel simpleks dan berupa format LINDO. Output dalam format LINDO ini lebih mudah dimengerti dan komunikatif serta merupakan kesimpulan-kesimpulan dari format tabel simpleks. Output LINDO ini juga termasuk hasil perhitungan tambahan yang diperlukan untuk analisa sensitifitas.

Bentuk standar model matematika sebagai masukan program LINDO cukup sederhana, yaitu hanya memisahkan antara variabel diruas kiri dan konstanta diruas kanan. Output yang dihasilkan terdiri atas tiga bentuk yaitu nilai fungsi obyektif, analisa sensitifitas, dan table optimum simpleks. Dimana informasi yang diperoleh dari penyelesaian metode grafik maupun metode simpleks sebelumnya dapat langsung dilihat secara jelas pada tabel output LINDO.

Contoh Program Linear Integer :

Misal : Ada sebuah perusahaan sepatu yang memproduksi tiga jenis barang yaitu Sepatu anak, sepatu pria dan sepatu perempuan dengan biaya produksi masing-masing adalah Rp150.000, Rp.200.000, dan Rp. 400.000, adapun keuntungan penjualan untuk masing-masing barang adalah Rp.50.000, Rp. 80.000 dan Rp. 100.000, sedangkan perusahaan hanya memiliki modal Rp 5.000.000, jumlah sepatu anak yang diproduksi minimal 5 buah, berapakah jumlah produksi masing-masing barang agar keuntungan perusahaan maksimum?

Penyelesaian dengan program linear integer adalah sebagai berikut :

Masalah diatas diformulasikan :

1. Variabel Keputusan

X_1 = Jumlah sepatu anak yang diproduksi

X_2 = Jumlah sepatu pria yang diproduksi

X_3 = Jumlah sepatu wanita yang diproduksi

2. Fungsi Obyektif

Memaksimumkan Keuntungan

$$\text{Max } Z = 50X_1 + 80X_2 + 100X_3 \text{ (dalam ribuan rupiah)}$$

3. Kendala yang harus dipenuhi

$$\text{Modal : } 150X_1 + 200X_2 + 400X_3 \leq 5.000$$

$$\text{Min } X_1 : X_1 \geq 5$$

X_1, X_2, X_3 integer

Masalah tersebut ditulis dalam LINDO menjadi :

$$\text{Max } 50X_1 + 80X_2 + 100X_3$$

s.t

$$\text{Modal) } 150X_1 + 200X_2 + 400X_3 \leq 5000$$

$$\text{Min } X_1) X_1 \geq 5$$

End

Gin X_1 , Gin X_2 , Gin X_3

Hasil analisa LINDO adalah :

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
OBJECTIVE VALUE = 1950.00000
FIX ALL VARS.( 1) WITH RC > 0.000000E+00
SET X2 TO >= 21 AT 1, BND= 1930. TWIN= 1933. 11
NEW INTEGER SOLUTION OF 1930.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 11
BOUND ON OPTIMUM: 1940.000
DELETE X2 AT LEVEL 1
RELEASE FIXED VARIABLES
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 14
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 1930.000
VARIABLE VALUE REDUCED COST
X1 5.000000 -50.000000
X2 21.000000 -80.000000
X3 0.000000 -100.000000
ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
MODAL) 50.000000 0.000000
MINX1) 0.000000 0.000000
NO. ITERATIONS= 14
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

```

Interpretasi LINDO :

- Nilai yang tertera pada *Objective Function Value* merupakan solusi optimal dari fungsi obyektif, dalam hal ini jumlah keuntungan maksimum adalah Rp. 1.930.000,-
- Variable X_1 , X_2 dan X_3 adalah nilai variabel dimana memberikan hasil yang optimal, dalam hal ini jumlah produksi sepatu anak 5, sepatu pria 21 dan sepatu wanita tidak diproduksi.
- Pada modal dengan memproduksi barang pada titik optimal maka masih terdapat modal yang tersisa (*surplus*) sebesar Rp. 50.000,-

2.4. HASIL STUDI TERKAIT

Banyak studi yang terkait dengan penelitian ini, maka untuk memudahkan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu :Studi mengenai hubungan tenaga listrik dengan ekonomi, studi mengenai listrik perdesaan, dan studi optimasi listrik perdesaan dengan menggunakan program linear.

2.4.1 Studi Mengenai Hubungan Tenaga Listrik dengan Ekonomi

Saat ini banyak negara menghadapi permasalahan kurangnya suplai tenaga listrik, padahal suplai tenaga listrik merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dinegara tersebut. Pada banyak studi yang dilakukan di Negara berkembang seperti di Taiwan dan Srilangka menunjukkan bahwa adanya korelasi yang kuat antara penggunaan listrik dan pembangunan ekonomi. Sejalan dengan hal ini, dari hasil studi yang dilakukan oleh Yang di Taiwan dan Marimoto di Srilangka mengenai dampak suplai tenaga listrik terhadap pertumbuhan ekonomi didapat bahwa tenaga listrik memiliki pengaruh yang signifikan pada perubahan GDP real di Taiwan dan Srilangka. Dimana pada fase awal, pembangunan infrastruktur termasuk tenaga listrik akan sangat mempengaruhi perkembangan ekonomi. Dalam perkembangannya, terbentuk struktur korelasi dua arah pada saat *multiplier effect* dari pertumbuhan ekonomi menuntut ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang mencukupi.

Adapun model yang dikembangkan oleh Yang (2000) mengenai hubungan bi directional causal antara Gross Domestic Product (GDP) dengan konsumsi listrik di Taiwan antara periode tahun 1954 – 1997. Yang (2000) dengan Granger-causality test dan menemukan keterbatasan tenaga listrik dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Taiwan. Yang menggunakan first differenced real GDP sebagai variable dependent dan lagged first differenced konsumsi tenaga listrik dan lagged first differenced real GDP sebagai variable independent seperti model yang digambarkan dalam persamaan berikut :

$$\Delta GDP_t = a + \sum_{i=1}^3 b_i \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 c_i \Delta ELECT_{t-i} + u_t \quad (2.3)$$

Dimana :

ΔGDP_t = *first differenced real GDP* di Taiwan pada saat t

$\Delta ELECT_{t-i}$ = *first difference of electricity consumption* di Taiwan pada saat t-i dan

u_t = *error term* pada saat t.

Pada penelitian dampak suplai tenaga listrik terhadap pertumbuhan ekonomi di Sri Lanka yang dilakukan oleh Marimoto and Hope (2001) maka model diatas dilakukan perubahan karena Sri Lanka tidak ada impor atau ekspor tenaga listrik, dimana jumlah tenaga listrik yang diproduksi dan dikonsumsi hampir sama. Pada Negara Sri Lanka perubahan produksi tenaga listrik pada saat t, $\Delta ELECT_t$, harus termasuk pertumbuhan GDP pada saat t karena sangat tergantung pada suplai tenaga listrik pada saat t, sehingga persamaan diatas dimodifikasi menjadi :

$$\Delta GDP_t = a + \sum_{i=1}^3 b_i \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^2 c_i \Delta ELECT_{t-i} + v_t \quad (2.4)$$

Dimana :

ΔGDP_t = *first differenced real GDP* di Sri Lanka pada saat t,

$\Delta ELECT_{t-i}$ = *first difference of electricity production* di Sri Lanka pada saat t-i, dan

v_t = *error term* pada saat t.

Sehingga terdapat hubungan kausalitas antara pertumbuhan ekonomi dengan konsumsi energi (khususnya listrik), yang artinya semakin tinggi pertumbuhan ekonomi yang dicapai, semakin tinggi pula tingkat kebutuhan energi listrik. Sejalan dengan hal itu, Rencana Umum

Ketenagalistran Nasional (RUKN) tahun 2008-2027 menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia yang sustainable sebesar 6,1 persen/tahun dalam 20 tahun ke depan akan meningkatkan pertumbuhan kebutuhan tenaga listrik sebesar 9,2% per tahun dengan asumsi pertumbuhan penduduk 1,3%.

Dengan demikian, mengingat kebutuhan akan pertumbuhan ekonomi bersifat terus menerus, maka *scarcity problem* akan berlaku secara alamiah dalam usaha ketenagalistran. Konsekuensi dari kondisi tersebut adalah terdapatnya *gap* atau kesenjangan antara penyediaan tenaga listrik dengan kebutuhan yang cukup besar dan cenderung membesar di masa depan. Selisih antara pasokan dan permintaan energi listrik (kesenjangan) tersebut tidak pernah bisa dipenuhi kalau hanya mengandalkan tingkat pertumbuhan alamiah dari penyediaan tenaga listrik., sehingga hal ini dapat menyebabkan tidak tercapainya tingkat pertumbuhan ekonomi yang diinginkan. Untuk itulah diperlukan intervensi Pemerintah terhadap pasar tenaga listrik.

2.4.2. Studi Mengenai Listrik Perdesaan (*Rural Electrification*)

Terkait dengan intervensi Pemerintah dalam misi sosial yang berupa program listrik perdesaan ternyata listrik perdesaan (*Rural Electrification*) juga dilakukan oleh banyak negara berkembang di dunia seperti Colombia, Peru, Chile, Vietnam, Laos, Bangladesh, India, Thailand, Malaysia dan negara berkembang lainnya.

Bahkan dampak listrik perdesaan di banyak negara berkembang juga sudah pernah dilakukan studi oleh World Bank (2008) dimana akses listrik akan memberi keuntungan kepada penggunaan rumah tangga seperti lampu dan televisi, kesehatan, pendidikan, peningkatan produksi dan nilai tambah lainnya sehingga secara umum akan memperbaiki kualitas hidup. Bahkan study ini juga menunjukkan bahwa *willingness to pay* untuk listrik cukup tinggi bahkan melebihi biaya suplai listrik dengan *Long Run Marginal Cost*.

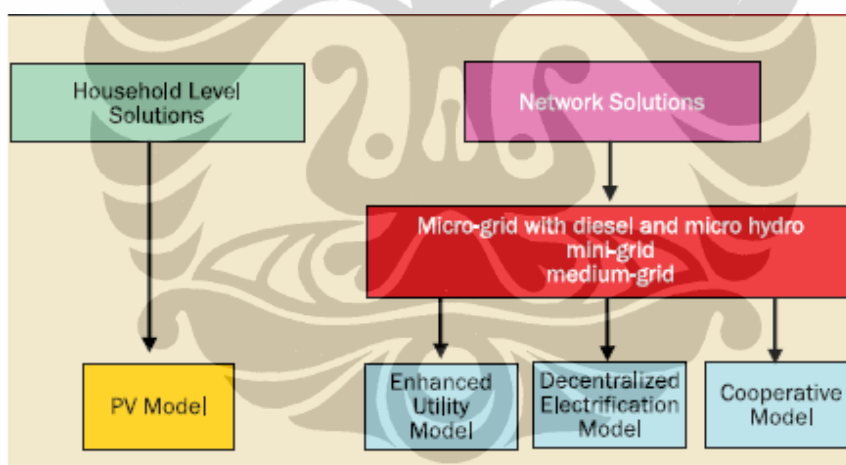
Menurut Krothapalli dan Greska (2007) untuk mendapatkan *sustainable rural electrification program* yang sukses maka diperlukan sebagai berikut :

1. *Cost-effective and efficient technology*

2. *Absence of existing infrastructure*
3. *Rapid deployment*
4. *Locally generated energy source*
5. *The high “first cost” must be largely met by government subsidies*
6. *Integrated approach with the community involvement rather than project based approach.*

Pemerintah melalui Direktorat Jenderal listrik dan Pemanfaatan Energi (2007) telah melakukan studi mengenai listrik perdesaan dimana perlunya peningkatan peranan Pemerintah Daerah melalui skema listrik perdesaan terdesentralisasi.

Program listrik perdesaan di Indonesia juga telah dilakukan studi oleh World Bank (2005) dimana untuk meningkatkan akses listrik di Indonesia ada empat solusi model yang ditawarkan yaitu *PV Model*, *Enhanced Utility Model*, *Decentralized Electrification Model* dan *Cooperative Model*, seperti pada gambar berikut :



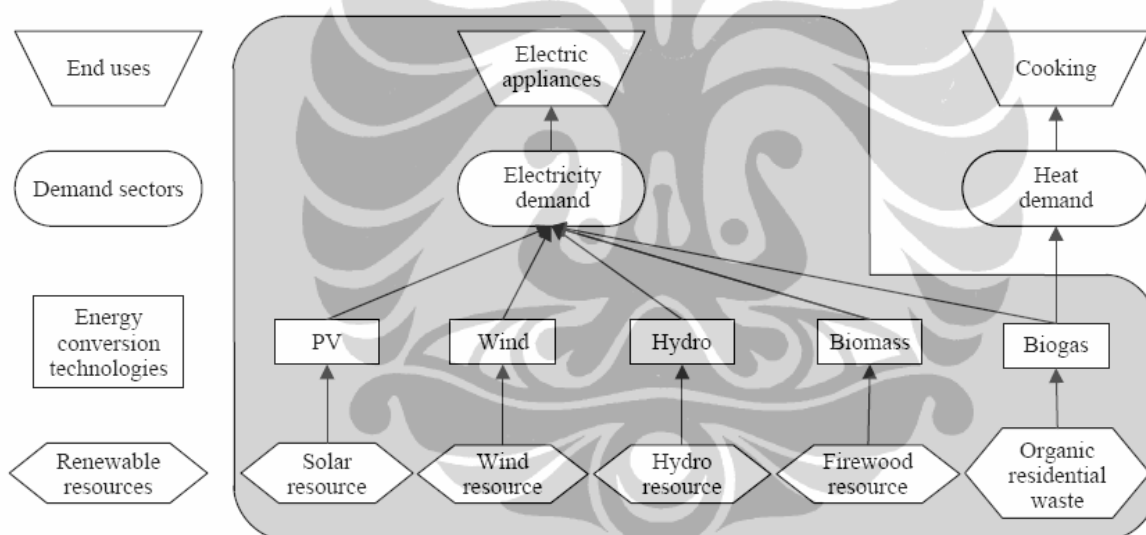
Gambar 2.4. Model Institusional yang ditawarkan

2.4.3. Studi Optimasi Listrik Perdesaan dengan Menggunakan Program Linear

Menurut Silva dan Nakata (2007) yang melakukan studi listrik perdesaan (*rural electrification*) di Colombia dengan menggunakan energi baru terbarukan melakukan optimasi menggunakan program linear dengan pendekatan *multiple objective* yaitu *Cost minimum*, *Job maximum*, *Land use minimum* dan *Emissions minimum*. Adapun *Cost minimum* adalah biaya minimum yang diperlukan untuk membangkitkan listrik, *job maximum* adalah jumlah pekerja

maksimum yang terlibat, *Land Use minimum* adalah jumlah luas area minimum yang diperlukan untuk membangkitkan listrik dan *Emissions minimum* adalah jumlah emisi CO₂ minimum yang dihasilkan dari pembangkit listrik.

Pada gambar 2.5 dibawah dapat dilihat bahwa listrik perdesaan di Colombia, menggunakan 5 jenis pembangkit listrik yaitu : PV (*Photo Voltaic*) menggunakan sumber energi panas matahari, *wind* menggunakan sumber energi angin (PLTB), *Hydro* menggunakan sumber energy air (PLTMH), Biomass menggunakan sumber kayu bakar dan Biogas menggunakan sampah organik rumah tangga. Kelima teknologi pembangkit tersebut digunakan untuk memenuhi permintaan listrik untuk penggunaan alat-alat listrik dan khusus untuk biogas juga digunakan untuk memenuhi permintaan panas yang digunakan untuk memasak.



Gambar 2.5 Model Isolated Rural Electrification di Colombia

Sumber :Silva dan Nakata (2007), *Renewable Technologies for Rural Electrification in Colombia : a multiple objective approach*.

Karena fungsi tujuannya ada empat sehingga menggunakan model *goal linear programming*, yaitu :

$$Z_{\min} = P_c d_c^+ + P_w d_w^- + P_l d_l^+ + P_e d_e^+ \quad (2.5)$$

Subject to

$$x_{BM} + x_{BG} + x_{PV} + x_W + x_H \geq D_{\text{Total}} \quad (2.6)$$

$$\frac{x_{BM}}{\eta_{BM}} \leq r_{BM}; \quad \frac{x_{BG}}{\eta_{BG}} \leq r_{BG}; \quad \frac{x_{PV}}{\eta_{PV}} \leq r_{PV}; \quad \frac{x_W}{\eta_W} \leq r_W; \quad \frac{x_H}{\eta_H} \leq r_H \quad (2.7)$$

$$c_{BM}x_{BM} + c_{BG}x_{BG} + c_{PV}x_{PV} + c_Wx_W + c_Hx_H + \sigma_c(d_c^- - d_c^+) = g_c \quad (2.8)$$

$$w_{BM}x_{BM} + w_{BG}x_{BG} + w_{PV}x_{PV} + w_Wx_W + w_Hx_H + \sigma_w(d_w^- - d_w^+) = g_w \quad (2.9)$$

$$l_{BM}x_{BM} + l_{BG}x_{BG} + l_{PV}x_{PV} + l_Wx_W + l_Hx_H + \sigma_l(d_l^- - d_l^+) = g_l \quad (2.10)$$

$$e_{BM}x_{BM} + e_{BG}x_{BG} + e_{PV}x_{PV} + e_Wx_W + e_Hx_H + \sigma_e(d_e^- - d_e^+) = g_e \quad (2.11)$$

Dimana :

d^+ = *Overachievement of goal*

d^- = *Underachievement of goal*

P = *Preemptive priority factor*

x = *Electricity supply (kWh/year)*

D_{Total} = *Total electricity demand (kWh/year)*

η = *Energy conversion efficiency of each technology*

r = *Resource availability (kWh/year)*

c = *Electricity generation cost (US\$/kWh)*

w = *Employment generation (jobs/kWh)*

l = *Land use (m²/kWh/year)*

e = *CO₂ emissions (kg CO₂/kWh)*

σ = *Scaling factor*

g = *Goal value*

BM = *Biomass (direct combustion of biomass)*

BG = *Biogas (anaerobic digestion of biomass and posterior combustion)*

PV = *Solar photovoltaic panels (PLTS)*

W = *Windmill (PLTB)*

H = *Small hydro power system (PLTMH)*

Pada persamaan 2.5. diatas merupakan fungsi tujuan dari model, karena ada empat tujuan yang dicapai maka fungsi tujuannya akan meminimumkan jumlah deviasi (penyimpangan) dari masing-masing fungsi tujuan yaitu *Cost minimum*, *Job maximum*, *Land use minimum* dan *Emissions minimum* terhadap tujuan semula. Persamaan 2.6. diatas merupakan fungsi kendala dari suplai listrik yang menggunakan lima jenis pembangkit yaitu PV, Wind, Hydro, Biomass dan Biogas yang harus dapat memenuhi permintaan listrik total rural electrification di Colombia. Persamaan 2.7. diatas merupakan fungsi kendala dari suplai listrik yang menggunakan lima jenis pembangkit tersebut dibagi dengan efisiensi konversi energi setiap teknologi pembangkit dimana dibatasi potensi masing-masing energi yang tersedia.

Persamaan 2.8 diatas merupakan tujuan pertama yang hendak dicapai untuk *electricity generation cost* yaitu dengan biaya yang minimum (*cost minimum*) dari lima jenis pembangkit yang digunakan. Persamaan 2.9 diatas merupakan tujuan kedua yang hendak dicapai untuk *employment generation* yaitu dengan jumlah pekerja maksimum (*job maximum*) dari pembangunan lima jenis pembangkit yang digunakan. Persamaan 2.10 diatas merupakan tujuan ketiga yang hendak dicapai untuk penggunaan lahan yang digunakan yaitu dengan menggunakan lahan yang seminimum mungkin (*land minimum*) dari pembangunan lima jenis pembangkit yang digunakan. Persamaan 2.11 diatas merupakan tujuan terakhir yang hendak dicapai untuk emisi CO₂ yang dihasilkan yaitu dengan menggunakan pembangkit yang menghasilkan CO₂ minimum (*Emissions minimum*).

Dari model yang dikembangkan oleh Silva dan Nakata (2007) diatas, maka dilakukan penyesuaian dengan kondisi listrik perdesaan di Indonesia. Dimana dari ke empat tujuan diatas, maka hanya model *cost minimum* yang digunakan. Untuk tujuan *job maximum*, *land minimum* dan *emissions minimum* tidak digunakan, karena pada program listrik perdesaan tidak memasukkan kriteria banyaknya pekerja yang terlibat, dimana luas lahan tidak jadi masalah serta untuk emisi juga tidak ada masalah karena jenis pembangkit yang digunakan hanya tiga yaitu PLTS, PLTB dan PLTMH yang semuanya ramah lingkungan.

Sehingga model program linear yang digunakan untuk penelitian ini adalah dengan *cost minimum* dengan tujuan memaksimalkan akses listrik serta dengan memasukkan fungsi kendala potensi energi, kebutuhan daerah tersebut untuk semua jenis pembangkit yang digunakan.

BAB III

LISTRIK PERDESAAN

3.1. PERKEMBANGAN PERATURAN KETENAGALISTRIKAN

Selama tiga dasawarsa terakhir, penyediaan tenaga listrik dilakukan oleh PT PLN sebagai Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan (PKUK). Permintaan listrik yang tinggi dalam kurun waktu tersebut tidak sepenuhnya mampu dipenuhi oleh PKUK, sehingga partisipasi dari pelaku-pelaku lain seperti koperasi, swasta dan industri sangat diperlukan untuk membangkitkan tenaga listrik baik untuk kepentingan sendiri maupun untuk kepentingan umum. Terbitnya Keputusan Presiden Nomor 37 Tahun 1992 tentang Usaha Penyediaan Tenaga Listrik oleh swasta, membuka jalan bagi usaha ketenagalistrikan untuk kepentingan umum skala besar, baik bagi proyek yang direncanakan oleh Pemerintah maupun melalui partisipasi swasta.

Akibat krisis ekonomi yang menerpa Indonesia pada pertengahan tahun 1997, kemampuan Pemerintah dan swasta untuk mendanai proyek-proyek termasuk proyek kelistrikan sangat rendah, sehingga Pemerintah menerbitkan Keputusan Presiden Nomor 39 Tahun 1997 tentang Penangguhan/Pengkajian Kembali Proyek Pemerintah, Badan Usaha Milik Negara, dan Swasta yang berkaitan dengan Pemerintah/Badan Usaha Milik Negara, maka proyek-proyek yang telah direncanakan oleh Pemerintah/Badan Usaha Milik Negara ditangguhkan atau dikaji kembali. Kemudian Pemerintah memutuskan untuk mempercepat program restrukturisasi sektor ketenagalistrikan. Program restrukturisasi meliputi: restrukturisasi Industri, pengenalan kompetisi, penetapan tarif, pengembalian biaya dan subsidi, rasionalisasi dan ekspansi partisipasi swasta, redefinisi peran pemerintah, memperkuat kerangka hukum dan pengaturan. Kebijakan untuk merestrukturisasi sektor ketenagalistrikan mendorong perlunya dilakukan perubahan yang mendasar atas Undang-Undang Nomor: 15 Tahun 1985 Tentang Ketenagalistrikan, termasuk penjabaran kebijakan listrik perdesaan yaitu perlunya pemisahan misi sosial dan misi komersial yang jelas. Kebijakan Restrukturisasi berjalan dalam kurun lima tahun hingga tahun 2002.

Sejalan dengan makin membaiknya perekonomian Indonesia, maka kebutuhan listrik kembali meningkat, sehingga pemerintah menerbitkan Keputusan Presiden Nomor 15 Tahun

2002 tentang Pencabutan Keputusan Presiden Nomor 39 Tahun 1997 tentang Penangguhan/Pengkajian Kembali Proyek Pemerintah, Badan Usaha Milik Negara, dan swasta yang berkaitan dengan Pemerintah/Badan Usaha Milik Negara, maka proyek 26 *Independent Power Producer* (IPP) yang ditunda telah selesai dinegosiasi ulang.

Pada tahun 2002 diterbitkan Undang-Undang Nomor: 20 tahun 2002 tentang Ketenagalistrikan. Undang-undang tersebut mengatur penyelenggaraan usaha ketenagalistrikan menurut fungsi usaha. Penyediaan tenaga listrik perlu diselenggarakan secara efisien melalui kompetisi dan transparansi dalam iklim usaha yang sehat dengan pengaturan yang memberikan perlakuan yang sama kepada semua pelaku usaha dan memberi manfaat yang adil dan merata kepada semua konsumen. Sesuai dengan isi dalam UU No. 20/2002 tersebut, misi sosial sektor ketenagalistrikan menjadi tanggung jawab Pemerintah dan Pemerintah Daerah.

Namun pada tanggal 15 Desember 2004 Mahkamah Konstitusi menetapkan Undang-Undang tersebut dibatalkan berdasarkan alasan adanya konflik dengan konstitusi di Indonesia. Interpretasi yang diambil oleh Mahkamah Konstitusi tersebut adalah bahwa Negara seharusnya memegang kontrol pada sektor ketenagalistrikan dengan cara mengatur, memfasilitasi dan mengoperasikannya. Lebih jauh, dikatakan bahwa fasilitas produksi listrik harus terpadu dan tidak dimungkinkannya dilakukan *unbundling* dari PLN. Keputusan Mahkamah Konstitusi yang membatalkan undang undang ini, menyebabkan diberlakukannya kembali undang undang sebelumnya yaitu UU No. 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan.

Pemerintah secara cepat pada tanggal 16 Januari 2005 mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2005 Tentang Perubahan Atas PP No. 10 Tahun 1989 Tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik sebagai acuan pelaksanaan. Tujuan dari peraturan ini adalah untuk menjadi panduan pelaksanaan UU No.15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan yang berlaku lagi namun tidak mempunyai kerangka pelaksanaan yang cukup sebagai arahan untuk menghadapi kebutuhan dan tantangan kelistrikan yang ada saat ini.

Sesuai dengan Undang-Undang No. 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan. maka PT. PLN (Persero) sebagai Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan (PKUK) wajib menyediakan

menyediakan tenaga listrik dengan jumlah yang cukup dan merata dengan mutu pelayanan yang baik. Ketersediaan tenaga listrik yang andal dengan tingkat harga terjangkau diseluruh wilayah Indonesia merupakan salah satu tujuan utama dari kebijakan sektor ketenagalistrikan. Namun demikian, luasnya wilayah geografis dan tersebarnya populasi penduduk di Indonesia menyebabkan tidak semua wilayah mampu dijangkau dan dilayani oleh PT. PLN (Persero).

Dengan diberlakukannya Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan pada tanggal 23 September 2009 maka dinyatakan Undang-Undang Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan dicabut dan tidak berlaku lagi, dimana Undang-Undang baru ini menyatakan bahwa usaha penyediaan tenaga listrik dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat yang penyelenggaraannya dilakukan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah. Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya menetapkan kebijakan, pengaturan, pengawasan, dan melaksanakan usaha penyediaan tenaga listrik.

Pemerintah dan pemerintah daerah menyelenggarakan usaha penyediaan tenaga listrik yang pelaksanaannya dilakukan oleh badan usaha milik negara dan badan usaha milik daerah. Untuk lebih meningkatkan kemampuan negara dalam penyediaan tenaga listrik, Undang-Undang baru ini memberi kesempatan kepada badan usaha swasta, koperasi, dan swadaya masyarakat untuk berpartisipasi dalam usaha penyediaan tenaga listrik. Sesuai dengan prinsip otonomi daerah, Pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya menetapkan izin usaha penyediaan tenaga listrik.

Berbagai permasalahan ketenagalistrikan yang saat ini dihadapi oleh bangsa dan negara telah diantisipasi dalam Undang-Undang baru ini yang mengatur, antara lain, mengenai pembagian wilayah usaha penyediaan tenaga listrik yang terintegrasi, penerapan tarif regional yang berlaku terbatas untuk suatu wilayah usaha tertentu, pemanfaatan jaringan tenaga listrik untuk kepentingan telekomunikasi, multimedia, dan informatika, serta mengatur tentang jual beli tenaga listrik lintas negara yang tidak diatur dalam Undang-Undang Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan

3.2. KONDISI KELISTRIKAN SAAT INI

Dalam perkembangan Sistem Kelistrikan Nasional dapat dibedakan dalam 2 (dua) sistem besar yaitu sistem kelistrikan terinterkoneksi dan sistem kelistrikan terisolasi. Sistem kelistrikan di Jawa-Madura-Bali dan Sumatera merupakan sistem yang telah berkembang dan merupakan sistem kelistrikan yang terinterkoneksi melalui jaringan transmisi tegangan tinggi dan jaringan transmisi tegangan ekstra tinggi.

Sistem kelistrikan di luar pulau Jawa-Madura-Bali dan Sumatera merupakan sistem kelistrikan yang relatif belum berkembang, dimana satu sama lain belum sepenuhnya terinterkoneksi. sistem masih terdiri dari sub-sistem dan sub-sistem kecil yang masing-masing terpisah satu sama lain dan masih terdapat daerah-daerah terpencil yang masih berdiri sendiri dan terisolasi (*isolated system*).

Total kapasitas terpasang saat ini sebesar 30.404 MW yang terdiri dari pembangkit PLN sebesar 25.315 MW (83%) dan pembangkit swasta (IPP) sebesar 4.269 MW (14%) serta pembangkit terintegrasi (PPU) sebesar 920 MW (3). Sedangkan prakiraan kebutuhan tenaga listrik secara nasional adalah naik rata-rata 6,9 % pertahun, kebutuhan tenaga listrik tersebut akan meningkat sejalan dengan perkembangan ekonomi daerah dan pertumbuhan penduduk.

Saat ini banyak daerah-daerah yang mengalami krisis penyediaan tenaga listrik sehingga dilakukan upaya menanggulangi melalui dua pendekatan, yaitu melalui Program Penanggulangan Jangka Pendek dan Program Penanggulangan Jangka Menengah/Panjang. Program penanggulangan jangka pendek dilakukan untuk penyelesaian krisis penyediaan tenaga listrik secara cepat sebelum pembangkit yang sudah direncanakan selesai dibangun, sehingga pemadaman yang terjadi dapat dihindari secepat mungkin. Program ini dilakukan melalui kegiatan penambahan kapasitas pembangkit dan penyaluran daya melalui jaringan transmisi dan distribusi. Penambahan daya dilakukan melalui sewa pembangkit, pembelian kelebihan kapasitas pembangkit *captive* dan pengadaan pembangkit baru yang cepat masa pembangunannya. Di samping itu dilakukan upaya pengurangan beban puncak melalui pengurangan pemakaian listrik pada saat beban puncak. Program penanggulangan jangka menengah/panjang dengan

pembangunan pembangkit tenaga listrik yang baru, baik oleh PT PLN (Persero) maupun IPP yang memerlukan waktu konstruksi 3 - 5 tahun.

3.3. KEBIJAKAN KETENAGALISTRIKAN NASIONAL TERKAIT DENGAN PROGRAM LISTRIK PERDESAAN

Tenaga listrik, sebagai salah satu hasil pemanfaatan kekayaan alam, mempunyai peranan penting bagi negara dalam mewujudkan pencapaian tujuan pembangunan nasional. Sehingga Pemerintah menetapkan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) yang merupakan kebijakan umum dibidang ketenagalistrikan yang terpadu mencakup antara lain, prakiraan kebutuhan dan penyediaan tenaga listrik, kebijakan investasi dan pendanaan, kebijakan pemanfaatan sumber energi primer serta energi baru dan terbarukan untuk pembangkit tenaga listrik.

Sesuai dengan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) Pembangunan ketenagalistrikan bertujuan untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, kualitas yang baik, dan harga yang wajar dalam rangka meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Adapun Visi Pemerintah di sektor ketenagalistrikan adalah dapat melistriki seluruh rumah tangga, desa serta memenuhi kebutuhan industri yang berkembang cepat dalam jumlah yang cukup, transparan, efisien, andal, aman dan akrab lingkungan untuk mendukung pertumbuhan perekonomian nasional dan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik sesuai visi tersebut, maka Pemerintah mengambil langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membangkitkan tenaga listrik dalam skala besar untuk masyarakat perkotaan, daerah yang tingkat kepadatannya tinggi atau sistem kelistrikan yang besar;
- b. Memberikan prioritas kepada pembangkit tenaga listrik dari energi terbarukan untuk kelistrikan desa dan daerah terpencil;
- c. Menjaga keselamatan ketenagalistrikan dan kelestarian fungsi lingkungan; dan
- d. Memanfaatkan sebesar-besarnya tenaga kerja, barang dan jasa produksi dalam negeri.

Adapun sasaran Rasio Elektrifikasi yang ingin dicapai untuk dua puluh tahun mendatang dan kondisinya saat ini dapat di lihat pada tabel dibawah (sesuai dengan RUKN 2008-2027)

Tabel 3.1 Rasio Elektrifikasi (%)

No.	PROVINSI/DAERAH/ WILAYAH	2007	2010	2015	2020	2025
1.	NAD	74,91	76	85	100	100
2.	Sumut	69,32	84	96	100	100
3.	Sumbar	68,72	81	95	100	100
4.	Riau dan Kepri	54,66	70	80	90	100
5.	Sumatera Selatan, Jambi dan Bengkulu	49,58	56	70	80	95
6.	Lampung	47,66	60	80	91	100
7.	Babel	72,45	80	90	100	100
8.	Batam	*)	90	100	100	100
9.	Jawa-Bali-Madura	76,11	85	95	100	100
10.	Kaltim	68,37	80	94	100	100
11.	Kalselteng	57,86	66	79	96	100
12.	Kalbar	45,65	65	81	93	99
13.	Sulutenggo	54,32	59	68	88	95
14.	Sulselrabar	46,56	63	70	85	96
15.	NTB	31,99	50	63	70	85
16.	NTT	24,24	35	42	69	84
17.	Maluku dan Maluku Utara	51,59	60	75	90	100
18.	Papua dan Papua Barat	32,05	50	63	75	90
	Total Indonesia	64,34	67,2	79,2	90,4	93

*) Rasio elektrifikasi Batam Tahun 2007 telah tergabung dalam rasio elektrifikasi Riau dan Kepri

Sumber : RUKN 2008 - 2027

Sesuai dengan Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan pada pasal 3 ayat 3 disebutkan bahwa untuk penyediaan tenaga listrik maka Pemerintah dan Pemerintah Daerah menyediakan dana untuk kelompok masyarakat tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil dan perbatasan dan pembangunan listrik perdesaan.

Sesuai dengan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) maka kebijakan Pemerintah untuk penanganan listrik desa dan misi sosial adalah sebagai berikut : Penanganan misi sosial dimaksudkan untuk menjaga kelangsungan bantuan bagi masyarakat tidak mampu, menjaga kelangsungan upaya perluasan akses pelayanan listrik pada wilayah yang belum terjangkau listrik, mendorong pembangunan/pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan

kesejahteraan rakyat. Penanganan misi sosial diperlukan untuk dapat dilaksanakan secara operasional melalui PT. PLN atau dilaksanakan langsung oleh Pemerintah.

3.4. PERKEMBANGAN LISTRIK PERDESAAN

Program listrik perdesaan di Indonesia secara resmi dimulai pada tahun 1976 berdasarkan SK. Menteri PUTL No. 16/PRT/1976 tanggal 20 Oktober 1976. sebelum terbit SK tersebut, perkembangan sistem kelistrikan di Indonesia lebih terkonsentrasi pada pengembangan listrik perkotaan yang dipandang lebih memberikan keuntungan finansial daripada pengembangan listrik perdesaan yang hanyalah merupakan perluasan dari listrik perkotaan ke desa-desa yang letaknya di sekitar kota.

Program listrik perdesaan adalah program pelayanan listrik untuk konsumen yang tinggal di desa yang tidak terletak di ibukota negara, propinsi, dan kabupaten. Tujuan program listrik perdesaan adalah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat desa melalui penyediaan tenaga listrik untuk mendukung dan merangsang kegiatan ekonomi diperdesaan. Dalam Undang-Undang tentang Ketenagalistrikan lebih dipertegas lagi bahwa pembangunan ketenagalistrikan ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata, baik rakyat yang tinggal di daerah perkotaan maupun diperdesaan, serta untuk mendorong peningkatan kegiatan ekonomi, sehingga bukan hanya masyarakat perkotaan saja yang perlu mendapat program kelistrikan tetapi masyarakat desapun perlu mendapat program tersebut.

Pada Tahun Anggaran 1977/78, tahun pertama dilaksanakan program listrik perdesaan, jumlah pelanggan yang berhasil dilistriki sebanyak 3800 pelanggan, desa terlistriki sebanyak 76 desa. Pada akhir Pelita II (31 Maret 1979), dua tahun setelah program listrik perdesaan diintensifkan, terdapat sekitar 280.000 pelanggan, desa terlistriki mencapai 2.244 desa. Pada akhir Pelita III(31 Maret 1984) jumlah pelanggan mencapai 1,4 juta, desa terlistriki meningkat menjadi 7.636 desa. Pada akhir Pelita IV(31 Maret 1989) meningkat lagi menjadi 4,7 juta pelanggan, desa terlistriki 18.794 desa.

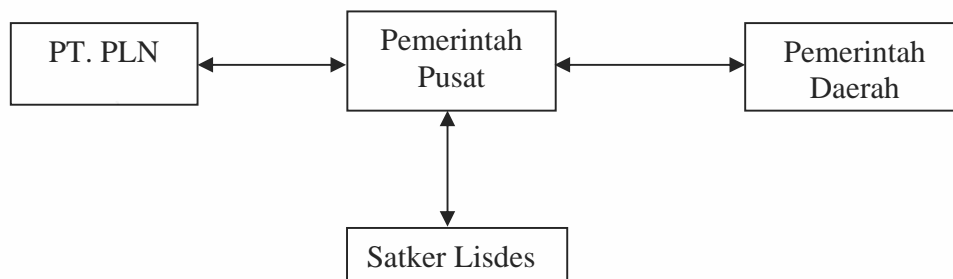
Perkembangan listrik perdesaan pada Pelita V dan selanjutnya terdapat dalam Tabel berikut ini :

Tabel 3.2. Perkembangan Listrik Perdesaan

Tahun	Jumlah Rumah Tangga (KK)	Jumlah Seluruh Desa	Jumlah pelanggan	Desa Terlistriki	
				Jumlah Desa	%
Repelita V					
1989/1990	36.558.390	61.975	5.419.695	20.612	33,26
1990/1991	37.426.575	61.975	6.361.644	23.316	37,62
1991/1992	37.983.818	61.975	6.844.035	25.112	40,52
1992/1993	38.705.512	61.975	7.562.512	27.090	43,71
1993/1994	39.722.000	61.975	8.916.716	31.991	51,62
Repelita VI					
1995	42.452.869	61.975	11.911.897	38.272	61,75
1996	43.118.021	61.975	13.929.505	42.724	68,94
1997	43.780.478	61.975	16.056.144	45.364	73,20
1998	44.439.870	61.975	17.755.276	47.881	77,26
1999	49.904.300	61.975	18.561.907	48.439	82,74
2000	51.513.364	58.545	19.264.138	49.155	83,96
2001	53.503.170	60.049	19.905.503	49.476	82,39
2002	55.040.999	66.215	20.060.172	48.251	78,55
2003	56.562.731	62.937	29.997.554	53.622	85,20
2004	58.250.500	63.093	31.095.970	54.421	86,26
2005	59.514.636	65.961	32.174.485	55.213	87,51
2006	56.343.583	71.555	33.118.324	65.232	91,16
2007	55.376.392	71.555	35.629.804	65.776	91,92

Sumber : Statistik Ketenagalistrikan dan Energi Tahun 2007

Saat ini ada empat pihak yang terlibat dalam program listrik perdesaan seperti pada gambar 3.1. dibawah, yaitu : Pemerintah Pusat yang menyediakan dana APBN untuk program listrik perdesaan, Pemerintah Daerah yang mengetahui kebutuhan listrik daerahnya dan juga menyediakan dana APBD-nya, PT. PLN sebagai produsen yang menyediakan tenaga listrik dan memiliki jaringan listrik, sehingga untuk daerah yang tidak terlalu jauh dapat dilakukan melalui perluasan jaringan (*on grid*) dan Satker Lisdas sebagai pelaksana program listrik perdesaan yang dibentuk Pemerintah yang juga merupakan staf PT. PLN.



Gambar 3.1. Hubungan antara Stakeholder dalam Program Listrik Perdesaan

3.4.1. Perencanaan Program Listrik Perdesaan

Perencanaan Program listrik perdesaan dilakukan setiap tahun anggaran dengan cara sebagai berikut :

- Pemerintah Pusat cq. Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) setiap awal tahun meminta data ke Pemerintah Daerah untuk usulan program listrik perdesaan tahun berikutnya.
- Pemerintah Daerah mengirimkan usulan program listrik perdesaan termasuk ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* untuk PLTMH.
- Baik ada atau tidak ada usulan dari Pemerintah Daerah, maka Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi tetap membuat program listrik perdesaan dengan azas keadilan dimana besar pagu anggaran setiap satker lises disesuaikan dengan kondisi rasio elektrifikasi setiap daerah, dimana daerah yang memiliki rasio elektrifikasi kecil akan mendapatkan pagu anggaran yang lebih besar secara proporsional.
- Mulai tahun 2009, usulan Pemerintah Daerah yang berupa jaringan akan diserahkan oleh Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi ke PT. PLN termasuk dengan anggarannya, karena yang mengetahui kondisi jaringan dilapangan adalah PT. PLN.
- Satker lises bertugas sebagai pelaksana program listrik perdesaan, dan juga mengumpulkan semua informasi yang terkait dengan kelistrikan daerah setempat seperti potensi energinya, ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* PLTMH, kebutuhan akses listrik, dan sebagainya.

- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi bersama satker lides membahas program lides atas usulan Pemerintah daerah dengan melihat data ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* PLTMH, dan data potensi energi.
- Program lides yang sudah jadi diserahkan ke masing-masing Satker lides untuk dilaksanakan dan diajukan anggarannya ke Departemen Keuangan.

Saat ini program listrik perdesaan dilaksanakan oleh 28 Satuan Kerja (Satker) di seluruh Indonesia dengan Pejabat Pembuat Komitmen (P2K) berasal dari staf PT. PLN, yang meliputi :

1. Satker Lides Nanggroe Aceh Darussalam
2. Satker Lides Sumatera Utara
3. Satker Lides Sumatera barat
4. Satker Lides Riau
5. Satker Lides Jambi
6. Satker Lides Sumatera Selatan
7. Satker Lides Bangka belitung
8. Satker Lides Bengkulu
9. Satker Lides Lampung
10. Satker Lides Banten
11. Satker Lides Jawa Barat
12. Satker Lides Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta
13. Satker Lides Jawa Timur
14. Satker Lides Kalimantan Barat
15. Satker Lides Kalimantan Tengah
16. Satker Lides Kalimantan Timur
17. Satker Lides Kalimantan Selatan
18. Satker Lides Sulawesi Utara
19. Satker Lides Sulawesi Tengah
20. Satker Lides Sulawesi selatan
21. Satker Lides Gorontalo
22. Satker Lides Sulawesi Tenggara
23. Satker Lides Bali

24. Satker Lides Nusa Tenggara Barat
25. Satker Lides Nusa Tenggara Timur
26. Satker Lides Maluku Utara
27. Satker Lides Maluku
28. Satker Lides Papua

3.4.2. Implementasi Program Listrik Perdesaan

Implementasi dari program listrik perdesaan adalah pemilihan pembangkit tenaga listrik yang disesuaikan dengan kondisi setiap daerah satker lides. Seperti diketahui bahwa listrik adalah energi sekunder yang didapatkan dari perubahan energi primer seperti panas matahari dan angin, sehingga diperlukan proses pembangkitan listrik. Adapun Kebijakan Pemerintah dalam penggunaan pembangkit listrik untuk listrik perdesaan adalah :

- Menghindarkan pembangunan pembangkit listrik berbahan bakar BBM dan mendorong pemanfaatan energi setempat dengan prioritas pada pemanfaatan energi terbarukan; energi terbarukan merupakan salah satu sumber energi yang umumnya tersedia di seluruh wilayah Indonesia.
- Pengembangan sistem kelistrikan mandiri (*isolated system*) pada daerah-daerah yang terpencil dengan pemanfaatan potensi energi setempat seperti pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) serta Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

3.4.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya untuk menghasilkan energi listrik. Dalam peta energi panas dunia, dapat diketahui bahwa Indonesia memiliki potensi panas yang menengah (1.000 – 2.000 Kwh/m²) sehingga seluruh wilayah Indonesia berpotensi untuk dapat menggunakan PLTS sebagai sumber tenaga listrik.

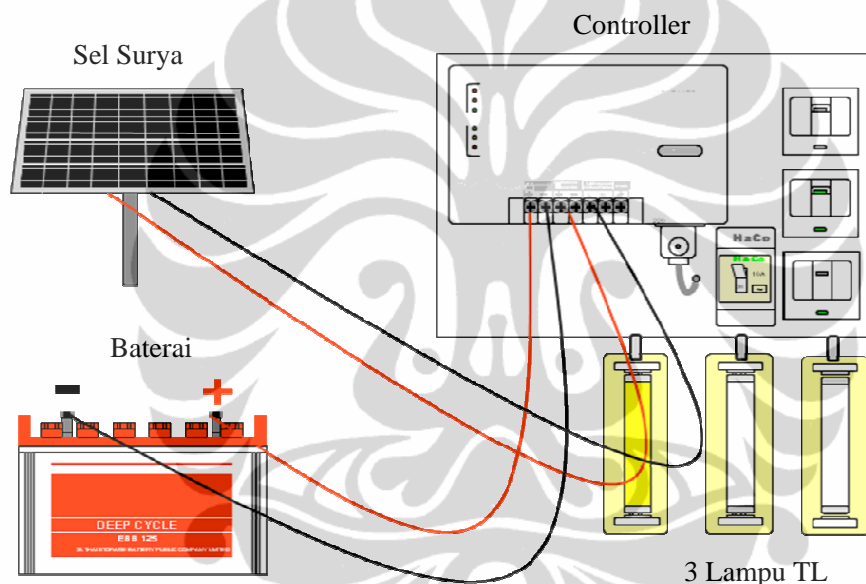
Disesuaikan dengan kondisi lapangan maka PLTS yang digunakan pada listrik perdesaan melalui dua pola, yaitu :

1. Pola terpusat

Pola terpusat merupakan PLTS Komunal yaitu PLTS dengan kapasitas yang lebih besar sekitar 10 KWp sehingga dapat digunakan oleh banyak rumah tangga. Pola ini diterapkan apabila letak rumah-rumah penduduk terpusat.

2. Pola tersebar

PLTS Tersebar adalah *Solar Home System* (SHS) yaitu PLTS dengan kapasitas kecil (50 Wp) yang diperuntukan untuk satu buah rumah yang sangat sederhana hanya menggunakan 3 lampu TL. Pola tersebar ini diterapkan apabila letak rumah-rumah penduduk menyebar dengan jarak yang cukup jauh. Adapun layout sistem PLTS tersebar dapat dilihat pada gambar 3.2. dibawah ini :



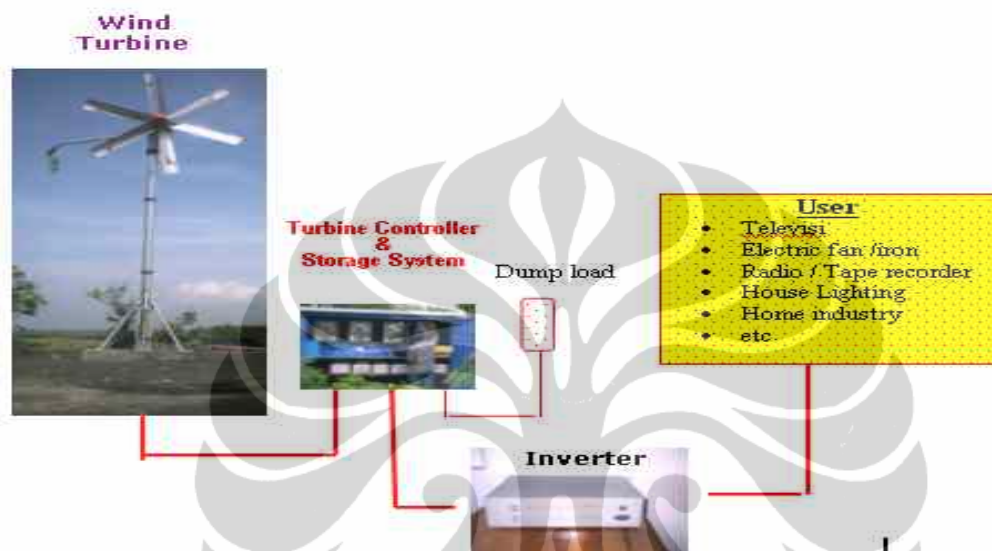
Gambar 3.2. Layout Sistem PLTS Tersebar
(Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi)

3.4.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan kecepatan angin untuk menggerakkan turbin angin. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

Dalam pembangunan PLTB yang harus diperhatikan adalah memiliki potensi energi angin yang cukup untuk pemanfaatan dengan kapasitas tertentu, yang dapat dikelompokkan dalam skala kecil, menengah dan besar. Dimana Potensi energi angin di Indonesia secara umum

kecil karena kecepatan angin pada umumnya rendah, yaitu antara 3 - 5 m/detik. Untuk beberapa daerah tertentu, khususnya di Kawasan Timur Indonesia, seperti: Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Sulawesi Selatan dan Tenggara mempunyai kecepatan angin lebih dari 5 m/detik sehingga berpotensi untuk pembangunan PLTB skala kecil. Dimana untuk daerah dengan kecepatan angin > 5 m/detik dalam 1 km² dapat dibangkitkan daya sebesar 6-7 MW



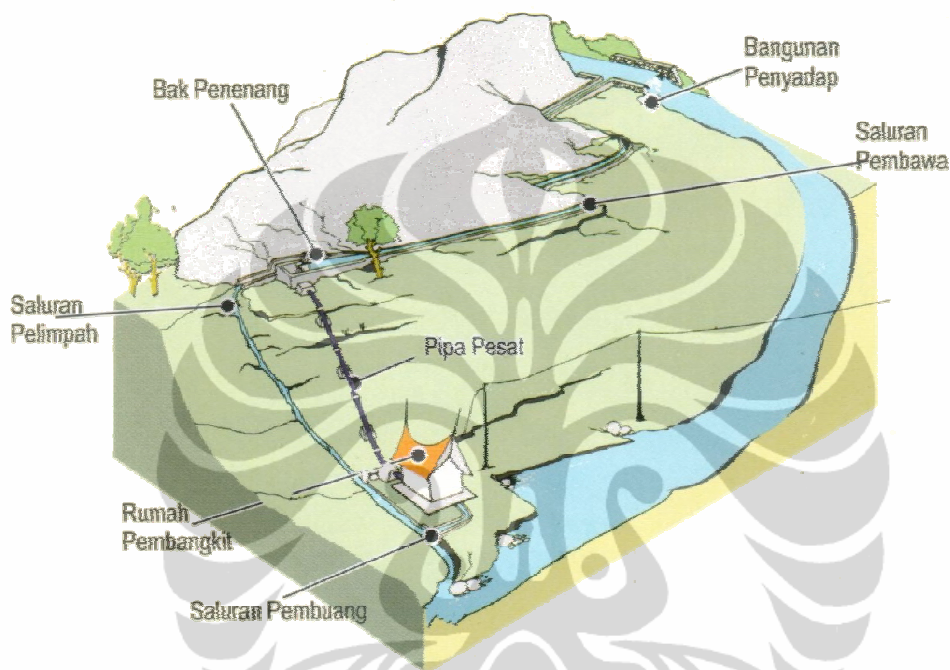
.Gambar 3.3. Layout Sistem PLTB
(Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi)

3.4.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air di bawah kapasitas 500 kW yang dapat berasal dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air. PLTMH merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan, hal ini didasarkan pada pertimbangan (1) aspek teknologi yang konstruksinya relatif sederhana, mudah dalam perawatan dan biaya operasional yang rendah (2) Aspek lingkungan yang ramah terhadap lingkungan, karena tidak menghasilkan polusi udara atau limbah lainnya, dan tidak merusak ekosistem sungai.

Umumnya PLTMH adalah pembangkit listrik tenaga air jenis *run-of-river* di mana *head* diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, tetapi dengan mengalihkan sebagian aliran air sungai ke salah satu sisi sungai dan menjatuhkannya lagi ke sungai yang sama pada

suatu tempat dimana *head* yang diperlukan sudah diperoleh. Pemanfaatan energi potensial tenaga air dilakukan dengan mengalirkan sejumlah air dari sebuah reservoir melalui pipa pesat (*penstock*), air diterjunkan untuk memutar turbin yang berada di dalam rumah pembangkit (lihat Gambar 3.4.). Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.



Gambar 3.4. Layout Sistem PLTMH
(Sumber : Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi)

Banyak faktor yang harus diperhatikan dalam pembangunan PLTMH untuk program listrik perdesaan agar pembangunan tersebut dapat memberikan manfaat secara optimal dan berkelanjutan., yaitu :

- Daerah tersebut harus memiliki potensi energi air yang cukup sehingga harus dilakukan pengukuran air pada musim kemarau untuk menjamin ketersediaan air sepanjang tahun.
- Harus memiliki *Feasibility Study* atau studi kelayakan untuk membangun PLTMH dan *Detail Design* atau design teknis pembangunan PLTMH yang biasanya hal ini dilakukan oleh Pemerintah Daerah setempat untuk ikut berperan serta dalam pembangunan ketenagalistrikan, sehingga Program Listrik Perdesaan hanya menyediakan pendanaan bagi PLTMH yang sudah siap dan layak untuk dibangun.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. PENDEKATAN PENELITIAN

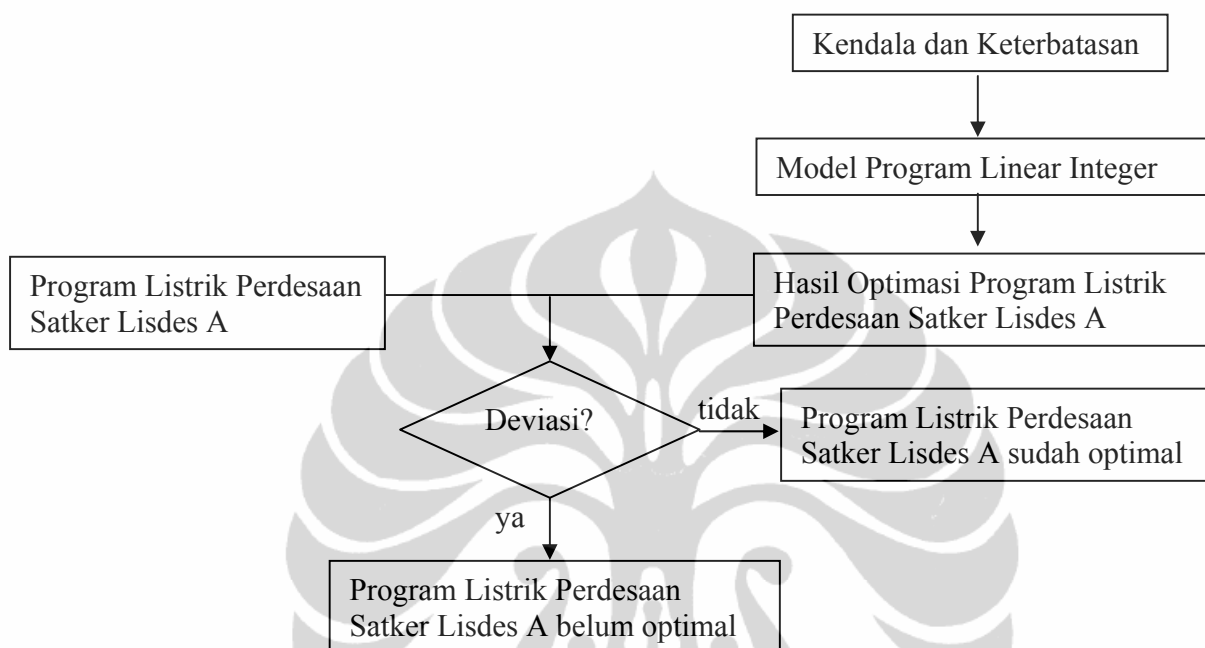
Pendekatan yang dipilih dalam penelitian program listrik perdesaan ini dilakukan secara deskriptif yang menyajikan penggambaran atau potret suatu kondisi dan situasi yang sebenarnya dari permasalahan program listrik perdesaan yang terjadi berdasarkan fakta yang diperoleh pada tahun 2008 – 2009. Dimana pada Bab III sebelumnya sudah dijelaskan bagaimana perencanaan dan implementasi listrik perdesaan.

Penelitian program listrik perdesaan ini dilakukan untuk seluruh Indonesia yang dilakukan oleh 28 satker lides, sehingga mengingat pagu anggaran sudah ditentukan besarnya yang berbanding terbalik dengan besarnya rasio elektrifikasi dimana semakin besar rasio elektrifikasinya (makin banyaknya jumlah akses listrik di wilayah tersebut) maka semakin kecil pagu anggaran listrik perdesaanya sesuai dengan azas keadilan, dan mengingat kondisi masing-masing wilayah satker lides yang berbeda-beda maka penelitian ini dilakukan dengan meneliti masing-masing satker lides apakah program listrik perdesaan di daerah tersebut sudah optimal atau belum. Sehingga untuk mendapatkan program listrik perdesaan yang optimal untuk seluruh Indonesia didapat dengan menggabungkan hasil optimasi untuk ke-28 satker lides tersebut.

Gambar 4.1. dibawah menjelaskan metodologi penelitian untuk mengetahui apakah program listrik perdesaan sudah optimal atau belum dengan membandingkan program listrik perdesaan yang berjalan saat ini untuk tahun 2008 – 2009 untuk masing-masing satker lides dengan hasil optimasinya menggunakan program linear integer. Apabila tidak terdapat deviasi atau perbedaan maka program listrik perdesaan pada satker lides tersebut sudah optimal dan sebaliknya apabila ada deviasi maka program listrik perdesaan pada satker lides tersebut belum optimal dan dapat ditingkatkan dengan menggunakan program linear integer.

Pada gambar 4.1. dibawah untuk mendapatkan optimasi maka digunakan model program linear integer yang dilakukan dengan melihat kendala dan keterbatasan yang ada untuk masing-

masing satker lisdes sehingga ada 28 model program linear integer yang dibuat untuk setiap tahun atau total 56 model untuk tahun 2008-2009. Dengan bantuan program LINDO maka model program linear integer tersebut diselesaikan untuk mendapatkan hasil yang optimal.



Gambar 4.1. Metodologi Penelitian

4.2. HIPOTESA PENELITIAN

Hipotesa dari penelitian ini adalah : program listrik perdesaan yang berjalan saat ini masih belum optimal.

Maka untuk dapat membuktikan hipotesa ini perlu dilakukan pengumpulan data yang terkait seperti data potensi energi, data harga pembangkit, data ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* PLTMH, data usulan permintaan Pemerintah Daerah serta dilakukan analisa lebih lanjut menggunakan metode optimasi dari program linear dengan membuat model program linear integernya.

4.3. VARIABEL PENELITIAN

Variabel adalah sesuatu yang menjadi obyek pengamatan penelitian, karena yang ingin diteliti adalah program listrik perdesaan yang berisikan jumlah, kapasitas dari jenis pembangkit tenaga listrik yang digunakan serta anggaran yang tersedia. Maka jenis pembangkit tenaga listrik yang digunakan dan anggarannya untuk setiap satker lides digunakan sebagai variabel penelitian dengan kendala-kendala yang ada sebagai batasannya sebagaimana dijelaskan lebih lanjut dalam model program linear integernya.

4.4. JENIS DAN SUMBER DATA

Jenis data yang diperlukan dalam menganalisa optimasi pendanaan program listrik perdesaan adalah data-data Program Listrik Perdesaan Tahun 2008 - 2009, biaya pembangkitan, jenis Pembangkit, data potensi energi, ketersediaan *feasibility study* dan *detail design* untuk PLTMH, serta data permintaan Pemerintah Daerah terhadap listrik perdesaan. Data-data tersebut adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak lain yang bukan sumber pertama.

Adapun sumber data-data diatas diperoleh dari Direktorat Pembinaan Program Ketenagalistrikan, DJLPE; dan data pendukung lain yang bersumber dari PT. PLN, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) serta Biro Pusat Statistik (BPS).

4.4.1. Data Program Listrik Perdesaan Tahun 2008-2009

Ini adalah data program listrik perdesaan yang dilaksanakan oleh seluruh Satker Lides pada tahun 2008 dan tahun 2009. Data ini berisikan jenis pembangunan pembangkit listrik yang digunakan dan jumlahnya serta kapasitasnya berikut jumlah pagu untuk masing-masing satker lides. Program listrik perdesaan inilah yang akan dibandingkan dengan program listrik perdesaan hasil optimasi menggunakan program linear. Data lengkap lihat di lampiran I Data.

Untuk program listrik perdesaan tahun 2008 dapat dilihat pada lampiran I Data, Tabel I.1, dimana jenis pembangkit yang ada adalah PLTS Tersebar, PLTS terpusat, PLTB, PLTMH dan

PLTB HS, dimana PLTB *Home Systems* (HS) hanya digunakan di Satker Lides Jawa Timur sebagai *prototype*. Dengan total pagu anggaran seluruh Indonesia adalah sebesar Rp. 380.807.363.000,-.

Untuk program listrik perdesaan tahun 2009 dapat dilihat pada lampiran I Data, Tabel I.2, dimana jenis pembangkit yang ada adalah PLTS Tersebar, PLTS terpusat, PLTB, dan PLTMH. Dengan total pagu anggaran seluruh Indonesia adalah sebesar Rp. 658.743.690.000,-.

4.4.2. Data Potensi Energi

Berisikan data potensi energi terbarukan yang dapat digunakan untuk membangkitkan listrik, dimana untuk energi surya pada bab III sudah dijelaskan bahwa semua wilayah Indonesia memiliki potensi energi yang cukup. Untuk potensi energi angin dapat dilihat pada Lampiran I Data, tabel I.3. yang berisikan lokasi dan propinsi serta kecepatan angin dimana hanya ada 5 propinsi yang memiliki potensi angin yaitu : Propinsi NTB, NTT, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Maluku.

Untuk data potensi energi air PLTMH dapat dilihat pada Lampiran I Data, tabel I.4. yang berisikan jumlah lokasi, dan total potensi energi air pada seluruh propinsi, dimana hampir seluruh propinsi memiliki potensi energi air untuk PLTMH kecuali propinsi Bangka Belitung, Banten dan DKI Jakarta, dengan jumlah lokasi sebanyak 274 lokasi dan total potensi energi sebesar 298.470 KW.

4.4.3. Data Permintaan Pemerintah Daerah

Berisikan data jenis pembangkit, berikut jumlah pembangkit dan ketersediaan *Feasibility Study* dan *Detail Design* untuk PLTMH yang diusulkan pada program listrik perdesaan oleh Pemerintah Daerah. Untuk data permintaan Pemerintah Daerah pada program lides 2008 dapat dilihat pada lampiran I Data, tabel I.5., dimana jumlah total PLTS tersebar yang diminta sebanyak 158.536 unit, PLTS terpusat 1 unit dengan kapasitas 10KW, PLTB tidak ada permintaan dan PLTMH di 142 lokasi dengan kapasitas 25.132 KW.

Untuk data permintaan Pemda pada program lisdas 2009 dapat dilihat pada lampiran I Data, tabel I.6., dimana jumlah total PLTS tersebar yang diminta sebanyak 65.652 unit, PLTS terpusat 5 unit dengan kapasitas total 45 KW, PLTB 2 unit dengan kapasitas total 80 KW dan PLTMH di 54 lokasi dengan kapasitas 2.642 KW.

4.4.4. Data Ketersediaan *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD) untuk PLTMH

Salah satu syarat agar PLTMH dapat dibangun adalah harus tersedia *Feasibility Study* dan *Detail Design*, dimana biasanya hal ini dilakukan oleh Pemerintah Daerah sebagai bagian dari partisipasi Pemerintah Daerah terhadap ketenagalistrikan. Data ini berisikan lokasi PLTMH yang sudah memiliki *Feasibility Study* dan *Detail Design* serta kapasitas pembangkitnya diseluruh Indonesia..

Untuk ketersediaan *Feasibility Study* dan *Detail Design* pada program lisdas tahun 2008 dapat dilihat pada Lampiran I Data Tabel I.7. Dimana ada 7 propinsi yang tidak memiliki *Feasibility Study* dan *Detail Design* untuk PLTMH yaitu : Propinsi NAD, Bangka Belitung, Banten, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Bali, dan Maluku Utara. Sehingga untuk ke-7 propinsi tersebut tidak ada pembangunan PLTMH.

Untuk ketersediaan *Feasibility Study* dan *Detail Design* pada program lisdas tahun 2009 dapat dilihat pada Lampiran I Data Tabel I.8. Dimana ada 3 propinsi yang tidak memiliki *Feasibility Study* dan *Detail Design* untuk PLTMH yaitu : Propinsi NAD, Banten, dan Sulawesi Tenggara. Sehingga untuk ke-3 propinsi tersebut tidak ada pembangunan PLTMH.

4.4.5. Data Harga Pembangkit

Berisikan data harga pembangkit PLTS tersebar yang harganya berbeda-beda untuk setiap satker lisdas sesuai lokasi, dimana untuk daftar harga PLTS tersebar 50 Wp dapat dilihat pada Lampiran I Data, Tabel I.9, yang berisikan daftar harga PLTS untuk setiap satker lisdas pada tahun 2008 dan tahun 2009.

Untuk pembangkit jenis lain berharga :

- PLTS Terpusat berharga sama untuk seluruh satker lides yaitu Rp. 3.850.000.0000 untuk kapasitas 10 KW.
- PLTB berharga sama untuk seluruh satker lides yaitu Rp. 4.000.000.000 untuk kapasitas 40 KW
- PLTMH berharga sama untuk seluruh satker lides yaitu Rp. 27.500.000 untuk kapasitas 1 KW
- PLTB *Home Systems* (HS) hanya dipakai untuk program lides tahun 2008 di Satker Lides Jawa Timur sebagai *prototype*, berharga Rp.6.500.000 untuk kapasitas 50 Wp.

4.5. PENDEKATAN PROGRAM LINEAR

Langkah selanjutnya setelah data yang diperlukan sudah dikumpulkan dan diolah maka dilakukan analisa optimasi menggunakan program linear. Pemecahan persoalan program linear dimulai dengan gambaran verbal lingkungan permasalahan, identifikasi tujuan yang hendak dipakai, sumber daya yang tersedia, kebutuhan yang harus dipenuhi dan semua data relevan yang mengukur semua aspek lingkungan. Proses konversi kata-kata dan data angka kedalam ekspresi matematik untuk menjabarkan hubungan relevan antara tujuan dan batasannya disebut sebagai modelling atau pembuatan model, dan menghasilkan gambaran matematik permasalahan yang disebut model.

Setelah masalah diidentifikasi secara benar, deskripsi verbal harus diubah menjadi pernyataan matematis. Berikut ini adalah langkah-langkah merumuskan model Program linear:

Langkah 1 : Identifikasi variable keputusan

Langkah 2 : Identifikasi koefisien fungsi tujuan

Langkah 3 : Buat fungsi tujuan dalam bentuk kombinasi linear dari variabel keputusannya

Langkah 4 : Identifikasi ketersediaan sumber daya secara akurat

Langkah 5: Hubungkan ketersediaan sumber daya dengan pemanfaatan sumberdaya

Langkah 6: Buat kendala untuk model tersebut dalam bentuk kombinasi linear dari variabel keputusannya

Model program linear disusun atas tiga bagian yaitu :

1. Variabel keputusan, jumlah atau kuantitas yang tengah dihadapi pembuat keputusan yang harus ditentukan nilai optimalnya, variabel itu sendiri harus berbentuk non negatif (≥ 0)
2. Fungsi Kendala, merupakan unsur-unsur proses yang membatasi kemungkinan nilai variabel keputusan yang dapat diambil. Hubungan antara ruas kiri dan ruas kanan dapat berbentuk $>$, \geq , \leq , $<$, dan $=$, namun dalam bentuk standar harus dalam bentuk $=$. Untuk itu pada kendala dengan hubungan \leq ditambahkan variabel slack pada ruas kiri dan dikurangi variabel surplus pada kendala dengan hubungan \geq .
3. Fungsi tujuan adalah sejumlah fungsi variabel keputusan yang memenuhi syarat atau kendala, yang harus dimaksimumkan atau diminimumkan.

4.5.1 MODEL PROGRAM LINEAR INTEGER

Optimasi bertujuan untuk mengalokasikan sumber dana yang terbatas sehingga didapatkan akses listrik yang sebanyak mungkin dengan pemilihan program listrik perdesaan seluruh Indonesia yang paling optimal seperti pemilihan jenis pembangkit, adanya potensi energi setempat, ketersediaan *Feasibility Study* dan *Detail Design* PLTMH.

Tujuan utama program listrik perdesaan adalah memberikan akses tenaga listrik sebanyak mungkin kepada seluruh rakyat Indonesia dengan berbagai keterbatasan yang ada seperti pendanaan. Sehingga optimasi pendanaan disini bermaksud untuk mendapatkan program listrik perdesaan yang optimal dengan tujuan memaksimalkan akses tenaga listrik yang didapat dengan keterbatasan dana pemerintah yang ada.

Asumsi-Asumsi yang digunakan dalam pembuatan Model Program Linear

Untuk Pembangunan suatu pembangkit diperlukan sebagai berikut :

- PLTS tersebar dan PLTS terpusat tidak memerlukan *Feasibility Study* dan *Detail Design* serta seluruh wilayah Indonesia cukup memiliki potensi energi surya, dimana :
 - PLTS tersebar memiliki kapasitas 50Wp untuk 1 akses listrik
 - PLTS terpusat dengan kapasitas 10 KWp untuk 200 akses listrik
- PLT Bayu tidak memerlukan *Feasibility Study* dan *Detail Design* tapi harus ada potensi energi angin, dimana kapasitas 40 KW untuk 800 akses listrik

- PLTMH harus ada *Feasibility Study* dan *Detail Design* serta potensi energi air, dimana kapasitas PLTMH 1KW untuk 20 akses listrik.

Sesuai dengan langkah pembuatan model program linear diatas dan penjelasan pada Bab II sebelumnya mengenai contoh program linear integer dan model program linear yang digunakan pada listrik perdesaan (model Silva dan Nakata) serta seluruh data untuk program listrik perdesaan tahun 2008-2009 untuk seluruh Indonesia (sebanyak 28 Satuan kerja Lisesdes), maka permasalahan program listrik perdesaan diformulasikan menjadi model secara umum untuk setiap satker lisesdes, yaitu :

1. Variabel Keputusan

X_1 = banyaknya PLTS tersebar yang digunakan

X_2 = banyaknya PLTS terpusat yang digunakan

X_3 = banyaknya PLT Bayu yang digunakan (harus ada potensi energi angin)

X_{4n} = banyaknya PLTMH yang digunakan (harus ada FS,DD serta potensi energi air),
 $n = a, b, c, \dots$, adalah varian dari PLTMH disesuaikan dengan kapasitasnya.

X_5 = banyaknya PLTB HS yang digunakan, dimana hanya ada pada model satker lisesdes Jawa Timur pada tahun 2008 sebagai *prototype*.

2. Fungsi Obyektif / Tujuan

Memaksimumkan akses listrik yang didapat

$$\text{Max } Z = AX_1 + BX_2 + CX_3 + DX_{4n} + EX_5 \quad (3.1)$$

Dimana :

A,B,C,D, dan E adalah jumlah akses listrik yang didapat untuk setiap jenis pembangkit

3. Kendala (*subject to*) yang harus dipenuhi adalah kendala pagu anggaran untuk setiap satker lisesdes, biaya dan jenis pembangkitan, ada tidaknya potensi energi setempat, dan permintaan Pemda serta ketersediaan *Feasibility Study* dan *Detail Design* PLTMH

Pagu) $MX_1 + NX_2 + OX_3 + PX_{4n} + QX_5 \leq$ Pagu anggaran satker lisesdes

X) $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 > 0$ (Harus ada jenis pembangkit yang dipilih)

X_1) $X_1 \leq$ Jumlah PLTS tersebar yang diminta Pemda

X_2) $X_2 \leq$ Jumlah PLTS terpusat yang diminta Pemda

X_3) $X_3 \leq$ Jumlah PLTB yang diminta Pemda tapi harus ada potensi energi angin

X_4) $X_4 \leq$ Jumlah PLTMH yang diminta Pemda dan harus ada FS dan DD

M,N,O,P,Q adalah harga pembangkit (dalam ribuan rupiah)

X_1, X_2, X_3, X_{4n} dan X_5 adalah integer dan dilambangkan dengan Gin yaitu *General Integer* sehingga menjadi Gin X_1 , Gin X_2 , Gin X_3 , Gin X_{4n} dan Gin X_5

Dari pemodelan secara umum diatas, maka dilakukan pemodelan yang disesuaikan dengan kondisi masing-masing satker lisdas untuk setiap tahun (dengan melihat lampiran I Data untuk masing-masing satker lisdas), yang berarti pada setiap tahun ada sebanyak 28 model, sehingga untuk kurun waktu 2008-2009 ada total sebanyak 56 model, yaitu:

4.5.1.1. Model Program Linear Integer Untuk Program Listrik Perdesaan Tahun 2008

1. Satker Lisdas NAD

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar, tidak ada FS dan DD untuk PLTMH tapi utk potensi air ada sehingga $X_4 = 0$ serta potensi energi angin tidak ada sehingga $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.2.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7116X_1 + 3850000 X_2 \leq 14730120$$

$$X) X_1 + X_2 > 0$$

Gin X_1 , Gin X_2

2. Satker Lisdas Sumatera Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1923 unit, sehingga $X_1 \leq 1923$, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 100 Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses) serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.3)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7037X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 12510319$$

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_4 &> 0 \\ X_1 &\leq 1923 \\ X_4 &\leq 1 \\ \text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4 \end{aligned}$$

3. Satker Lisdas Sumatera Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1870 unit, sehingga $X_1 \leq 1870$, ada FS dan DD untuk kapasitas 90Kw (1 tempat) dan 30Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (90 Kw = 1800 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (30 Kw = 600 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1800X_{4a} + 600X_{4b} \quad (3.4.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6928X_1 + 3850000X_2 + 2475000X_{4a} + 825000X_{4b} \leq 13511872$$

$$X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1 \leq 1870$$

$$X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

4. Satker Lisdas Riau

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3969 unit, sehingga $X_1 \leq 3969$, ada FS dan DD untuk kapasitas 39Kw (1 tempat) dan 65Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (39 Kw = 780 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (65 Kw = 1300 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 780X_{4a} + 1300X_{4b} \quad (3.5.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6970X_1 + 3850000X_2 + 1072500X_{4a} + 1787500X_{4b} \leq 13795930$$

$$X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1 \leq 3969$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

5. Satker Lisdas Jambi

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2860 unit, sehingga $X_1 \leq 2860$, ada FS dan DD untuk 2 tempat dengan kapasitas 100Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 2$ (100 Kw = 2000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.6.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6938X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 10217840$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2860$$

$$X_4)X_4 \leq 2$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

6. Satker Lisdas Sumatera Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1950 unit, sehingga $X_1 \leq 1950$, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 100Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.7.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6948X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 14408744$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 1950$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

7. Satker Lisdes Bangka Belitung

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, tidak ada FS dan DD tapi utk potensi air ada sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.8.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6970X_1 + 3850000X_2 \leq 9005240$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

8. Satker Lisdes Bengkulu

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 5000 unit, sehingga $X_1 \leq 5000$, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 80Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (80 Kw = 1600 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1600X_4 \quad (3.9.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6938X_1 + 3850000X_2 + 2200000X_4 \leq 10213390$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 5000$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

9. Satker Lisdes Lampung

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2580 unit, sehingga $X_1 \leq 2580$, ada FS dan DD untuk kapasitas 21Kw (1 tempat) dan kapasitas 17Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (21 Kw = 420 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (17Kw = 340 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 420X_{4a} + 340X_{4b} \quad (3.10.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6871X_1 + 3850000X_2 + 577500X_{4a} + 467500X_{4b} \leq 9674704$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2580$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

10. Satker Lises Banten

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3037 unit, sehingga $X_1 \leq 3037$, tidak Ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.11.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6781X_1 + 3850000X_2 \leq 8337414$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 3037$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

11. Satker Lises Jawa Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1006 unit, sehingga $X_1 \leq 1006$, ada FS dan DD untuk kapasitas 40Kw (1 tempat), 11Kw (1 tempat) dan 4Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4b} \leq 1$ (11Kw=220 akses) dan $X_{4c} \leq 1$ (4Kw=80 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 220X_{4b} + 80X_{4c} \quad (3.12.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6781X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 302500X_{4b} + 110000X_{4c} \leq 7141871$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 1006$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

12. Satker Lisdas Jawa Tengah dan DIY

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1018 unit, sehingga $X_1 \leq 1018$, ada Permintaan Pemda untuk PLTS terpusat 1 unit dengan kapasitas 10Kw, sehingga $X_2 \leq 1$, ada FS dan DD untuk 2 tempat dengan kapasitas 40Kw dan kapasitas 37Kw dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (37 Kw = 740 akses) serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 740X_{4b} \quad (3.13.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6871X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 1017500X_{4b} \leq 7589056$$

$$X) X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 1018$$

$$X_2) X_2 \leq 1$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

13. Satker Lisdas Jawa Timur

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada Permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1200 unit, sehingga $X_1 \leq 1200$, ada FS dan DD untuk kapasitas 24Kw (1 tempat), 8Kw (1 tempat) dan 7Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (24 Kw = 480 akses), $X_{4b} \leq 1$ (8 Kw = 160 akses) dan $X_{4c} \leq 1$ (7 Kw = 140 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$ tapi menggunakan PLT angin HS 50 W (X_5), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 480X_{4a} + 160X_{4b} + 140X_{4c} + X_5 \quad (3.14.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6871X_1 + 3850000X_2 + 660000X_{4a} + 220000X_{4b} + 192500X_{4c} + 6500X_5 \leq 7903415$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} + X_5 > 0$$

$$X_1 \leq 1200$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}, \text{ Gin } X_5$$

14. Satker Lises Kalimantan Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 10000 unit, sehingga $X_1 \leq 10000$, tidak ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.15.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6938X_1 + 3850000X_2 \leq 11350568$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 10000$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

15. Satker Lises Kalimantan Tengah

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3000 unit, sehingga $X_1 \leq 3000$, ada FS dan DD dengan kapasitas 32Kw (1 tempat) dan 38 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (32 Kw = 640 akses) $X_{4b} \leq 1$ (38 Kw = 760 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 640X_{4a} + 760X_{4b} \quad (3.16.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6982X_1 + 3850000X_2 + 880000X_{4a} + 1045000X_{4b} \leq 14478636$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 3000$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

16. Satker Lisdes Kalimantan Timur

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1100 unit, sehingga $X_1 \leq 1100$, ada FS dan DD dengan kapasitas 40Kw (1 tempat) dan 84 Kw (1 tempat) dan 238Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4b} \leq 1$ (84 Kw = 1680) dan $X_{4c} \leq 1$ (238 Kw = 4760 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 1680X_{4b} + 4760X_{4c} \quad (3.17.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6938X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 2310000X_{4b} + 6545000X_{4c} \leq 12584502$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 1100$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

17. Satker Lisdes Kalimantan Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 7648 unit, sehingga $X_1 \leq 7648$, ada FS dan DD untuk dengan kapasitas 165 Kw (1 tempat) dan kapasitas 161 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (165 Kw = 3300 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (161 Kw = 3220 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 3300X_{4a} + 3220X_{4b} \quad (3.18.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6938X_1 + 3850000X_2 + 4537500X_{4a} + 4427500X_{4b} \leq 15896062$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 7648$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

18. Satker Lisdas Sulawesi Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, tidak ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4=0$ serta potensi energi angin ada, sehingga $X_3 \geq 0$ PLT Bayu (54 Kw = 1080 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1080X_3 \quad (3.19.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7116X_1 + 3850000X_2 + 5400000X_3 \leq 9996936$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 > 0$$

$$X_3)X_3 \geq 0$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3$$

19. Satker Lisdas Sulawesi Tengah

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 59840 unit, sehingga $X_1 \leq 59840$, ada FS dan DD dengan kapasitas 250Kw (1 tempat), 360 Kw (1 tempat), 92 Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (250 Kw = 5000 akses), $X_{4b} \leq 1$ (360 Kw = 7200 akses) dan $X_{4c} \leq 1$ (92 Kw = 1840 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 5000X_{4a} + 7200X_{4b} + 1840X_{4c} \quad (3.20.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7093X_1 + 3850000X_2 + 6875000X_{4a} + 9900000X_{4b} + 2530000X_{4c} \leq 18292902$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 59840$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

20. Satker Lisdes Sulawesi Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD dengan kapasitas 24Kw (1 tempat) dan 58 Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (24 Kw = 480 akses), $X_{4b} \leq 1$ (58 Kw = 1160 akses), serta potensi energi angin ada sehingga $X_3 \geq 0$ Kapasitas 40Kw = 800 akses, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 480X_{4a} + 1160X_{4b} \quad (3.21.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6982X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 660000X_{4a} + 1595000X_{4b} \leq 18005020$$

$$X) X_1 + X_2 + X_3 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_3) X_3 \geq 0$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

21. Satker Lisdes Gorontalo

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 7630 unit, sehingga $X_1 \leq 7630$, ada FS dan DD dengan kapasitas 384Kw (1 tempat), 96Kw (1 tempat) dan 375Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (384 Kw = 7680 akses), $X_{4b} \leq 1$ (96Kw = 1920 akses) dan $X_{4c} \leq 1$ (375 Kw = 7500 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$

Maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 7680X_{4a} + 1920X_{4b} + 7500X_{4c} \quad (3.22.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7093X_1 + 3850000X_2 + 10560000X_{4a} + 2640000X_{4b} + 10312500X_{4c} \leq 15894389$$

$$X) X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 7630$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c}) X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

22. Satker Lisdas Sulawesi Tenggara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 30Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (30 Kw = 600 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 600X_4 \quad (3.23.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7093X_1 + 3850000X_2 + 825000X_4 \leq 19898077$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

23. Satker Lisdas Bali

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, tidak Ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.24.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6997X_1 + 3850000X_2 \leq 3855393$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

24. Satker Lisdas NTB

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3500 unit, sehingga $X_1 \leq 3500$, ada FS dan DD dengan kapasitas 100Kw (1 tempat) dan 80 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses) $X_{4b} \leq 1$ (80 Kw = 1600 akses), serta potensi energi angin ada sehingga $X_3 > 0$ (kapasitas 40 Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 2000X_{4a} + 1600X_{4b} \quad (3.25.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})6960X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 2750000X_{4a} + 2200000X_{4b} < 14700960$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 3500$$

$$X_3)X_3 \geq 0$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

25. Satker Lisdes NTT

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3815 unit, sehingga $X_1 \leq 3815$, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 30Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (30 Kw = 600 akses), serta potensi energi angin ada sehingga $X_3 > = 0$ (kapasitas 40 Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 600X_4 \quad (3.26.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7116X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 825000X_4 < 25354096$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 3815$$

$$X_3)X_3 \geq 0$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_4$$

26. Satker Lisdes Maluku Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2800 unit, sehingga $X_1 \leq 2800$, tidak Ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada , $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.27.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7138X_1 + 3850000X_2 \leq 18987080$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2800$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

27. Satker Lises Maluku

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2000 unit, sehingga $X_1 \leq 2000$, ada FS dan DD dengan kapasitas 60Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (60 Kw = 1200 akses), serta potensi energi angin ada, $X_3 \geq 0$ PLT Bayu (54Kw = 1080 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1080X_3 + 1200X_4 \quad (3.28.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7227X_1 + 3850000X_2 + 5400000X_3 + 1650000X_4 \leq 14746755$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2000$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_4$$

28. Satker Lises Papua

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 30790 unit, sehingga $X_1 \leq 30790$, ada FS dan DD dengan kapasitas 500Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (500 Kw = 10000 akses), serta tidak ada potensi energi angin, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 10000X_4 \quad (3.29.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7249X_1 + 3850000X_2 + 13750000X_4 \leq 27726072$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 30790$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_4$$

4.5.1.2. Model Program Linear Integer Untuk Program Listrik Perdesaan Tahun 2009

1. Satker Lisdes NAD

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar, tidak ada FS dan DD tapi utk potensi air ada sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.30.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7116X_1 + 3850000X_2 \leq 26258040$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

2. Satker Lisdes Sumatera Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2581 unit, sehingga $X_1 \leq 2581$, ada FS dan DD untuk 2 tempat dengan kapasitas masing-masing 100Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 2$ (100 Kw = 2000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.31.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7000X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 23350000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2581$$

$$X_4)X_4 \leq 2$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

3. Satker Lisdes Sumatera Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar, ada Permintaan Pemda untuk PLTS terpusat 1 unit dengan kapasitas 10Kw, sehingga $X_2 \leq 1$, ada FS dan DD untuk 3 tempat dengan kapasitas masing-masing 20Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 3$ (20 Kw = 400 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 400X_4 \quad (3.32.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7116X_1 + 3850000X_2 + 550000X_4 \leq 25132800$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_2)X_2 \leq 1$$

$$X_4)X_4 \leq 3$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

4. Satker Lisdes Riau

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 2743 unit, sehingga $X_1 \leq 2743$, ada Permintaan Pemda untuk PLTS terpusat 1 unit dengan kapasitas 10Kw, sehingga $X_2 \leq 1$, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 100Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.33.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7037X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 21046200$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 2743$$

$$X_2)X_2 \leq 1$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

5. Satker Lisdes Jambi

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3406 unit, sehingga $X_1 \leq 3406$, ada FS dan DD untuk 2 tempat dengan kapasitas 50Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 2$ (50 Kw = 1000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1000X_4 \quad (3.34.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7744X_1 + 3850000X_2 + 1375000X_4 \leq 16689200$$

$$\begin{aligned} X) X_1 + X_2 + X_4 > 0 \\ X_1) X_1 &\leq 3406 \\ X_4) X_4 &\leq 2 \\ \text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4 \end{aligned}$$

6. Satker Lisdas Sumatera Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 11623 unit, sehingga $X_1 \leq 11623$, ada FS dan DD untuk 5 tempat dengan kapasitas 50Kw (2 tempat), 40 Kw (1 tempat), 35 Kw (1 tempat) dan 22 Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 2$ (50 Kw = 1000 akses), $X_{4b} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4c} \leq 1$ (35 Kw = 700 akses) dan $X_{4d} \leq 1$ (22 Kw = 440 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1000X_{4a} + 800X_{4b} + 700X_{4c} + 440X_{4d} \quad (3.35.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6948X_1 + 3850000X_2 + 1375000X_{4a} + 1100000X_{4b} + 962500X_{4c} + 605000X_{4d} \leq 30599800$$

$$X) X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} + X_{4d} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 11623$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 2$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c}) X_{4c} \leq 1$$

$$X_{4d}) X_{4d} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}, \text{ Gin } X_{4d}$$

7. Satker Lisdas Bangka Belitung

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 3000 unit, sehingga $X_1 \leq 3000$, ada Permintaan Pemda untuk PLTS terpusat 1 unit dengan kapasitas 10Kw, sehingga $X_2 \leq 1$, ada FS dan DD dengan kapasitas 12Kw (1 tempat) dan 40 Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (12 Kw = 240 akses) dan X_{4b} (40Kw = 800 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 240X_{4a} + 800X_{4b} \quad (3.36.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7116X_1 + 3850000X_2 + 330000X_{4a} + 1100000X_{4b} \leq 20636400$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 3000$$

$$X_2)X_2 \leq 1$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

8. Satker Lises Bengkulu

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 2 tempat dengan kapasitas 40Kw (2 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 2$ (40 Kw = 800), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_4 \quad (3.37.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_4 \leq 20368750$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4)X_4 \leq 2$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

9. Satker Lises Lampung

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 3 tempat dengan kapasitas 40Kw (2 tempat) dan 190 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 2$ (40 Kw = 800 akses) $X_{4b} \leq 1$ (190 Kw = 3800), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 3800X_{4b} \quad (3.38.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 5225000X_{4b} \leq 25950000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 2$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

10. Satker Lises Banten

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar sebanyak 1640 unit, sehingga $X_1 \leq 1640$, tidak Ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4 = 0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.39.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 \leq 1710000$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 1640$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

11. Satker Lises Jawa Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 50Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ ($50 \text{ Kw} = 1000$), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1000X_4 \quad (3.40.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1375000X_4 \leq 19187500$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

12. Satker Lises Jawa Tengah dan DIY

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 1199 unit, sehingga $X_1 \leq 1199$, ada Permintaan Pemda untuk

PLTS Terpusat 10 Kwp sebanyak 1 unit (10Kwp = 200 akses), ada FS dan DD untuk 4 tempat dengan kapasitas 20Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 4$ (20 Kw = 400 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 400X_4 \quad (3.41.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7125X_1 + 3850000X_2 + 550000X_4 \leq 9325000$$

$$X) X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 1199$$

$$X_2) X_2 \leq 1$$

$$X_4) X_4 \leq 4$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

13. Satker Lisdas Jawa Timur

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 40Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (40 Kw = 800), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_4 \quad (3.42.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_4 \leq 14637500$$

$$X) X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4) X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

14. Satker Lisdas Kalimantan Barat

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 100Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (100 Kw = 2000), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 2000X_4 \quad (3.43.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 2750000X_4 \leq 34812500$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

15. Satker Lisdes Kalimantan Tengah

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 5742 unit, sehingga $X_1 \leq 5742$, ada FS dan DD dengan kapasitas 40Kw (1 tempat) dan 30 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses) $X_{4b} \leq 1$ (30 Kw = 600 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 600X_{4b} \quad (3.44.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 825000X_{4b} \leq 31850000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 5742$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

16. Satker Lisdes Kalimantan Timur

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD dengan kapasitas 40Kw (1 tempat) dan 30 Kw (1 tempat) dan 100Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4b} \leq 1$ (30 Kw = 600) dan $X_{4c} \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 600X_{4b} + 2000X_{4c} \quad (3.45.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 825000X_{4b} + 2750000X_{4c} \leq 22843750$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

17. Satker Lides Kalimantan Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 50Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (50 Kw = 1000), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1000X_4 \quad (3.46.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 1375000X_4 \leq 27025000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

18. Satker Lides Sulawesi Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD dengan kapasitas 15Kw (2 tempat) dan 30 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 2$ (15 Kw = 300 akses) $X_{4b} \leq 1$ (30 Kw = 600), serta potensi energi angin ada, $X_3 \geq 0$ (40Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 300X_{4a} + 600X_{4b} \quad (3.47.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 412500X_{4a} + 825000X_{4b} \leq 33162500$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_3)X_3 \geq 0$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 2$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

19. Satker Lisdes Sulawesi Tengah

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 7200 unit, sehingga $X_1 \leq 7200$, ada FS dan DD dengan kapasitas 40Kw (2 tempat) dan 30 Kw (1 tempat) dan 20Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 2$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4b} \leq 1$ (30 Kw = 600 akses) dan $X_{4c} \leq 1$ (20Kw = 400 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_{4a} + 600X_{4b} + 400X_{4c} \quad (3.48.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7125X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_{4a} + 825000X_{4b} + 550000X_{4c} \leq 20675000$$

$$X) X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 7200$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 2$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c}) X_{4c} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}$$

20. Satker Lisdes Sulawesi Selatan

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 3900 unit, sehingga $X_1 \leq 3900$, ada FS dan DD dengan kapasitas 30Kw (1 tempat), 40 Kw (1 tempat), 50Kw (2 tempat), 60Kw (1 tempat) dan 200Kw (1 tempat) serta ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (30 Kw = 600 akses), $X_{4b} \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), $X_{4c} \leq 2$ (50Kw = 1000 akses), $X_{4d} \leq 1$ (60Kw = 1200 akses) dan $X_{4e} \leq 1$ (200 Kw = 4000 akses), serta potensi energi angin ada, $X_3 \leq 2$, ada permintaan Pemda untuk PLTB sebanyak 2 unit dengan kapasitas 40 Kw (40 Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 600X_{4a} + 800X_{4b} + 1000X_{4c} + 1200X_{4d} + 4000X_{4e} \quad (3.49.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7125X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 825000X_{4a} + 1100000X_{4b} + 1375000X_{4c} + 1650000X_{4d} + 5500000X_{4e} \leq 30065000$$

$$X) X_1 + X_2 + X_3 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} + X_{4d} + X_{4e} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 3900$$

$$X_3) X_3 \leq 2$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 2$$

$$X_{4d})X_{4d} \leq 1$$

$$X_{4e})X_{4e} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}, \text{ Gin } X_{4d}, \text{ Gin } X_{4e}$$

21. Satker Lises Gorontalo

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS tersebar, ada permintaan Pemda untuk PLTS Terpusat 5 Kw sebanyak 1 unit (5Kw = 100 akses) $X_2 \leq 1$, ada FS dan DD dengan kapasitas 18Kw (1 tempat) dan 15 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (18 Kw = 360 akses) dan $X_{4b} \leq 1$ (15 Kw = 300 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 100X_2 + 360X_{4a} + 300X_{4b} \quad (3.50.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 1925000X_2 + 495000X_{4a} + 412500X_{4b} \leq 11400000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_2)X_2 \leq 1$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

22. Satker Lises Sulawesi Tenggara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, tidak Ada FS dan DD dan ada potensi air sehingga $X_4=0$, serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 \quad (3.51.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7125X_1 + 3850000X_2 \leq 35268750$$

$$X)X_1 + X_2 > 0$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2$$

23. Satker Lises Bali

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada Permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD dengan kapasitas 35Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (35 Kw = 700 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 700X_4 \quad (3.52.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 6500X_1 + 3850000X_2 + 962500X_4 \leq 4875000$$

$$X) X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4) X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

24. Satker Lises NTB

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 3500 unit, sehingga $X_1 \leq 3500$, ada FS dan DD dengan kapasitas 100Kw (1 tempat) dan 200 Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 1$ (100 Kw = 2000 akses) $X_{4b} \leq 1$ (200 Kw = 4000 akses), serta potensi energi angin ada, sehingga $X_3 > 0$ kapasitas 40Kw (40 Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 2000X_{4a} + 4000X_{4b} \quad (3.53.)$$

s.t.

$$\text{Pagu}) 7500X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 2750000X_{4a} + 5500000X_{4b} \leq 18000000$$

$$X) X_1 + X_2 + X_3 + X_{4a} + X_{4b} > 0$$

$$X_1) X_1 \leq 3500$$

$$X_3) X_3 \geq 0$$

$$X_{4a}) X_{4a} \leq 1$$

$$X_{4b}) X_{4b} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}$$

25. Satker Lises NTT

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 3 tempat dengan kapasitas 40Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 3$ (40 Kw = 800 akses), serta potensi energi angin ada, sehingga $X_3 \geq 0$ kapasitas 40Kw (40 Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 800X_4 \quad (3.54.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7500X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 1100000X_4 \leq 28800000$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 > 0$$

$$X_3 \geq 0$$

$$X_4 \leq 3$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_4$$

26. Satker Lises Maluku Utara

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa tidak ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar, ada FS dan DD untuk 1 tempat dengan kapasitas 40Kw dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_4 \quad (3.55.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7500X_1 + 3850000X_2 + 1100000X_4 \leq 23600000$$

$$X_1 + X_2 + X_4 > 0$$

$$X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_4$$

27. Satker Lises Maluku

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 14418 unit, sehingga $X_1 \leq 14418$, ada FS dan DD dengan kapasitas 40Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_4 \leq 1$ (40 Kw = 800 akses), serta potensi energi angin ada, $X_3 \geq 0$ (40Kw = 800 akses), maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 800X_3 + 800X_4 \quad (3.56.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7500X_1 + 3850000X_2 + 4000000X_3 + 1100000X_4 \leq 38725000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_3 + X_4 > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 14418$$

$$X_4)X_4 \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_3, \text{ Gin } X_4$$

28. Satker Lises Papua

Dari data-data pada Lampiran I dapat diketahui bahwa ada permintaan Pemda untuk PLTS Tersebar sebanyak 4700 unit, sehingga $X_1 \leq 4700$, ada FS dan DD dengan kapasitas 50Kw (2 tempat), 30Kw (1 tempat), 193Kw (1 tempat) dan 112Kw (1 tempat) dan ada potensi air sehingga $X_{4a} \leq 2$ (50 Kw = 1000 akses), $X_{4b} \leq 1$ (30Kw = 600 akses), $X_{4c} \leq 1$ (193 Kw = 3860 akses) dan $X_{4d} \leq 1$ (112 Kw = 2240 akses), serta potensi energi angin tidak ada, $X_3 = 0$, maka modelnya menjadi :

$$\text{Max } X_1 + 200X_2 + 1000X_{4a} + 600X_{4b} + 3860X_{4c} + 2240X_{4d} \quad (3.57.)$$

s.t.

$$\text{Pagu})7500X_1 + 3850000X_2 + 1375000X_{4a} + 825000X_{4b} + 5307500X_{4c} + 3080000X_{4d} \leq 42750000$$

$$X)X_1 + X_2 + X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} + X_{4d} > 0$$

$$X_1)X_1 \leq 4700$$

$$X_{4a})X_{4a} \leq 2$$

$$X_{4b})X_{4b} \leq 1$$

$$X_{4c})X_{4c} \leq 1$$

$$X_{4d})X_{4d} \leq 1$$

$$\text{Gin } X_1, \text{ Gin } X_2, \text{ Gin } X_{4a}, \text{ Gin } X_{4b}, \text{ Gin } X_{4c}, \text{ Gin } X_{4d}$$

4.5.2. Solusi Program Linear Integer dengan LINDO

Model Program Linear yang digunakan untuk optimasi pendanaan program listrik perdesaan adalah program linear integer karena semua variabelnya terbatas pada nilai integer. Analisa optimasi program listrik perdesaan seluruh Indonesia dilakukan dengan membuat optimasi setiap Satker Lises sehingga dapat digunakan program LINDO versi *educational* yang memiliki maksimum 50 Variabel integer. Setelah didapat optimasi setiap satker lises maka kemudian hasil optimasi untuk ke 28 satker tersebut digabungkan menjadi hasil optimasi program listrik perdesaan seluruh Indonesia.

Dari total 56 model diatas, maka harus dilakukan penulisan yang sesuai dengan syntax LINDO yaitu memberi tambahan perintah pada LINDO untuk membatasi solusi integer adalah GIN (*General Integer*) setelah perintah END, Kemudian dilakukan *solve* dengan menggunakan LINDO 6.1. versi *educational* sehingga untuk setiap model didapatkan penyelesaian hasil yang optimum.

BAB V

ANALISA

5.1. HASIL ANALISA LINDO

Setelah dilakukan optimasi untuk ke-56 model program linear integer pada satker lises seluruh Indonesia dengan bantuan program LINDO, maka didapatkan hasil output LINDO yang optimal, dimana hasil output LINDO lengkap dapat dilihat pada Lampiran II Output LINDO.

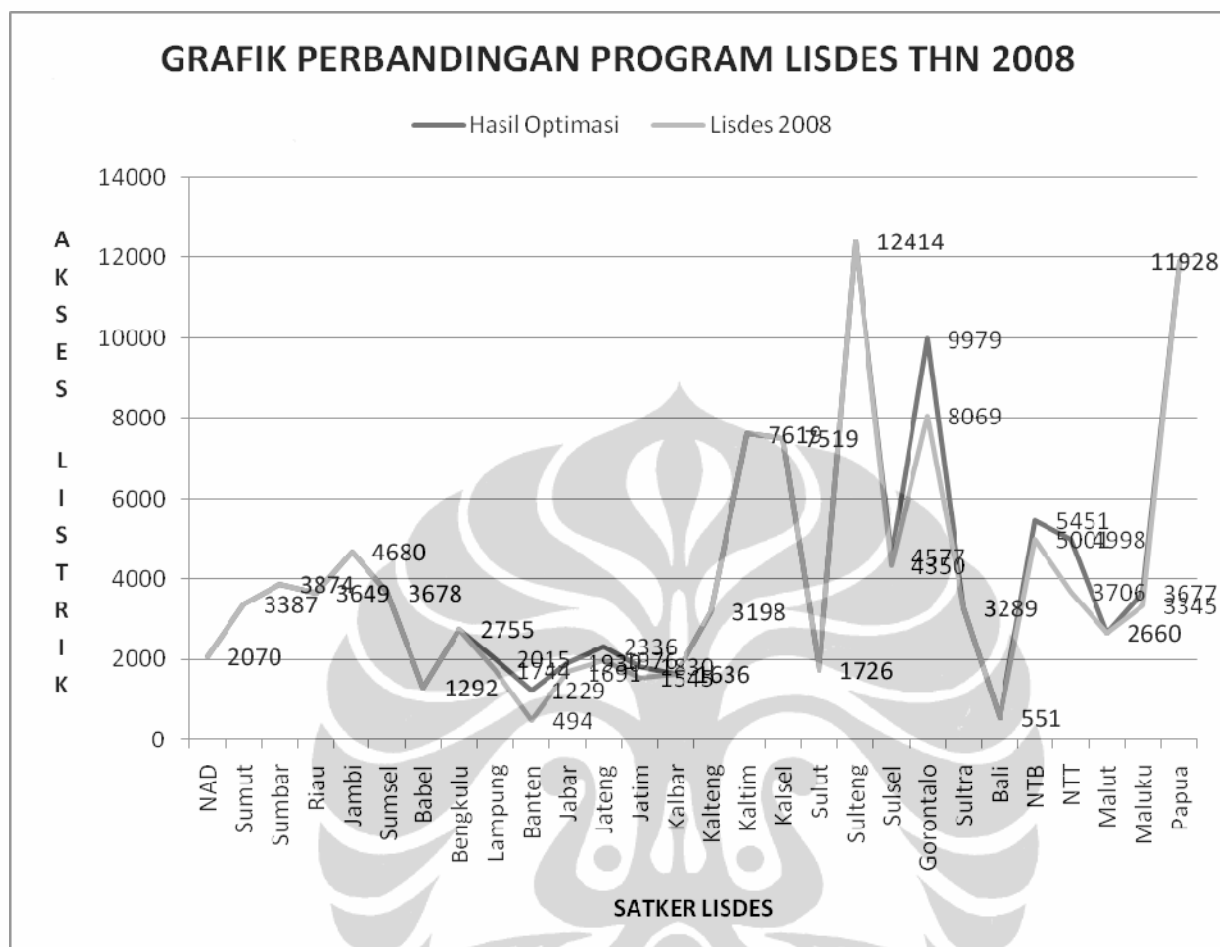
Dari hasil output LINDO pada Lampiran II, maka pada Lampiran III dibuat tabel III.1 yang berisikan program listrik perdesaan tahun 2008 hasil optimasi, untuk program listrik perdesaan tahun 2009 hasil optimasi dapat dilihat pada Lampiran III tabel III.3.

5.1.1. Hasil Optimasi Program Listrik Perdesaan Tahun 2008

Untuk dapat mengetahui apakah program listrik perdesaan tahun 2008 sudah optimal apa belum, maka sesuai dengan bab IV metode penelitian maka dilakukan perbandingan antara program listrik 2008 dengan program listrik perdesaan 2008 yang hasil optimasi. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran III tabel III.2 dimana ada dua kriteria yang digunakan yaitu jumlah akses listrik dan pagu anggaran yang digunakan.

a. Akses Listrik

Untuk mengetahui deviasi akses listrik yang didapat antara program lises tahun 2008 dengan program lises hasil optimasi program linear integer dapat dilihat pada Lampiran III tabel III.2 kolom (g), dan untuk memperjelas digunakan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Program Lisdes Tahun 2008

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran III tabel III.2)

Pada gambar 5.1. diatas dapat dilihat grafik pada sumbu horisontal adalah 28 satker lisdes seluruh Indonesia, dan sumbu vertikal adalah jumlah akses listrik, sehingga dapat dilihat bahwa program listrik perdesaan tahun 2008 masih kurang optimal hal ini dapat diketahui dari hasil optimasi program linear integer pada program listrik perdesaan tahun 2008 didapat ada 10 satker lisdes yang masih dapat dimaksimalkan (ada deviasi pada Lampiran III tabel III.2. kolom (g)) yaitu : Satker Lisdes Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Gorontalo, NTB, NTT dan Maluku.

Adapun peningkatan jumlah akses listrik untuk 10 Satker Lisdes tersebut (lihat Lampiran III tabel III.2. kolom (g)) adalah : Lampung meningkat 271 akses, Banten meningkat 735 akses,

Jawa Barat meningkat 239 akses, Jawa Tengah meningkat 360 akses, Jawa Timur meningkat 285 akses, Sulawesi Selatan meningkat 227 akses, Gorontalo meningkat 1910 akses, NTB meningkat 450 akses, NTT meningkat 1292 akses dan Maluku meningkat 332 akses. Sehingga secara keseluruhan total peningkatan akses seluruh Indonesia pada tahun 2008 sebanyak 6101 akses listrik.

Dari hasil optimasi diketahui peningkatan akses listrik 271 akses pada Satker lides Lampung didapat dari penggunaan PLTMH Way Sabu 1x17 KW di Kabupaten Lampung Selatan dan penurunan penggunaan PLTS tersebar dari 1324 unit menjadi 1255 unit.

Peningkatan akses listrik 735 akses pada Satker lides Banten didapat dari tidak digunakannya PLTS terpusat 2x10 KW dan kenaikan penggunaan PLTS tersebar dari 94 unit menjadi 1229 unit.

Peningkatan akses listrik 239 akses pada Satker lides Jawa Barat didapat dari penggunaan PLTMH Cisalak 1x11 KW dan PLTMH Ciar 1x4 KW di Kabupaten Bogor dan penurunan penggunaan PLTS tersebar dari 891 unit menjadi 830 unit.

Peningkatan akses listrik 360 akses pada Satker lides Jawa Tengah didapat dari tidak digunakannya PLTS terpusat 1x10 KW dan kenaikan penggunaan PLTS tersebar dari 236 unit menjadi 796 unit.

Peningkatan akses listrik 285 akses pada Satker lides Jawa Timur didapat dari, penggunaan PLTMH 1x8 KW di Kabupaten Bondowoso dan PLTMH 1x7 KW di Kabupaten Lumajang, dan tidak digunakannya PLTS tersebar serta peningkatan PLTB HS (*Home System*) dari 200 unit menjadi 1050 unit.

Peningkatan akses listrik 227 akses pada Satker lides Sulawesi Selatan didapat dari penambahan 1 unit PLTB dari 2x40 KW menjadi 3x40 KW dan pengurangan PLTS tersebar dari 1110 unit menjadi 537 unit.

Peningkatan akses listrik 1910 akses pada Satker lides Gorontalo didapat dari tidak digunakannya PLTS terpusat 1x10 KW, penggunaan PLTMH 1x96 KW di Kabupaten Pohuwato serta penambahan PLTS tersebar dari 189 unit menjadi 379 unit.

Peningkatan akses listrik 450 akses pada Satker lides NTB didapat dari penggunaan PLTB 2x40 KW dan penurunan penggunaan PLTS tersebar dari 1401 unit menjadi 251 unit.

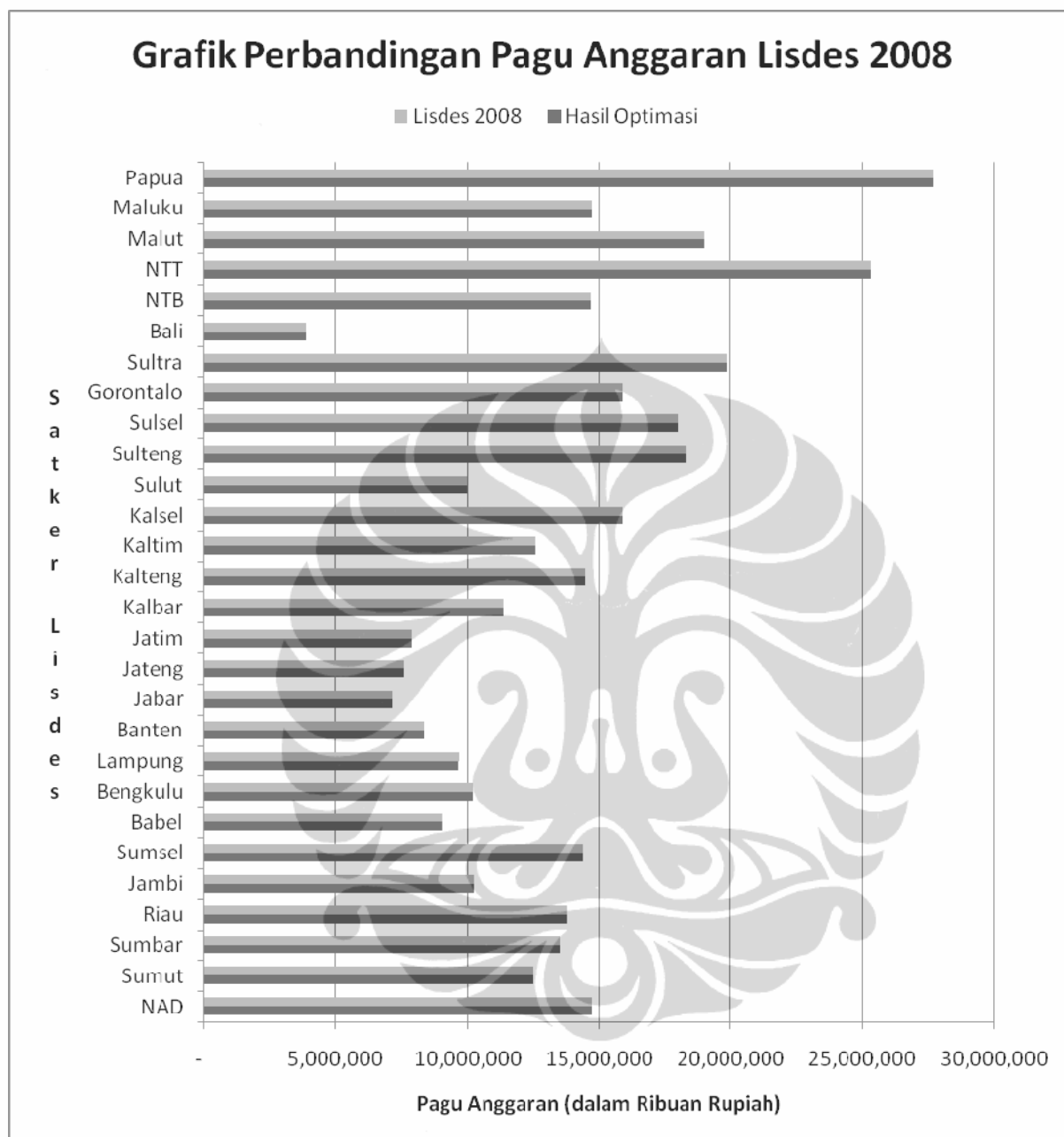
Peningkatan akses listrik 1292 akses pada Satker lides NTT didapat dari penggunaan PLTB 4x40 KW, tidak digunakannya PLTS terpusat 1x10 KW, serta pengurangan PLTS tersebar dari 2906 unit menjadi 1198 unit.

Peningkatan akses listrik 332 akses pada Satker lides Maluku didapat dari penambahan PLTB 2x54 KW, dan pengurangan PLTS tersebar dari 1065 unit menjadi 317 unit.

Maka secara nasional sesuai dengan lampiran III tabel III.2 pada program listrik perdesaan tahun 2008 didapat total jumlah akses listrik sebanyak 109.846 akses listrik, dengan program linear integer dilakukan optimasi sehingga didapat total jumlah akses listrik sebanyak 115.947 akses listrik atau meningkat 6101 akses listrik yang berarti secara nasional naik 5,5%.

b. Pagu Anggaran

Sesuai dengan lampiran III tabel III.2 kolom (h) maka dari ke 10 Satker Lides yang dimaksimalkan dari sisi anggaran ada deviasi negatif yang berarti ada penghematan yaitu : Satker Lides Lampung menghemat Rp. 6.599.000, Banten menghemat Rp. 3.565.000, Jawa Barat menghemat Rp. 1.141.000, Jawa Tengah menghemat Rp. 2.240.000, Jawa Timur menghemat Rp. 5.915.000, Sulawesi Selatan menghemat Rp. 686.000, Gorontalo menghemat Rp. 6.142.000, NTB menghemat Rp. 4.000.000, NTT menghemat Rp. 4.128.000 dan Maluku menghemat Rp. 5.796.000. Sehingga secara keseluruhan total penghematan pagu anggaran seluruh Indonesia pada tahun 2008 sebanyak Rp. 40.212.000.



Gambar 5.2. Grafik Perbandingan Pagu Anggaran Lides 2008

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran III tabel III.2)

Untuk memperjelas maka Lampiran III tabel III.2 kolom (h) dibuat gambar grafik Pada gambar 5.2. diatas dimana pada sumbu horisontal adalah besarnya pagu anggaran dalam ribuan rupiah, dan sumbu vertikal adalah 28 satker lides seluruh Indonesia. Dari grafik ini dapat dilihat pada program Lides 2008, Propinsi Bali mendapatkan pagu anggaran yang paling kecil yaitu

sebesar Rp. 3.855.393.000,- dan Propinsi Papua mendapatkan pagu anggaran paling besar yaitu sebesar Rp. 27.726.072.000,-. Hal ini sesuai dengan RUKN 2008 – 2027 dimana rasio elektrifikasi tahun 2007 untuk Bali yang paling tinggi yaitu 76,11% dan Rasio elektrifikasi Papua yang termasuk rendah yaitu sebesar 32,05%, dari Rasio elektrifikasi secara nasional sebesar 64,34%. Dimana pagu anggaran satker lisdes berbanding terbalik dengan rasio elektrifikasinya (sesuai dengan azas keadilan).

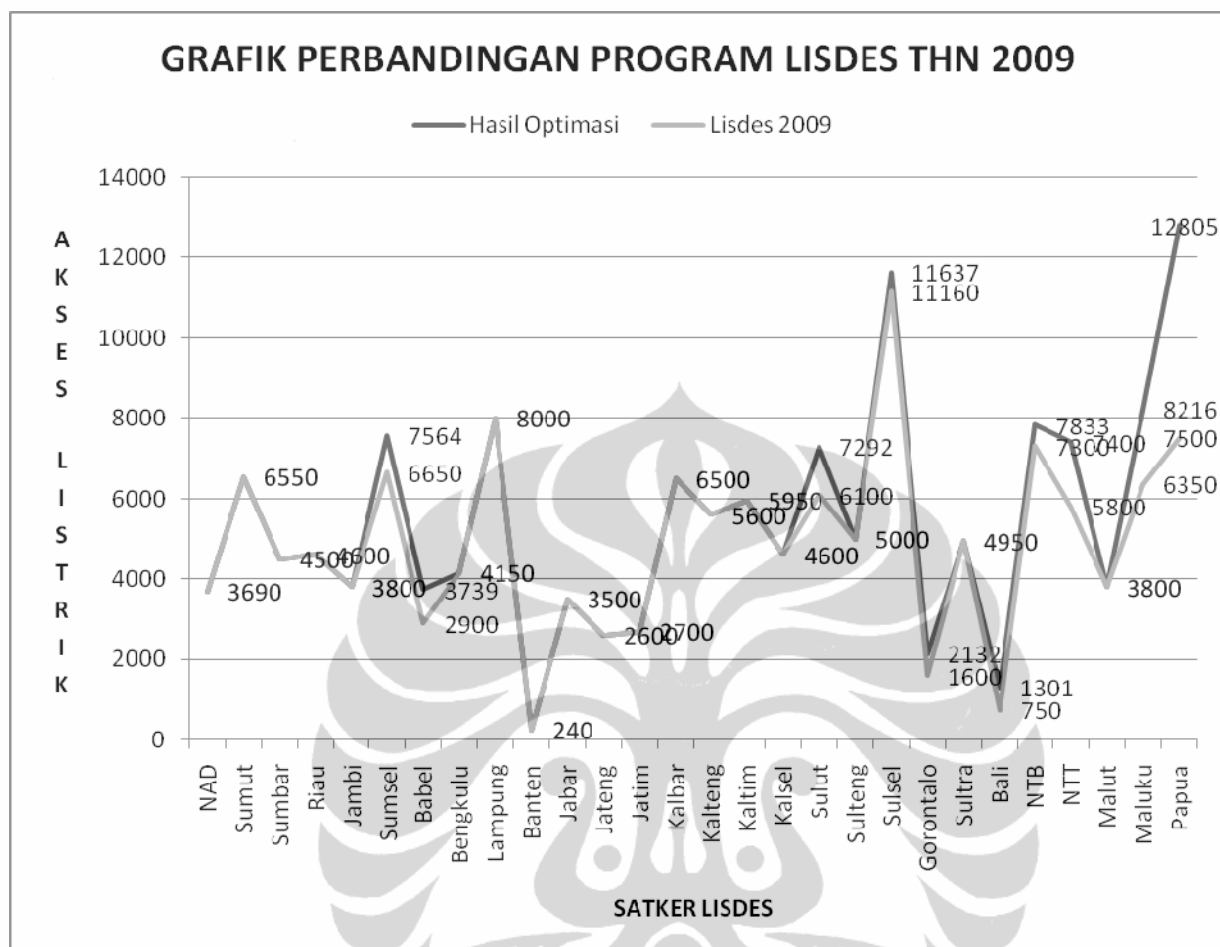
Pada program listrik perdesaan tahun 2008 didapat total pagu anggaran sebesar Rp. 380.807.363.000, dengan program linear integer maka dilakukan optimasi sehingga didapat total biaya Rp. 380.767.151.000 atau menghemat Rp. 40.212.000 dengan jumlah akses listrik yang lebih banyak.

5.1.2. Hasil Optimasi Program Listrik Perdesaan Tahun 2009

Hal yang sama juga dilakukan untuk tahun 2009, untuk dapat mengetahui apakah program listrik perdesaan tahun 2009 sudah optimal apa belum, maka dilakukan perbandingan antara program listrik 2009 dengan program listrik perdesaan 2009 hasil optimasi. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran III tabel III.4 dimana ada dua kriteria juga yang digunakan yaitu jumlah akses listrik dan pagu anggaran yang digunakan.

a. Akses Listrik

Untuk mengetahui deviasi akses listrik yang didapat antara program lisdes tahun 2009 dengan program lisdes hasil optimasi program linear integer dapat dilihat pada Lampiran III tabel III.4 kolom (g), dan untuk memperjelas digunakan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Program Lisdes Tahun 2009

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran III tabel III.4)

Pada gambar 5.3. diatas dapat dilihat grafik pada sumbu horisontal adalah 28 satker lides seluruh Indonesia, dan sumbu vertikal adalah jumlah akses listrik, sehingga dapat dilihat bahwa program listrik perdesaan tahun 2009 masih kurang optimal hal ini dapat diketahui dari hasil optimasi program linear integer pada program listrik perdesaan tahun 2009 didapat ada 10 satker lides yang masih dapat dimaksimalkan (ada deviasi pada Lampiran III tabel III.4. kolom (g)) yaitu : Satker Lides Sumatera Selatan, Bangka Belitung, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Bali, NTB, NTT, Maluku dan Papua.

Adapun peningkatan jumlah akses listrik untuk 10 Satker Lides tersebut (lihat Lampiran III tabel III.2. kolom (g)) adalah : Sumatera Selatan meningkat 914 akses, Bangka Belitung meningkat 839 akses, Sulawesi Utara meningkat 1192 akses, Sulawesi Selatan meningkat 477

akses, Gorontalo meningkat 532 akses, Bali meningkat 551 akses, NTB meningkat 533 akses, NTT meningkat 1600 akses, Maluku meningkat 1866 akses dan Papua meningkat 5305 akses. Sehingga secara keseluruhan total peningkatan akses seluruh Indonesia pada tahun 2009 sebanyak 13.809 akses listrik.

Dari hasil optimasi diketahui peningkatan akses listrik 914 akses pada Satker lides Sumatera Selatan didapat dari penggunaan PLTMH 1x35 KW dan PLTMH 1x22 KW di Kabupaten OKU Selatan, serta pengurangan PLTS tersebar dari 3850 unit menjadi 3624 unit.

Peningkatan akses listrik 839 akses pada Satker lides Bangka Belitung didapat dari penggunaan PLTMH 1x12 KW Aor gegas, di Kabupaten Bangka Selatan dan PLTMH 1x40 KW Lubuk di Kabupaten Bangka Tengah serta pengurangan PLTS tersebar dari 2900 unit menjadi 2699 unit.

Peningkatan akses listrik 1192 akses pada Satker lides Sulawesi Utara didapat dari penambahan 5 unit PLTB dari 2x40 KW menjadi 7x40 KW dan pengurangan PLTS tersebar dari 3300 unit menjadi 492 unit.

Peningkatan akses listrik 477 akses pada Satker lides Sulawesi Selatan didapat dari penggunaan PLTB 2x40 KW, dan pengurangan PLTS tersebar dari 2560 unit menjadi 1437 unit.

Peningkatan akses listrik 532 akses pada Satker lides Gorontalo didapat dari penggunaan PLTMH 1x18 KW dan PLTMH 1x15 KW di Kabupaten Bone Bolango serta pengurangan PLTS tersebar dari 1600 unit menjadi 1472 unit.

Peningkatan akses listrik 551 akses pada Satker lides Bali didapat dari penggunaan PLTMH 1x35 KW di Kabupaten Tabanan serta pengurangan PLTS tersebar dari 750 unit menjadi 601 unit.

Peningkatan akses listrik 533 akses pada Satker lides NTB didapat dari penggunaan PLTB 2x40 KW, serta pengurangan PLTS tersebar dari 1300 unit menjadi 233 unit.

Peningkatan akses listrik 1600 akses pada Satker lides NTT didapat dari penggunaan PLTB 6x40 KW, serta pengurangan PLTS tersebar dari 3400 unit menjadi 200 unit.

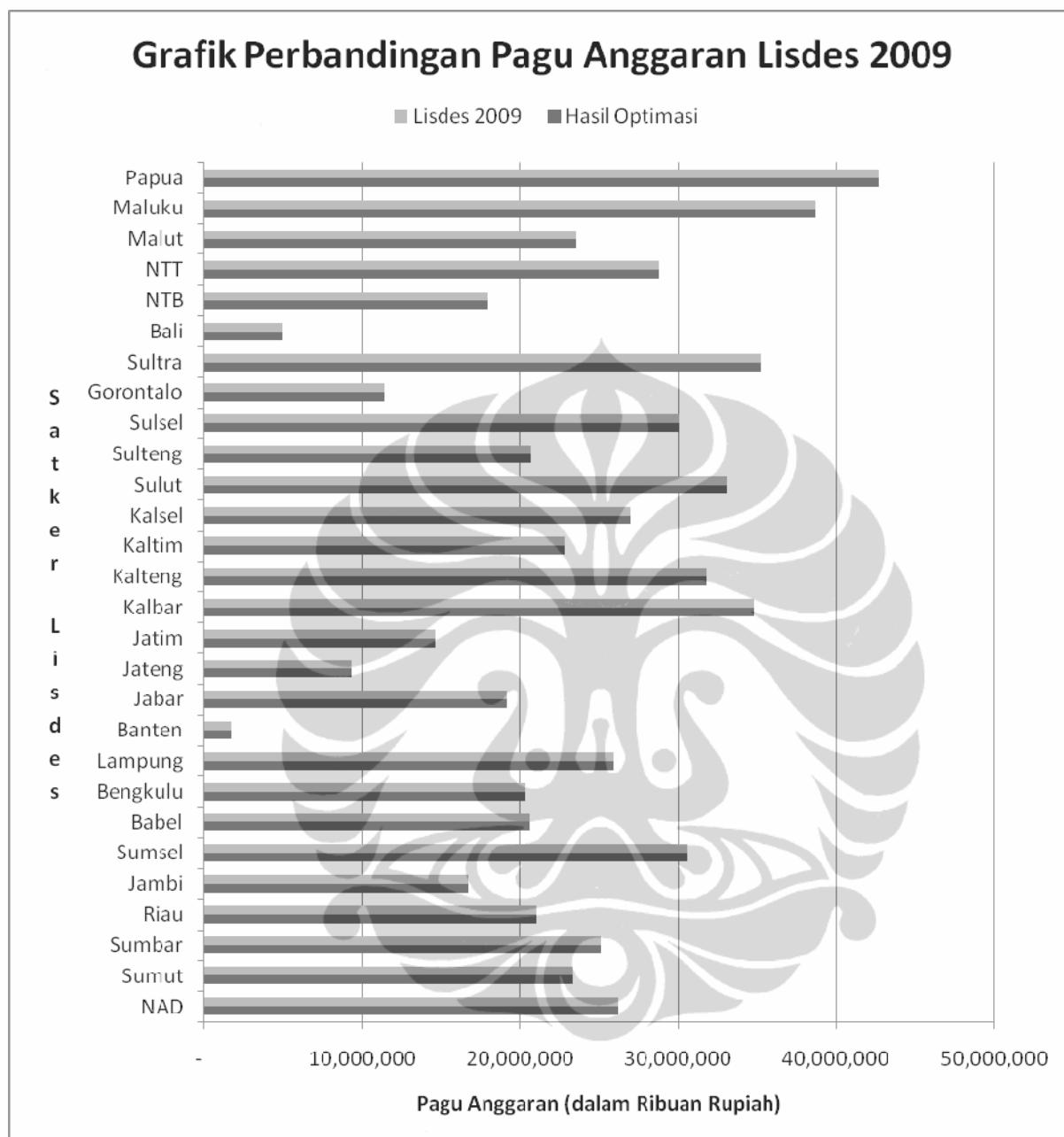
Peningkatan akses listrik 1866 akses pada Satker lides Maluku didapat dari penggunaan PLTB 9x40 KW, serta pengurangan PLTS tersebar dari 3950 unit menjadi 216 unit.

Peningkatan akses listrik 5305 akses pada Satker lides Papua didapat dari penggunaan PLTMH 1x30 KW di Kabupaten Pinai, PLTMH 1x193 KW di Kabupaten Tolikara dan PLTMH 1x112 KW di Kabupaten Pengunungan Bintang Oksibil dan tidak digunakannya PLTB 2x40 KW serta penambahan PLTS tersebar dari 3900 unit menjadi 4105 unit.

Maka secara nasional sesuai dengan lampiran III tabel III.2 pada program listrik perdesaan tahun 2009 didapat total jumlah akses listrik sebanyak 136.840 akses listrik, dengan program linear integer dilakukan optimasi sehingga didapat peningkatan total jumlah akses listrik sebanyak 150.649 akses listrik atau meningkat 13.809 akses listrik yang berarti secara nasional naik 10%.

b. Pagu Anggaran

Sesuai dengan lampiran III tabel III.4 kolom (h) maka dari ke 10 Satker Lides yang dimaksimalkan dari sisi anggaran ada deviasi negatif yang berarti ada penghematan yaitu : Satker Lides Sumatera Selatan menghemat Rp. 2.748.000, Bangka Belitung menghemat Rp. 316.000, Sulawesi Utara menghemat Rp. 7.000.000, Sulawesi Selatan menghemat Rp. 1.375.000, Gorontalo menghemat Rp. 4.500.000, Bali menghemat Rp. 6.000.000, NTB menghemat Rp. 2.500.000, dan Maluku menghemat Rp. 5.000.000. Sehingga secara keseluruhan total penghematan pagu anggaran seluruh Indonesia pada tahun 2009 sebanyak Rp. 29.439.000.



Gambar 5.4. Grafik Perbandingan Pagu Anggaran Lides 2009

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran III tabel III.4)

Untuk memperjelas maka Lampiran III tabel III.4 kolom (h) dibuat gambar grafik Pada gambar 5.4. diatas dimana pada sumbu horisontal adalah besarnya pagu anggaran dalam ribuan rupiah, dan sumbu vertikal adalah 28 satker lides seluruh Indonesia. Dari grafik ini dapat dilihat pada program Lides 2009, Propinsi Banten mendapatkan pagu anggaran yang paling kecil yaitu

sebesar Rp. 1.710.000.000,- dan Propinsi Papua mendapatkan pagu anggaran paling besar yaitu sebesar Rp. 42.750.000.000,-. Hal ini sesuai dengan RUKN 2008-2027 dimana data Rasio Elektrifikasi Tahun 2007 untuk Banten yang termasuk dalam Jawa-Madura-Bali yang paling tinggi yaitu 76,11% dan Rasio elektrifikasi Papua yang termasuk rendah yaitu sebesar 32,05%, dari Rasio elektrifikasi secara nasional sebesar 64,34%. Dimana pagu anggaran berbanding terbalik dengan rasio elektrifikasinya (sesuai dengan azas keadilan).

Sesuai dengan Lampiran III tabel III.4. maka pada program listrik perdesaan tahun 2009 didapat total pagu anggaran sebesar Rp. 658.743.690.000, dengan program linear integer maka dilakukan optimasi sehingga didapat total biaya Rp. 658.714.251.000 atau menghemat Rp. 29.439.000 dengan jumlah akses listrik yang lebih banyak.

5.1.3. Pemilihan Jenis Pembangkit

Jenis pembangkit yang digunakan untuk listrik perdesaan (*rural electrification*) pada umumnya adalah menggunakan pembangkit dari energi baru terbarukan dan berskala kecil seperti dijelaskan pada bab sebelumnya, hal ini dikarenakan demand tenaga listriknya kecil dan adanya potensi energi setempat dengan energi baru terbarukan, bila menggunakan pembangkit dari BBM akan menjadi mahal biaya operasionalnya.

Untuk dapat melakukan analisa pemilihan jenis pembangkit maka dilakukan pengolahan data program lides dengan hasil optimasinya yang berisikan jenis pembangkit dan kapasitas pembangkit yang digunakan.

5.1.3.1. Pemilihan Jenis Pembangkit Program Listrik Perdesaan Tahun 2008

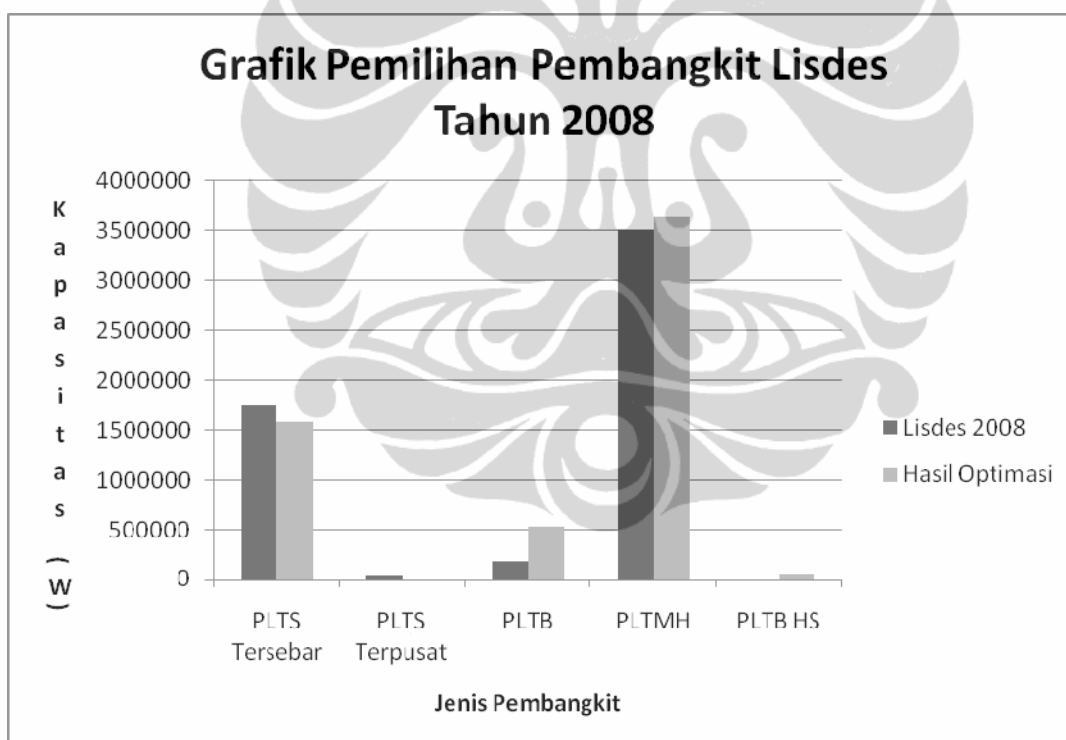
Untuk dapat melakukan analisa pemilihan jenis pembangkit maka dilakukan pengolahan data dari Lampiran I Tabel I.1.a mengenai program lides 2008 dan Lampiran III Tabel III.1. mengenai program 2008 hasil optimasi, sehingga untuk seluruh Indonesia dihasilkan tabel berikut :

Tabel 5.1. Pemilihan Jenis Pembangkit Lisdes Tahun 2008

No	Jenis Pembangkit	Lisdes 2008		Hasil Optimasi	
		Jlh Kap.(W)	Jlh Unit	Jlh Kap. (W)	Jlh Unit
1	PLTS Tersebar	1744300	34886	1579850	31597
2	PLTS Terpusat	50000	5	0	0
3	PLTB	188000	4	522000	12
4	PLTMH	3500000	32	3643000	38
5	PLTB HS	10000	200	52500	1050

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran I tabel I.1.a dan lampiran III tabel III.1)

Untuk lebih memperjelas maka tabel 5.1. diatas dapat dibuat menjadi grafik sebagai berikut :

**Gambar 5.5. Grafik Pemilihan Pembangkit Lisdes Tahun 2008**

(Sumber : Pengolahan data pada tabel 4.1.)

Dari gambar 5.5. diatas, dapat dilihat bahwa sumbu horisontal adalah jenis pembangkit dan sumbu vertikal adalah kapasitas pembangkit, (dimana kapasitas pembangkit didapat dari jumlah pembangkit dikalikan dengan kapasitas unit pembangkit). Bila dilihat dari jumlah, maka

PLTS tersebar paling banyak jumlahnya yaitu 34.886 unit, namun secara total kapasitas PLTS tersebar yang kedua paling banyak setelah PLTMH.

Dari gambar 5.5. diatas dapat dilihat bahwa pada program lides 2008 dan hasil optimasinya, maka PLTMH adalah pembangkit yang paling besar kapasitas penggunaannya, setelah itu PLTS tersebar dan PLTB. Dimana PLTB HS hanya digunakan untuk satker lides Jawa Timur seperti dijelaskan pada Bab III, sedangkan dari hasil optimasi PLTS Terpusat tidak digunakan karena harganya yang relatif mahal. Pada hasil optimasi terjadi penurunan jumlah PLTS tersebar dan PLTS terpusat ditiadakan, sedangkan untuk PLTMH, PLTB dan PLTB HS mengalami kenaikan.

5.1.3.2. Pemilihan Jenis Pembangkit Program Listrik Perdesaan Tahun 2009

Hal yang sama juga dilakukan untuk tahun 2009, dimana untuk dapat melakukan analisa pemilihan jenis pembangkit maka dilakukan pengolahan data dari Lampiran I Tabel I.1.b mengenai program lides 2009 dan Lampiran III Tabel III.3. mengenai program 2009 hasil optimasi, sehingga untuk seluruh Indonesia dihasilkan tabel berikut :

Tabel 5.2. Pemilihan Jenis Pembangkit Lides Tahun 2009

No	Jenis Pembangkit	Lides 2009		Hasil Optimasi	
		Jlh Kap.(W)	Jlh Unit	Jlh Kap. (W)	Jlh Unit
1	PLTS Tersebar	3872000	77440	3250450	65009
2	PLTS Terpusat	0	0	0	0
3	PLTB	240000	6	1040000	26
4	PLTMH	2730000	42	3242000	60

(Sumber : Pengolahan data pada lampiran I tabel I.1.b dan lampiran III tabel III.3)

Untuk memperjelas tabel 5.2 diatas, maka digambarkan grafik dibawah ini, dimana sumbu horisontal adalah jenis pembangkit dan sumbu vertikal adalah kapasitas pembangkit (W).



Gambar 5.6. Grafik Pemilihan Pembangkit Lisdes Tahun 2009

(Sumber : Pengolahan data pada tabel 4.2.)

Dari gambar 5.6. diatas dapat dilihat bahwa PLTS tersebar baik dari segi jumlahnya maupun kapasitasnya merupakan pembangkit yang paling besar kapasitasnya, PLTMH yang kedua dan PLTB yang ketiga. Dimana PLTS terpusat tidak digunakan karena harganya yang relatif mahal. Untuk PLTMH menjadi tidak dominan seperti tahun 2008, hal ini dikarenakan menurunnya jumlah ketersediaan FS dan DD dari Pemerintah Daerah sebagai syarat penggunaan pembangkit PLTMH, untuk itulah perlunya peningkatan partisipasi Pemerintah Daerah dalam rangka pembangunan ketenagalistrikan.

Dari gambar 5.6 diatas dapat dilihat bahwa pada hasil optimasi, terjadi pengurangan penggunaan PLTS tersebar dan kenaikan penggunaan PLTB dan PLTMH, hal ini tentunya terjadi karena PLTMH dan PLTB memiliki harga yang lebih kompetitif dibanding PLTS tersebar, namun ada kendala potensi energi serta FS dan DD yang harus tersedia.

Secara umum dari hasil optimasi menggunakan program linear untuk tahun 2008 dan 2009 diatas maka didapat bahwa :

- PLTMH adalah salah satu jenis pembangkit yang paling diminati karena berharga Rp 27.500.000/KW namun butuh potensi energi yang dipersyaratkan serta perlunya didukung ketersediaan FS dan DD oleh Pemda setempat sehingga layak untuk dibangun.
- Jenis pembangkit yang cukup diminati adalah PLTB karena berharga Rp. 4.000.000.000 untuk kapasitas 40 KW (Rp. 100.000.000/KW) namun butuh potensi energi angin yang dipersyaratkan sehingga diperlukan pemetaan energi angin yang baik.
- PLTS Tersebar berharga sekitar Rp. 7.000.000 untuk kapasitas 50Wp (Rp. 140.000.000/KW) merupakan jenis pembangkit yang paling sederhana, mudah di install dan dapat digunakan diseluruh wilayah Indonesia, sehingga merupakan pembangkit alternatif terakhir dari program listrik perdesaan bila jenis pembangkit lain tidak tersedia. Namun kelemahan pembangkit ini adalah dalam hal kepemilikan karena bentuknya yang sederhana dan simple sehingga terkadang PLTS tersebar yang sudah terpasang ini merasa menjadi milik sendiri yang sering dijual untuk kebutuhan hidup terutama di daerah pedalaman dan terpencil.
- Tidak ada jenis pembangkit PLTS terpusat yang dipilih, hal ini karena harga PLTS Terpusat yang sangat mahal mencapai Rp. 3.850.000.000 untuk kapasitas 10 KW (Rp. 385.000.000 / KW) sehingga tidak mampu bersaing dengan pembangkit jenis lain. Harga ini bila dibandingkan dengan harga pasar cukup jauh sehingga HPS (Harga Pokok Satuan) PLTS Terpusat perlu dikoreksi lagi.
- Hal ini sesuai dengan Bab II hasil studi sebelumnya mengenai penggunaan program linear di listrik perdesaan Colombia dimana Cost min adalah salah satu tujuannya, dimana Pemerintah dalam hal ini sebagai konsumen tentunya akan memilih pembangkit yang paling murah (*least cost*) dengan mendapatkan benefit yang paling banyak (memaksimalkan utility)

5.2. ANALISA LISTRIK PERDESAAN

Seperti dijelaskan pada Bab II Tinjauan Pustaka sebelumnya, dimana listrik perdesaan (*rural electrification*) merupakan bentuk intervensi Pemerintah dalam mengatasi kegagalan pasar (*market failure*) tenaga listrik, dimana PT. PLN selaku BUMN yang menyediakan listrik tidak mampu menyediakan listrik untuk daerah rural seperti :daerah perdesaan, daerah terpencil dan daerah belum berkembang karena karena biaya produksi (*cost of production*) yang dikeluarkan tidak dapat ditutup oleh tarif.

Selain itu tenaga listrik merupakan barang ekonomi yang juga sebagai infrastruktur, dimana di tuntut pelayanan pemerintah untuk menyediakan tenaga listrik yang cukup. Bentuk intervensi inilah yang merupakan kebijakan publik (*public policy*). Listrik perdesaan memiliki tujuan memberikan akses tenaga listrik sebanyak mungkin kepada seluruh rakyat Indonesia terutama di daerah rural, sehingga sebagai sebuah kebijakan publik maka dituntut agar efektif dan efisien.

Dari hasil penelitian ini program listrik perdesaan dalam kurun waktu tahun 2008-2009 masih belum optimal hal ini dapat dilihat pada gambar 5.1 dan 5.3 diatas yang membandingkan antara program listrik perdesaan tahun 2008-2009 dengan hasil optimasi program linear integernya dimana untuk tahun 2008 dapat dilakukan peningkatan akses listrik 5,5% dan untuk tahun 2009 ada peningkatan akses 10% dengan penggunaan anggaran yang lebih rendah. Berarti hal ini sesuai dengan hipotesa penelitian bahwa program listrik yang berjalan saat ini belum optimal.

Pada kurun waktu dua tahun yaitu tahun 2008-2009 ada lima satker lides yang tidak pernah optimal yaitu Satker Lides Sulawesi Selatan, Gorontalo, NTB, NTT dan Maluku, sehingga untuk program listrik perdesaan selanjutnya agar lebih diperhatikan sehingga menjadi optimal.

Adapun program listrik perdesaan yang optimal dapat dilihat pada lampiran III Data Hasil Optimasi, tabel III.1 untuk program listrik perdesaan tahun 2008 yang optimal dan tabel III.3 untuk program listrik perdesaan tahun 2009 yang optimal.

Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa dari anggaran yang dibutuhkan, bila dilakukan optimasi program linear integer seperti terdapat pada lampiran III Data Hasil Optimasi tabel III.2. maka akan ada penghematan sebesar Rp. 40.212.000 untuk tahun 2008 dan pada lampiran III Data Hasil Optimasi tabel III.4. maka akan ada penghematan sebesar Rp. 29.439.000 untuk tahun 2009. Sehingga tercapai salah satu tujuan penelitian yaitu mengoptimalkan pendanaan listrik perdesaan yang terbatas sehingga menjadi lebih efektif dan efisien dalam melistriki seluruh rakyat.

Dalam pemodelan program linear integer yang dilakukan untuk penelitian ini, kebutuhan daerah untuk tenaga listrik ikut dimasukkan dengan adanya fungsi kendala permintaan pemerintah daerah terhadap listrik perdesaan, kendala potensi energi, serta kendala ketersediaan *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD), sehingga dengan penelitian ini dapat dihasilkan program listrik perdesaan yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan potensi yang ada di daerah.

Dari sisi perencanaan supaya dihasilkan program listrik perdesaan yang optimal, maka kebijakan program listrik perdesaan sebelum diimplementasikan harus dilakukan optimasi terlebih dahulu dengan menggunakan program linear integer sehingga menjadi optimal.

Pada saat memilih jenis pembangkit agar dapat dihasilkan program listrik perdesaan yang optimal, maka berdasarkan penelitian ini kebijakan yang diambil adalah dengan memilih jenis pembangkit yang menggunakan biaya yang terendah (*least cost*) yaitu PLTMH, namun harus diingat bahwa pemilihan pembangkit PLTMH harus sudah tersedia *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD). Untuk itulah supaya program listrik perdesaan dapat optimal maka perlu peningkatan peran aktif Pemerintah Daerah dalam membuat *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD) PLTMH di daerahnya. Hal ini sejalan dengan studi pada Bab II oleh Direktorat Jenderal listrik dan Pemanfaatan Energi (2007) dimana perlunya peningkatan peranan Pemerintah Daerah melalui skema listrik perdesaan terdesentralisasi.

Pemilihan pembangkit berikutnya adalah dengan menggunakan PLTB, namun untuk dapat menggunakan PLTB sebagai pembangkit diperlukan potensi energi angin. Langkah kebijakan yang diperlukan disini adalah dengan membuat pemetaan energi angin sehingga diharapkan dengan adanya pemetaan energi angin yang baik maka pemanfaatannya menjadi tenaga listrik menjadi lebih banyak dan program listrik perdesaan menjadi lebih optimal.

Sebagai pilihan terakhir dalam pemilihan jenis pembangkit adalah PLTS, dimana dipilih apabila tidak ada jenis potensi energi setempat yang memungkinkan. Untuk PLTS tersebar dipilih bila jumlah penduduknya tersebar dan jauh, PLTS tersebar memiliki keunggulan mudah diinstall, namun memiliki kelemahan dalam hal kepemilikan. Langkah kebijakan yang diambil untuk mengatasinya adalah supaya Pemerintah Daerah dapat lebih selektif dalam memilih KK yang belum berlistrik, supaya KK yang menerima bantuan PLTS tersebar adalah yang benar-benar membutuhkan dan mau merawatnya sehingga menjadi *sustainable*. PLTS Terpusat dipilih apabila jumlah penduduknya terpusat, namun dari penelitian ini tidak disarankan karena harganya yang paling mahal sehingga perlu dilakukan pengecekan apakah HPS (Harga Pokok Satuan) PLTS Terpusat perlu dikoreksi lagi.

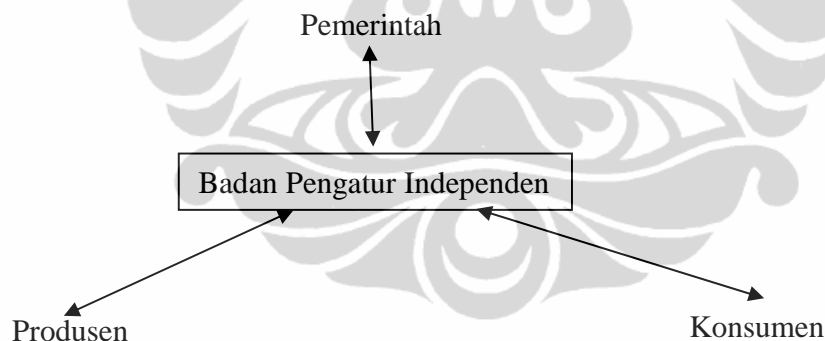
Maka sesuai dengan Krothapalli dan Greska (2007) untuk mendapatkan *sustainable rural electrification program* yang sukses diperlukan antara lain : *Cost-effective and efficient technology, Locally generated energy source* dan *Integrated approach with the community involvement rather than project based approach*, hal inilah yang harus dilakukan Pemerintah dalam program listrik perdesaan supaya dapat *sustainable*, dimana pendekatan yang harus dilakukan dalam program listrik perdesaan adalah melibatkan masyarakat setempat dalam listrik perdesaan sehingga masyarakat ikut merasa memiliki dan bukan dengan pendekatan program listrik perdesaan hanya sebagai suatu proyek semata.

Adapun kelemahan dari penelitian ini adalah pemilihan jenis pembangkit yang dipilih adalah pembangkit yang termurah atau *least cost* dengan memenuhi kendala teknis yang ada tapi tidak melihat apakah layak atau tidaknya pembangkit tersebut yang disesuaikan dengan kondisi lapangan seperti kondisi beban listrik, kondisi *site* dan biaya pemeliharaannya. Sehingga perlu

adanya data pendukung yang baik mengenai permintaan tenaga listrik perdesaan di daerah yang disesuaikan dengan kemungkinan jenis pembangkit yang tersedia.

Peningkatan akses listrik (*electrification*) sangat penting seperti dijelaskan pada Bab II dimana *electrification* dapat mempengaruhi *productivity growth* yang pada akhirnya mempengaruhi perekonomian secara nasional seperti studi yang dilakukan oleh Yang (2000) dan Marimoto and Hope (2001) serta Bank Dunia (2008) terhadap dampak peningkatan kesejahteraan dari listrik perdesaan yang banyak dilakukan oleh negara berkembang.

Listrik perdesaan ternyata juga banyak dilakukan di banyak negara berkembang lainnya seperti pada penjelasan Bab II, namun dengan pendekatan yang berbeda terutama dalam hal institusinya dimana Pemerintah menyerahkan penyelenggaraan listrik perdesaan kepada badan tertentu. seperti dijelaskan pada Bab II sebelumnya bahwa pada pasar tenaga listrik ada tiga pihak yang terlibat yaitu : Pemerintah, Produsen dan konsumen, maka dalam skala yang lebih besar supaya listrik perdesaan dapat mencapai tujuannya dengan efektif dan efisien maka perlu dilakukan oleh Badan Pengatur Independen, seperti digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.7. Hubungan Pelaku Pasar Tenaga Listrik dengan Badan Pengatur Independen

Dari gambar 5.7. diatas dapat dilihat bahwa Pasar Tenaga Listrik tidak terlepas dari keberadaan tiga pelaku utama di dalamnya dengan perbedaan kepentingan, yaitu :

1. konsumen yaitu masyarakat pengguna tenaga listrik yang menghendaki: (i) terpenuhinya kebutuhannya terhadap energi listrik, dan (ii) harga listrik yang terjangkau.
2. Produsen yang saat ini dikuasai PT. PLN yang merupakan institusi bisnis (BUMN) dengan visi, misi dan tujuan yang diarahkan sebagaimana layaknya suatu kegiatan usaha yang

nirlaba. Diharapkan kekuatan monopolinya dapat dikurangi dengan membuka kesempatan kepada pihak lain seperti swasta, koperasi, dan lainnya.

3. Pemerintah, yang mengemban tugas untuk semakin mengefisienkan dan mengefektifkan pengeluaran negara dengan tetap memperhatikan kepentingan masyarakat dan produsen.

Dari perbedaan kepentingan inilah dan supaya tercapai misi sosial yang efektif dan efisien maka dibentuk badan pengatur independen yang bertugas untuk mengumpulkan dan menyalurkan dana pembangunan penyediaan tenaga listrik kepada kelompok masyarakat tidak mampu serta merencanakan dan membangun sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, di daerah terpencil, dan pembangunan listrik perdesaan. Disamping itu, badan ini bertugas untuk mensinergikan kegiatan ketenagalistrikan sosial dengan melakukan koordinasi terhadap instansi pemerintah lainnya termasuk pemerintah daerah untuk menghindari tumpang tindih pelaksanaan pembangunan tenaga listrik.

Secara legal hal ini dimungkinkan dengan diberlakukannya Undang-Undang ketenagalistrikan yang baru (UU No. 30 Tahun 2009), maka peran PT. PLN sebagai produsen yang selama ini sebagai Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan (PKUK) dicabut, dimana penyediaan tenaga listrik dikuasai oleh negara yang penyelenggaraannya oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah berlandaskan prinsip otonomi daerah. Dimana sebelumnya PT. PLN memiliki dualisme misi yaitu misi komersial dan misi sosial sehingga telah menimbulkan kerancuan yang menyebabkan PT. PLN dituntut untuk memaksimalkan keuntungannya, namun di lain pihak PT. PLN juga harus melistriki perdesaan di seluruh Indonesia untuk mendukung pemerataan pembangunan sosial. Hal inipun sejalan dengan studi Bank Dunia terhadap listrik perdesaan di Indonesia seperti yang dijelaskan pada Bab II, dimana ada beberapa usulan model untuk program listrik perdesaan termasuk memperbaiki institusinya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

- Program listrik Perdesaan seluruh Indonesia untuk tahun 2008-2009 masih dapat dioptimalkan, hal ini dapat dilihat bahwa dengan menggunakan program linear integer maka untuk tahun 2008 dapat dilakukan peningkatan akses listrik sebanyak 6.101 akses listrik atau naik 5,5% dan untuk tahun 2009 ada peningkatan akses listrik sebanyak 13.809 akses listrik atau naik 10%.
- Program linear integer dapat digunakan untuk menghasilkan program listrik perdesaan yang optimal yang terdapat pada lampiran III Data Hasil Optimasi, tabel III.1 untuk tahun 2008 dan tabel III.3 untuk tahun 2009.
- Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa dari anggaran yang dibutuhkan, bila dilakukan optimasi program linear integer maka akan ada penghematan sebesar Rp. 40.212.000 untuk tahun 2008 dan akan ada penghematan sebesar Rp. 29.439.000 untuk tahun 2009. Sehingga dapat mengoptimalkan pendanaan listrik perdesaan yang terbatas menjadi lebih efektif dan efisien dalam melistriki seluruh rakyat.
- Dalam pemodelan program linear integer, kebutuhan daerah untuk tenaga listrik ikut dimasukkan dengan adanya fungsi kendala permintaan pemerintah daerah terhadap listrik perdesaan, kendala potensi energi, serta kendala ketersediaan *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD), sehingga dapat dihasilkan program listrik perdesaan yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan potensi yang ada di daerah.

6.2. SARAN

- Agar dihasilkan program listrik perdesaan yang optimal maka kebijakan program listrik perdesaan sebelum diimplementasikan harus dilakukan optimasi terlebih dahulu dengan menggunakan program linear integer sehingga menjadi optimal.

- Pada saat pemilihan jenis pembangkit yang digunakan supaya program listrik perdesaan optimal, maka berdasarkan penelitian ini kebijakan yang diambil adalah dengan memilih jenis pembangkit yang menggunakan biaya yang terendah (*least cost*) yaitu PLTMH, namun untuk dapat memilih PLTMH harus sudah tersedia *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD). Untuk itulah perlu peningkatan peran aktif Pemerintah Daerah dalam membuat *Feasibility Study* (FS) dan *Detail Design* (DD) PLTMH didaerahnya.
- Pemilihan pembangkit berikutnya adalah dengan menggunakan PLTB, namun untuk dapat menggunakan PLTB sebagai pembangkit diperlukan potensi energi angin. Langkah kebijakan yang diperlukan disini adalah dengan membuat pemetaan energi angin sehingga diharapkan dengan adanya pemetaan energi angin yang baik maka pemanfaatannya menjadi tenaga listrik menjadi lebih banyak dan optimal
- Untuk penggunaan PLTS sebagai pembangkit agar *sustainable* maka langkah kebijakan yang diambil untuk mengatasinya adalah supaya Pemerintah Daerah dapat lebih selektif dalam memilih KK yang belum berlistrik, sehingga KK yang menerima bantuan PLTS tersebar adalah yang benar-benar membutuhkan dan mau merawatnya
- Agar program listrik perdesaan dapat *sustainable*, maka pendekatan yang harus digunakan Pemerintah adalah dengan melibatkan masyarakat setempat dalam listrik perdesaan sehingga masyarakat ikut merasa memiliki dan bukan dengan pendekatan program listrik perdesaan hanya sebagai suatu proyek semata..
- Dalam skala besar perlunya perbaikan institusi dalam program listrik perdesaan seperti dilakukan oleh negara berkembang yang lain, dimana program listrik perdesaan sebaiknya dilakukan oleh Badan Pengatur Independen sehingga lebih efektif dan efisien dalam melaksanakan misi sosial ketenagalistrikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Committee on Electricity in Economic Growth, Energy Engineering Board, National Research Council. (1986). *Electricity and economic growth*, The National Academies.
- Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi. (2007). Kajian teknis penyelenggaraan listrik pedesaan. Jakarta.
- Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi. (2008). *Statistik ketenagalistrikan dan energi tahun 2007*. Jakarta.
- Krothapalli, Anjane and Greska, Brenton. (2007). *Multi-Generation Concentrating Solar-Hydrogen Power System for Sustainable Rural Development*. Sustainable Energy Science & Engineering Center, Florida State University.
- Mankiw, Gregory. *Principles of Microeconomics* (4th ed). TlFeBook.
- Nachrowi, Nachrowi D. dan Hardius Usman. (2006). *Teknik pengambilan keputusan*. Grasindo, Jakarta.
- Pindyck, Robert S. (2005). *Microeconomics* (6th ed.). Pearson Prentice Hall.
- PT. PLN (Persero). (2008). *Statistik PLN 2007*. Jakarta.
- Morimoto and Hope. (2001). *The impact of electricity supply on economic growth in Sri Langka*. Judge Institute of Management Research Paper.
- Silva, Diego dan Nakata, Toshihiko. (2007). *Renewable technologies for rural electrification in Colombia : A Multiple objective approach*. International Journal of Energy Sector Management. <http://www.emeraldinsight.com/1750-6220.htm>
- World Bank. (2008). *The welfare impact of rural electrification : A Reassessment of the cost and benefit*, The World Bank
- World Bank. (2005). *Electricity for all : Options for increasing access in Indonesia*, Energy and Mining Sector Unit Infrastructure Department East Asia and Pasific Region. The World Bank
- Yang, H-Y. (2000). *A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan*. Energy Economics No. 22.

LAMPIRAN I
DATA

I.1. Data Program Listrik Perdesaan

a. Data program listrik perdesaan Tahun 2008 yang telah diolah

Tabel I.1 Program Listrik Perdesaan Tahun 2008

No	Satker Lisdes	PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK					Pagu Angg. (Ribu Rp.)	
		PLTS Tersebar (50 Wp)	PLTS Terpusat (Kw)	PLTB (KW)	PLTMH (KW)			PLTB HS 50WP
1	NAD	2070						14,730,120
2	Sumut	1387			1 x 100			12,510,319
3	Sumbang	1474			1 x 90	1 x 30		13,511,872
4	Riau	1569			1 x 39	1 x 65		13,795,930
5	Jambi	680			2 x 100			10,217,840
6	Sumsel	1678			1 x 100			14,408,744
7	Babel	1292						9,005,240
8	Bengkulu	1155			1 x 80			10,213,390
9	Lampung	1324			1 x 21			9,674,704
10	Banten	94	2 x 10					8,337,414
11	Jabar	891			1 x 40			7,141,871
12	Jateng	236	1 x 10		1 x 40	1 x 37		7,589,056
13	Jatim	865			1 x 24		200	7,903,415
14	Kalbar	1636						11,350,568
15	Kalteng	1798			1 x 32	1 x 38		14,478,636
16	Kaltim	379			1 x 40	1 x 84	1 x 238	12,584,502
17	Kalsel	999			1 x 165	1 x 161		15,896,062
18	Sulut	646		1 x 54				9,996,936
19	Sulteng	214			1 x 250	1 x 360		18,292,902
20	Sulsel	1110		2 x 40	1 x 24	1 x 58		18,005,020
21	Gorontalo	189	1x10		1 x 384			15,894,389
22	Sultra	2689			1 x 30			19,898,077
23	Bali	551						3,855,393
24	NTB	1401			1 x 100	1 x 80		14,700,960
25	NTT	2906	1 x10		1 x 30			25,354,096
26	Malut	2660						18,987,080
27	Maluku	1065		1 x 54	1 x 60			14,746,755
28	Papua	1928			1 x 500			27,726,072
							Total	380,807,363

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi

b. Data program listrik perdesaan tahun 2009 yang telah diolah

Tabel I.2. Program Listrik Perdesaan Tahun 2009

No	Satker Lides	PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK							Pagu Anggaran (Ribu Rp.)
		PLTS tersebar (50 Wp)	PLTS terpusat (10 Kw)	PLTB (KW)	PLTMH (KW)				
1	NAD	3690							26,258,040
2	Sumut	2550			2 x 100				23,350,000
3	Sumbar	3300			3 x 20				25,132,800
4	Riau	2600			1 x 100				21,046,200
5	Jambi	1800			2 x 50				16,689,200
6	Sumsel	3850			2 x 50	1x40			30,599,800
7	Babel	2900							20,636,400
8	Bengkulu	2550			2 x 40				20,368,750
9	Lampung	2600			2 x 40	1x190			25,950,000
10	Banten	240							1,710,000
11	Jabar	2500			1 x 50				19,187,500
12	Jateng	1000			4 x 20				9,325,000
13	Jatim	1900			1 x 40				14,637,500
14	Kalbar	4500			1 x 100				34,812,500
15	Kalteng	4200			1 x 40	1x30			31,850,000
16	Kaltim	2550			1 x 30	1x100	1x40		22,843,750
17	Kalsel	3600			1 x 50				27,025,000
18	Sulut	3300		2 x 40	2 x 15	1x30			33,162,500
19	Sulteng	2400			2 x 40	1x20	1x30		20,675,000
20	Sulsel	2560			1 x 30	1x40	2x50	1x60	30,065,000
21	Gorontalo	1600							11,400,000
22	Sultra	4950							35,268,750
23	Bali	750							4,875,000
24	NTB	1300			1 x 100	1x200			18,000,000
25	NTT	3400			3 x 40				28,800,000
26	Malut	3000			1 x 40				23,600,000
27	Maluku	3950		2 x 40	1 x 40				38,725,000
28	Papua	3900		2 x 40	2 x 50				42,750,000
Total									658,743,690

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi

I.2. Data Potensi Energi

a Data Potensi Energi Angin

Tabel I.3 Data Potensi Energi Angin

No	Lokasi	Propinsi	Kecepatan Angin (m/s)
1	Doropeti – Dompus	Nusa Tenggara Barat	3,6
2	Bajopulo – Dompus	Nusa Tenggara Barat	3,9
3	Sambelia - Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat	4,1
4	Tembere - Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat	4,0
5	Selayar - Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat	3,4

6	Giligede - Lombok Barat	Nusa Tenggara Barat	4,3
7	Nangadoro – Dompu	Nusa Tenggara Barat	4,3
8	Pai - Sape Bima	Nusa Tenggara Barat	3,5
9	Sajang - Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat	4,0
10	Kute - Lombok Tengah	Nusa Tenggara Barat	5,3
11	Papanggarang – Manggarai	Nusa Tenggara Timur	4,3
12	Nangalilik – Flores	Nusa Tenggara Timur	3,7
13	Maubesi – Rote	Nusa Tenggara Timur	3,7
14	Palakahembi - Sumba Timur	Nusa Tenggara Timur	4,2
15	Ujung – Flores	Nusa Tenggara Timur	3,2
16	Tomenas – Timor	Nusa Tenggara Timur	6,5
17	Netpala – Timor	Nusa Tenggara Timur	5,3
18	Satkeo – Timor	Nusa Tenggara Timur	5,7
19	Walakiri – Sumba	Nusa Tenggara Timur	4,4
20	Napu – Sumba	Nusa Tenggara Timur	5,1
21	Baungiya – Selayar	Sulawesi Selatan	4,9
22	Appatanah – Selayar	Sulawesi Selatan	4,5
23	Takalar	Sulawesi Selatan	4,3
24	Pare-pare	Sulawesi Selatan	3,4
25	Dongin	Sulawesi Utara	2,6
26	Paudean	Sulawesi Utara	2,6
27	Libas	Sulawesi Utara	2,9
28	Malamenggu	Sulawesi Utara	3,9
29	Kairatu	Maluku	4,2

Sumber : LAPAN (Pengukuran dilakukan pada ketinggian 20-30M)

b. Data Potensi Air untuk PLTMH

Tabel I.4. Data Potensi Air untuk PLTMH

No	Propinsi	Jumlah Lokasi	Potensi (KW)
1	NAD	6	6.162,40
2	Sumatera Utara	28	26.152,68
3	Sumatera Barat	10	26.366,60
4	Sumatera Selatan	9	7.068
5	Riau	4	91
6	Bangka Belitung	-	-
7	Bengkulu	7	12.162
8	Jambi	10	1.523,40
9	Lampung	24	11.756,40
10	Kalimantan Selatan	6	5.743,90
11	Kalimantan Barat	3	2.003,70
12	Kalimantan Tengah	4	2.766
13	Kalimantan Timur	10	1.284,70

14	Sulawesi Utara	12	41.195
15	Sulawesi Selatan	26	17.322,65
16	Sulawesi Tengah	16	27.341,01
17	Sulawesi Tenggara	8	12.658,49
18	Gorontalo	5	17.016
19	Bali	1	1.800
20	NTB	16	26.607,82
21	NTT	31	12.984,30
22	Maluku	4	6.838,60
23	Papua	22	6.488,93
24	Jawa Timur	2	18.486,90
25	Jawa Tengah	6	4.660
26	DIY	1	100
27	Jawa Barat	3	1.890
28	Banten	-	-
29	DKI Jakarta	-	-
Total		274	298.470,48

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM

I.3. Data Permintaan Pemerintah Daerah

a. Permintaan Pemerintah Daerah untuk program lisesdes 2008

Tabel I.5. Data Permintaan Pemda Untuk Program Lisesdes 2008

No	Pemerintah Daerah	PLTS TERSEBAR (unit)	PLTS TERPUSAT		PLTB		PLTMH		Keterangan
			Jlh lok.	Total Kap.	Jlh lok.	Total Kap.	Jlh lok.	Total Kap.(KW)	
1	NAD	0	0	0	0	0	0	0	
2	Sumut	1923	0	0	0	0	1	0	Tidak ada FS & DD
3	Sumbar	1870	0	0	0	0	7	325	sebagian ada FS&DD
4	Riau	3969	0	0	0	0	4	164	sebagian ada FS&DD
5	Jambi	2860	0	0	0	0	0	0	
6	Sumsel	1950	0	0	0	0	0	0	
7	Babel	0	0	0	0	0	0	0	
8	Bengkulu	5000	0	0	0	0	2	0	sebagian ada FS&DD
9	Lampung	2580	0	0	0	0	2	38	Ada FS & DD
10	Banten	3037	0	0	0	0	0	0	
11	Jabar	1006	0	0	0	0	2	15	Ada FS&DD
12	Jateng	1018	1	10	0	0	5	77	sebagian ada FS&DD
13	Jatim	1200	0	0	0	0	3	39	sebagian ada FS&DD
14	Kalbar	10000	0	0	0	0	0	0	
15	Kalteng	3000	0	0	0	0	2	70	Ada FS & DD
16	Kaltim	1100	0	0	0	0	3	362	Ada FS & DD

17	Kalsel	7648	0	0	0	0	13		Tidak ada FS & DD
18	Sulut	0	0	0	0	0	0	0	
19	Sulteng	59840	0	0	0	0	23	13045	sebagian ada FS&DD
20	Sulsel	0	0	0	0	0	0	0	
21	Gorontalo	7630	0	0	0	0	3	855	Ada FS dan DD
22	Sultra	0	0	0	0	0	0	0	
23	Bali	0	0	0	0	0	0	0	
24	NTB	3500	0	0	0	0	5	296	sebagian ada FS&DD
25	NTT	3815	0	0	0	0	0	0	
26	Malut	2800	0	0	0	0	0	0	
27	Maluku	2000	0	0	0	0	27	223	sebagian ada FS&DD
28	Papua	30790	0	0	0	0	40	9129	Tidak ada FS & DD
	Total	158536	1	10	0	0	142	25132	

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM

b. Permintaan Pemerintah Daerah untuk Program Lises 2009 yang telah Diolah

Tabel I.6. Data Permintaan Pemda Untuk Program Lises 2009

No	Pemerintah Daerah	PLTS TERSEBAR (unit)	PLTS TERPUSAT		PLTB		PLTMH		Keterangan
			Jlh lok.	Ttl Kap.	Jlh lok.	Ttl Kap.	Jlh lok.	Ttl Kap.(KW)	
1	NAD	0	0	0	0	0	0	0	-
2	Sumut	2581	0	0	0	0	2	200	Ada FS & DD
3	Sumbar	0	1	10	0	0	3	60	Ada FS & DD
4	Riau	2743	1	10	0	0	1	100	Ada FS & DD
5	Jambi	3406	0	0	0	0	3	100	sebagian ada FS & DD
6	Sumsel	11623	0	0	0	0	5	197	Ada FS & DD
7	Babel	3000	1	10	0	0	2	52	Ada FS & DD
8	Bengkulu	0	0	0	0	0	0	0	-
9	Lampung	0	0	0	0	0	0	0	-
10	Banten	1640	0	0	0	0	0	0	-
11	Jabar	0	0	0	0	0	0	0	-
12	Jateng	1199	1	10	0	0	4	80	sebagian ada FS&DD
13	Jatim	0	0	0	0	0	0	0	-
14	Kalbar	0	0	0	0	0	2	130	sebagian ada FS&DD
15	Kalteng	5742	0	0	0	0	2	70	Ada FS & DD
16	Kaltim	0	0	0	0	0	3	170	Ada FS & DD
17	Kalsel	0	0	0	0	0	0	0	
18	Sulut	0	0	0	0	0	3	60	Ada FS & DD
19	Sulteng	7200	0	0	0	0	4	130	Ada FS & DD
20	Sulsel	3900	0	0	2	80	6	430	Ada FS & DD

21	Gorontalo	0	1	5	0	0	2	33	Ada FS dan DD
22	Sultra	0	0	0	0	0	0	0	
23	Bali	0	0	0	0	0	1	35	Ada FS dan DD
24	NTB	3500	0	0	0	0	2	300	Ada FS dan DD
25	NTT	0	0	0	0	0	3	120	Ada FS dan DD
26	Malut	0	0	0	0	0	1	40	Ada FS dan DD
27	Maluku	14418	0	0	0	0	0	0	
28	Papua	4700	0	0	0	0	5	435	Ada FS dan DD
	Total	65652	5	45	2	80	54	2642	

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM

I.4. Data Ketersediaan FS dan DD untuk PLTMH

a. Data Ketersediaan FS dan DD untuk PLTMH pada Program Lisdes Tahun 2008

Tabel I.7. Data Ketersediaan FS dan DD PLTMH Pada Program Lisdes Tahun 2008

No	Satker Lisdes		Lokasi	Kap. (KW)
1	NAD		-	-
2	Sumut	a	PLTMH Kab. Nias Selatan, Kec. Teluk Dalam, ds Hilinamozauna	100
3	Sumbar	a	PLTMH Nagari Sungai Limau, Kec. S. Rumbai, Kab. Dharmasraya	30
		b	PLTMH Rangkiang Luluh, Kec. III Lurah, Kab. Solok	90
4	Riau	a	PLTMH Kab. Kampar, Kec. Kampar kiri, ds. Batu Sanggam	39
		b	PLTMH Kab. Inhu, Kec. Gansal, S. Siambul	65
5	Jambi	a	PLTMH Kab Merangin, Kec Lembah Masurai, Ds Tanjung Dalam	100
		b	PLTMH Kab Sorolangun, Kec batang Asai, Ds Muara Saliro	100
6	Sumsel	a	PLTMH di OKU Selatan	100
7	Babel		-	-
8	Bengkulu	a	PLTMH Kab. Kaur, Kec. Padang Guci Hulu, ds Bungin Tambun	80
9	Lampung	a	PLTMH Way Nipah Kab. Tanggamus Kec. Pematang Sawah, ds Way Nipah	21
		b	PLTMH Way Sabu Kab. Lampung Selatan Kec. Padang Cermin, ds Gebang	17
10	Banten		-	-
11	Jabar	a	PLTMH Margahayu, ds Sukajaya, Cisewu Kab. Garut	40
		b	PLTMH Cisalak Kab. Bogor Kec. Sukajaya, ds Pasir Madang S. Cimangenteung	11
		c	PLTMH Ciar Kab. Bogor Kec. Sukajaya, ds Cileuksa S. Ciar	4
12	Jateng	a	PLTMH Kab. Banjarnegara Kec. Banjarnegara, Ds. Pesangkalan	40
		b	PLTMH Kab. Pekalongan Kec. Paninggaran, Ds. Bedagung	37
13	Jatim	a	PLTMH Kab. Malang Kec. Pujon, ds Bendosari, dsn Tretes	24
		B	PLTMH Kab. Bondowoso Kec. Tlogosari, ds Pakisan, dsn Laok Gonong	8
		c	PLTMH Kab. Lumajang Kec. Candipuro, ds Sumberwuluh	7
14	Kalbar	-	-	-
15	Kalteng	a	PLTMH Kab. Murung Raya, S. Suko, ds. Olung Siron	32

		b	PLTMH Kab. Katingan	38
16	Kaltim	a	PLTMH Kab. Kutai Barat, Kec. Long Pahangai, ds Long Pahangai	40
		b	PLTMH Kab. Malinau, Kec. Kayan Hulu, ds Nawang Baru	84
		c	PLTMH Kab. Nunukan, Kec. Krayan, ds Pa' Betung	238
17	Kalsel	a	PLTMH Kab. Hulu Sungai Selatan Kec. Loksado ds.Haratai S. Mangkikih	165
		b	PLTMH Kab. Hulu Sungai Selatan Ds.Kiyo	161
18	Sulut	-	-	-
19	Sulteng	a	PLTMH Kab. Morowali Kec. Bungku Tengah ds Sakita S. Mempueno	250
		b	PLTMH Kab. Poso Kec. Lore Tengah ds Wuasa S. Pembala	360
		c	PLTMH Kab. Bangkep Kec. Tinangkung ds Luksagu S. Tatalalay	92
20	Sulsel	a	PLTMH Kab. Mamuju, Kec. Tapalang, Ds. Bella, Dsn. Kopeang S. Kopeang	24
		b	PLTMH Makula dsn Tapako	58
21	Gorontalo	a	PLTMH Kab. Gorontalo, Kec. Sumalata, Ds. Bulontio Barat, S. Bulontio	384
		b	PLTMH Kab. Pohuwato, Kec. Taluditi, Ds. Malango, S.Malango	96
		c	PLTMH Kab. Bone Bolango, Kec. Suwawa, Ds. Pinogu, S. Pinogu	375
22	Sultra	a	PLTMH Kab Konawe, S Lameuru, Desa Kota Maju	30
23	Bali	-	-	-
24	NTB	a	PLTMH Batu Rotok Kab. Sumbawa, Kec. Batulanteh	100
		b	PLTMH Oi Marai Kab. Bima, Kec. Tambora, Ds Kawinda Toi	80
25	NTT	A	PLTMH Kab Belu, Kec lamaknen, ds Dirun	30
26	Malut	-	-	-
27	Maluku		PLTMH Kab. Maluku Tengah, Kec. Wahai, S. Isal 2	60
28	Papua		PLTMH Manokwari	100

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM

b. Data Ketersediaan FS dan DD untuk PLTMH pada Program Lisdes Tahun 2009

Tabel I.8. Data Ketersediaan FS dan DD PLTMH Pada Program Lisdes Tahun 2009

No	Satker Lisdes		Lokasi	Kap. (KW)
1	NAD		-	-
2	Sumatera Utara	a	PLTMH Kab. Karo	100
		b	PLTMH Kab. Tapanuli Selatan	100
3	Sumatera Barat	a	PLTMH Jorong Lanai, Kab. Pasaman	20
		b	PLTMH Jorong Simpang Rayo, Kab. Pasaman	20
		c	PLTMH Jorong Tarantang Tunggang, Kab. Pasaman	20
4	Riau	a	PLTMH Kab. Kampar, Kec. Kampar kiri	100
5	Jambi	a	PLTMH Kab Bungo	50
		b	PLTMH Kab Sawolangun	50
6	Sumatera Selatan	a	PLTMH Kab Oku Selatan, Kec Buay	50
		b	PLTMH Kab. Oku Selatan, Kec. Banding Agung	50

		c	PLTMH Kab. Oku Selatan, Kec. Mekakau Ilir	40
		d	PLTMH Kab. Oku Selatan, Runjung Agung	35
		e	PLTMH Kab. Oku Selatan, Muaradua Kisam	22
7	Bangka Belitung	a	PLTMH Kab. Bangka Selatan, Aor gegas	12
		b	PLTMH Kab. Bangka Tengah, Lubuk	40
8	Bengkulu	a	PLTMH Kab. Kaur, Kec. Padang Guci	40
		b	PLTMH Kab. Rejang Lebong	40
9	Lampung	a	PLTMH Way Nipah	40
		b	PLTMH Way Rarem	40
		c	PLTMH Pahiton Kab. Lampung Barat	190
10	Banten		-	-
11	Jawa Barat	a	PLTMH Cisalak Kab. Bogor Kec. Sukajaya	50
12	Jawa Tengah	a	PLTMH Kab. Banjarnegara Kec. Banjarnegara	20
		b	PLTMH Kab. Magelang Kec. Nguwar	3x20
13	Jawa Timur	a	PLTMH Kab. Lumajang Kec. Candipuro	40
14	Kalimantan Barat	a	PLTMH Kab. Kapuas Hulu ds ngada sebintang	100
15	Kalimantan Tengah	a	PLTMH Kab. Murung Raya, S. Suko	30
		b	PLTMH Kab. Murung Raya, ds. Sahurung	40
16	Kalimantan Timur	a	PLTMH Kab. Kutai Barat	100
		b	PLTMH Kab. Malinau	40
		c	PLTMH Kab. Nunukan	30
17	Kalimantan Selatan	a	PLTMH Kab. Tapin	50
18	Sulawesi Utara	a	PLTMH Tangkuney Kab. Minahasa Selatan	15
		b	PLTMH Potu Kab. Bolangmongodow	30
		c	PLTMH Tola Kab. Sanger	15
19	Sulawesi Tengah	a	PLTMH Kab. Donggala Kec. Sojol	20
		b	PLTMH Kab. Bangkep Kec. Batualambang	30
		c	PLTMH Kab. Parigi Maoutong	40
		d	PLTMH Kab. Tojo Una-una	40
20	Sulawesi Selatan	a	PLTMH ds Mappu Kab. Mamasa	60
		b	PLTMH ds Malatiro Kab. Mamasa	30
		c	PLTMH ds. Karataun kec. kalumpang Kab. Mamuju	40
		d	PLTMH Bambalu Kab. Palopo	200
		e	PLTMH S. Tanutu Kab. Luwu Utara	50
		f	PLTMH S. Pesuson Kab. Luwu Utara	50
21	Gorontalo	a	PLTMH Kab. Bone Bolango, Kec. Suwawa timur, Ds. Pinogu	18
		c	PLTMH Kab. Bone Bolango, Kec. Bulango Ulu, Ds. Pilolaheya	15
22	Sulawesi Tenggara	-	-	-
23	Bali	a	PLTMH Kab. Tabanan Kec. Penebel	35
24	NTB	a	PLTMH Oi Marai Kab. Bima, Kec. Tambora, Ds Kawinda Toi	200
		b	PLTMH Kukusan, ds. Mamben Daya kab Lombok Barat	100

25	NTT	a	PLTMH ds waimanu kec katiku selatan Kab. Sumba Tengah	40
		b	PLTMH ds.maradesa kec.umbu Kab. Sumba Tengah	40
		c	PLTMH Desa Boba Kec Bolewa Kab. Ngada	40
26	Maluku Utara	a	PLTMH Tabona Kab. Kep Sula	40
27	Maluku	a	PLTMH Kab. Maluku Tengah	40
28	Papua	b	PLTMH Kab. Piniyai Distrik Pasir Putih	50
		c	PLTMH Kab. Piniyai Distrik Bibida	50
		d	PLTMH Kab. Piniyai Distrik Kebo	30
		e	PLTMH Kab. Tolikara, S. Geya	193
		f	PLTMH Kab. Peg. Bintang Oksibil	112

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM

I.5. Data Harga Pembangkit

Berikut adalah daftar harga pembangkit :

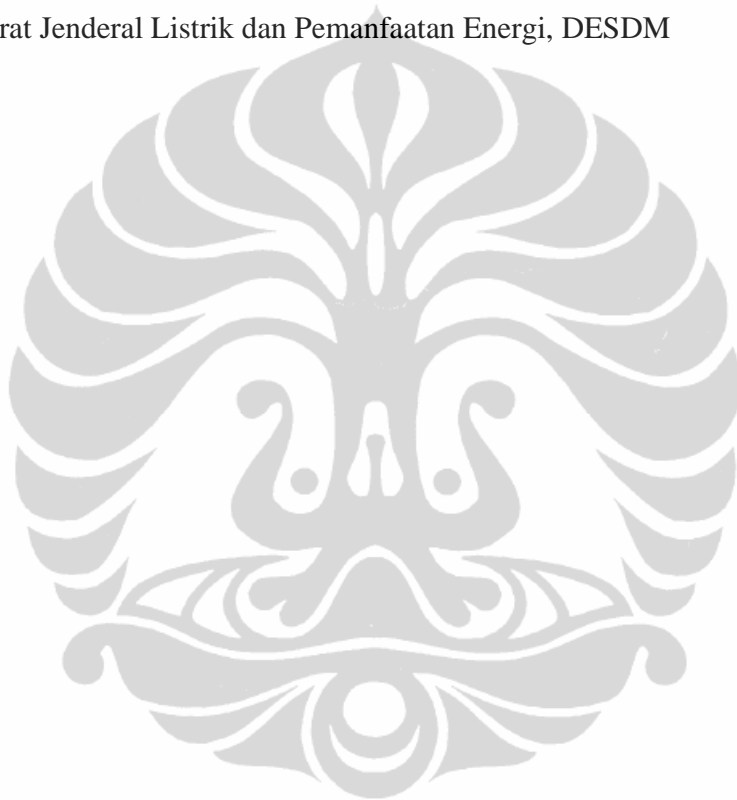
PLTS Tersebar harganya berbeda-beda untuk setiap Satker Lises yaitu :

Tabel I.9. Daftar Harga PLTS Tersebar 50 Wp

No	Satker Lises	Tahun 2008 (Ribu Rp)	Tahun 2009 (Ribu Rp)
1	NAD	7116	7116
2	Sumatera Utara	7037	7000
3	Sumatera Barat	6928	7116
4	Riau	6970	7037
5	Jambi	6938	7744
6	Sumatera Selatan	6948	6948
7	Bangka Belitung	6970	7116
8	Bengkulu	6938	7125
9	Lampung	6871	7125
10	Banten	6781	7125
11	Jawa Barat	6781	7125
12	Jawa Tengah	6871	7125
13	Jawa Timur	6871	7125
14	Kalimantan Barat	6938	7125
15	Kalimantan Tengah	6982	7125
16	Kalimantan Timur	6938	7125
17	Kalimantan Selatan	6938	7125
18	Sulawesi Utara	7116	7125
19	Sulawesi Tengah	7093	7125
20	Sulawesi Selatan	6982	7125

21	Gorontalo	7093	7125
22	Sulawesi Tenggara	7093	7125
23	Bali	6997	6500
24	NTB	6960	7500
25	NTT	7116	7500
26	Maluku Utara	7138	7500
27	Maluku	7227	7500
28	Papua	7249	7500

Sumber : Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, DESDM



LAMPIRAN II OUTPUT LINDO

II.1. OUTPUT PROGRAM LINDO UNTUK LISDES TAHUN 2008

1. SATKER LISDES NAD

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 2070.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2070.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 2070.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 2070.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2070.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2070.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

2. SATKER LISDES SUMATERA UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 3387.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 347.108
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3387.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 3387.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 3387.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1387.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-2000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1388.000000	0.000000
X1)	536.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

3. SATKER LISDES SUMATERA BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE VALUE = 3874.00000

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 355.716

NEW INTEGER SOLUTION OF 3874.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4

BOUND ON OPTIMUM: 3874.000

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3874.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1474.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-1800.000000
X4B	1.000000	-600.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1476.000000	0.000000
X1)	396.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

4. SATKER LISDES RIAU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE VALUE = 3649.00000

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 352.367

NEW INTEGER SOLUTION OF 3649.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4

BOUND ON OPTIMUM: 3649.000

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3649.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1569.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-780.000000
X4B	1.000000	-1300.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1571.000000	0.000000

X1) 2400.000000 0.000000
 X4A) 0.000000 0.000000
 X4B) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 4
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

5. SATKER LISDES JAMBI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 4680.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 354.915
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4680.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 4680.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 4680.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	680.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	2.000000	-2000.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
 PAGU) 0.000000 0.000000
 X) 682.000000 0.000000
 X1) 2180.000000 0.000000
 X4) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

6. SATKER LISDES SUMATERA SELATAN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 3678.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 354.116
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3678.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 3678.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 3678.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1678.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-2000.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
 PAGU) 0.000000 0.000000

X) 1679.000000 0.000000
 X1) 272.000000 0.000000
 X4) 0.000000 0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

7. SATKER LISDES BANGKA BELITUNG

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 1292.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 352.367
 NEW INTEGER SOLUTION OF 1292.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 1292.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1292.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1292.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1292.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

8. SATKER LISDES BENGKULU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 2755.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 354.915
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2755.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 2755.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2755.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1155.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-1600.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1156.000000	0.000000
X1)	3845.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

9. SATKER LISDES LAMPUNG

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4
 OBJECTIVE VALUE = 2015.96045
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 360.326
 SET X1 TO <= 1255 AT 1, BND= 2015. TWIN= 2016. 9
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2015.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 9
 BOUND ON OPTIMUM: 2015.802
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 9
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2015.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1255.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-420.000000
X4B	1.000000	-340.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	6599.000000	0.000000
X)	1257.000000	0.000000
X1)	1325.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9
 BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

10. SATKER LISDES BANTEN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 1229.52576
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 367.763
 SET X1 TO <= 1229 AT 1, BND= 1229. TWIN=-0.1000E+31 4
 NEW INTEGER SOLUTION OF 1229.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 4
 BOUND ON OPTIMUM: 1229.000
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 4
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1229.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1229.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	3565.000000	0.000000
X1)	1808.000000	0.000000
X)	1229.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

11. SATKER LISDES JAWA BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6
 OBJECTIVE VALUE = 1930.16821
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 367.763
 SET X1 TO <= 830 AT 1, BND= 1930. TWIN= 1927. 12
 NEW INTEGER SOLUTION OF 1930.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 12
 BOUND ON OPTIMUM: 1930.000
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 12
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1930.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	830.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-220.000000
X4C	1.000000	-80.000000
X4	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	1141.000000	0.000000
X)	830.000000	0.000000
X1)	176.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

12. SATKER LISDES JAWA TENGAH DAN DIY

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 2336.32593
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 360.326
 SET X1 TO <= 796 AT 1, BND= 2336. TWIN= 2334. 9
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2336.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 9
 BOUND ON OPTIMUM: 2336.000
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 9

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2336.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	796.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-740.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	2240.000000	0.000000
X)	798.000000	0.000000
X1)	222.000000	0.000000
X2)	1.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

13. SATKER LISDES JAWA TIMUR

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5

OBJECTIVE VALUE = 1830.91003

FIX ALL VARS.(2) WITH RC > 0.000000E+00

SET X5 TO <= 1050 AT 1, BND= 1830. TWIN= 1831. 10

NEW INTEGER SOLUTION OF 1830.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 10

BOUND ON OPTIMUM: 1830.910

DELETE X5 AT LEVEL 1

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 10

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1830.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-480.000000
X4B	1.000000	-160.000000
X4C	1.000000	-140.000000
X5	1050.000000	-1.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	5915.000000	0.000000
X)	1053.000000	0.000000
4)	1200.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 10
 BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

14. SATKER LISDES KALIMANTAN BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 1636.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 354.915
 NEW INTEGER SOLUTION OF 1636.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 1636.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1636.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1636.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1636.000000	0.000000
X1)	8364.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

15. SATKER LISDES KALIMANTAN TENGAH

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4
 OBJECTIVE VALUE = 3198.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 351.418
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3198.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4
 BOUND ON OPTIMUM: 3198.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3198.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1798.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-640.000000
X4B	1.000000	-760.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1800.000000	0.000000
X1)	1202.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

16. SATKER LISDES KALIMANTAN TIMUR

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5
 OBJECTIVE VALUE = 7619.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7619.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 5
 BOUND ON OPTIMUM: 7619.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 5
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 7619.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	379.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-1680.000000
X4C	1.000000	-4760.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	382.000000	0.000000
X1)	721.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 5
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

17. SATKER LISDES KALIMANTAN SELATAN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4
 OBJECTIVE VALUE = 7519.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7519.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4
 BOUND ON OPTIMUM: 7519.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 7519.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	999.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-3300.000000
X4B	1.000000	-3220.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1001.000000	0.000000
X1)	6649.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 4
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

18. SATKER LISDES SULAWESI UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1
OBJECTIVE VALUE = 1999.38721
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034
SET X1 TO >= 646 AT 1, BND= 1726. TWIN= 1725. 6
NEW INTEGER SOLUTION OF 1726.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 6
BOUND ON OPTIMUM: 1726.000
DELETE X1 AT LEVEL 1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 6
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 1726.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	646.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	1.000000	-1080.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	647.000000	0.000000
X3)	1.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 6
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

19. SATKER LISDES SULAWESI TENGAH

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5
OBJECTIVE VALUE = 13303.9287
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
NEW INTEGER SOLUTION OF 12414.0000 AT BRANCH 0 PIVOT 8
BOUND ON OPTIMUM: 12414.00
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 8
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 12414.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	214.000000	-1.000000

```

X2      0.000000   -200.000000
X4A     1.000000   -5000.000000
X4B     1.000000   -7200.000000
X4C     0.000000   -1840.000000
ROW SLACK OR SURPLUS   DUAL PRICES
PAGU)   0.000000     0.000000
X)      216.000000     0.000000
X1)     59626.000000     0.000000
X4A)    0.000000     0.000000
X4B)    0.000000     0.000000
X4C)    1.000000     0.000000
NO. ITERATIONS=      8
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

```

20. SATKER LISDES SULAWESI SELATAN

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
OBJECTIVE VALUE = 4790.00391
FIX ALL VARS.( 1) WITH RC > 351.418
SET X1 TO >= 538 AT 1, BND= 4577. TWIN= 4577. 14
SET X3 TO <= 2 AT 2, BND= 4350. TWIN= 4573. 17
NEW INTEGER SOLUTION OF 4350.00000 AT BRANCH 2 PIVOT 17
BOUND ON OPTIMUM: 4577.066
FLIP X3 TO >= 3 AT 2 WITH BND= 4573.4209
SET X3 TO <= 3 AT 3, BND= 4573. TWIN=-0.1000E+31 17
SET X4A TO >= 1 AT 4, BND= 4573. TWIN= 4192. 20
SET X4B TO <= 0 AT 5, BND= 3646. TWIN=-0.1000E+31 23
DELETE X4B AT LEVEL 5
DELETE X4A AT LEVEL 4
DELETE X3 AT LEVEL 3
DELETE X3 AT LEVEL 2
FLIP X1 TO <= 537 AT 1 WITH BND= 4577.0659
SET X3 TO <= 3 AT 2, BND= 4577. TWIN= 4419. 27
NEW INTEGER SOLUTION OF 4577.00000 AT BRANCH 5 PIVOT 27
BOUND ON OPTIMUM: 4577.000
DELETE X3 AT LEVEL 2
DELETE X1 AT LEVEL 1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 5 PIVOTS= 27
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

```

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 4577.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	537.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	3.000000	-800.000000
X4A	1.000000	-480.000000

X4B	1.000000	-1160.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	686.000000	0.000000
X)	542.000000	0.000000
X3)	3.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 27
BRANCHES= 5 DETERM.= 1.000E 0

21. SATKER LISDES GORONTALO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 18
OBJECTIVE VALUE = 11559.5557
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 342.789
SET X4C TO <= 0 AT 1, BND= 9980. TWIN=-0.1000E+31 25
SET X1 TO <= 379 AT 2, BND= 9979. TWIN= 9979. 28
NEW INTEGER SOLUTION OF 9979.00000 AT BRANCH 2 PIVOT 28
BOUND ON OPTIMUM: 9979.309
DELETE X1 AT LEVEL 2
DELETE X4C AT LEVEL 1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 2 PIVOTS= 28
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 9979.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	379.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-7680.000000
X4B	1.000000	-1920.000000
X4C	0.000000	-7500.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	6142.000000	0.000000
X)	381.000000	0.000000
X1)	7251.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	1.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 28
BRANCHES= 2 DETERM.= 1.000E 0

22. SATKER LISDES SULAWESI TENGGARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
OBJECTIVE VALUE = 3288.99976
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 342.789
NEW INTEGER SOLUTION OF 3288.99976 AT BRANCH 0 PIVOT 3

BOUND ON OPTIMUM: 3289.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3289.004

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2689.000000	-0.631532
X2	0.000000	0.000000
X4	1.000000	-557.142883
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000052
X)	2690.001709	0.000000
X4)	-0.000006	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

23. SATKER LISDES BALI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 551.006592
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 350.236
 SET X1 TO <= 551 AT 1, BND= 551.0 TWIN=-0.1000E+31 5
 NEW INTEGER SOLUTION OF 551.000000 AT BRANCH 1 PIVOT 5
 BOUND ON OPTIMUM: 551.0000
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 5
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 551.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	551.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	46.000000	0.000000
X)	551.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 5

BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

24. SATKER LISDES NTB

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 5550.19189
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 353.161
 SET X1 TO <= 251 AT 1, BND= 5451. TWIN= 5451. 11
 NEW INTEGER SOLUTION OF 5451.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 11
 BOUND ON OPTIMUM: 5451.408

DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 11
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 5451.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	251.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	2.000000	-800.000000
X4A	1.000000	-2000.000000
X4B	1.000000	-1600.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	4000.000000	0.000000
X)	255.000000	0.000000
X1)	3249.000000	0.000000
X3)	2.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 11

BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

25. SATKER LISDES NTT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 5505.81934
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034
 SET X1 TO >= 75 AT 1, BND= 5474. TWIN=-0.1000E+31 10
 SET X3 TO >= 6 AT 2, BND= 5472. TWIN= 5236. 12
 SET X4 TO <= 0 AT 3, BND= 4990. TWIN=-0.1000E+31 16
 SET X1 TO <= 190 AT 4, BND= 4990. TWIN=-0.1000E+31 16
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4990.00098 AT BRANCH 3 PIVOT 18
 BOUND ON OPTIMUM: 5236.467
 DELETE X1 AT LEVEL 4
 DELETE X4 AT LEVEL 3
 FLIP X3 TO <= 5 AT 2 WITH BND= 5236.4668
 SET X1 TO >= 637 AT 3, BND= 5236. TWIN=-0.1000E+31 21
 SET X3 TO >= 5 AT 4, BND= 5234. TWIN= 4999. 23
 SET X4 TO <= 0 AT 5, BND= 4752. TWIN=-0.1000E+31 25
 DELETE X4 AT LEVEL 5
 FLIP X3 TO <= 4 AT 4 WITH BND= 4998.5801
 SET X3 TO >= 4 AT 5, BND= 4999. TWIN=-0.1000E+31 25
 SET X1 TO <= 1198 AT 6, BND= 4998. TWIN= 4997. 28
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4998.00000 AT BRANCH 7 PIVOT 28
 BOUND ON OPTIMUM: 5133.319
 DELETE X1 AT LEVEL 6
 DELETE X3 AT LEVEL 5

DELETE X3 AT LEVEL 4
 DELETE X1 AT LEVEL 3
 DELETE X3 AT LEVEL 2
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 RELEASE FIXED VARIABLES
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 7 PIVOTS= 30
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 4998.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1198.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	4.000000	-800.000000
X4	1.000000	-600.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	4128.000000	0.000000
X)	1203.000000	0.000000
X1)	2617.000000	0.000000
X3)	4.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 30
 BRANCHES= 7 DETERM.= 1.000E 0

26. SATKER LISDES MALUKU UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 2660.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 339.367
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2660.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 2660.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 2660.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2660.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2660.000000	0.000000
X1)	140.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

27. SATKER LISDES MALUKU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 3819.35107
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 332.725
 SET X1 TO >= 318 AT 1, BND= 3678. TWIN= 3677. 9
 SET X3 TO <= 1 AT 2, BND= 3345. TWIN= 3677. 12
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3345.00000 AT BRANCH 2 PIVOT 12
 BOUND ON OPTIMUM: 3677.001
 FLIP X3 TO >= 2 AT 2 WITH BND= 3676.9592
 SET X3 TO <= 2 AT 3, BND= 3677. TWIN=-0.1000E+31 12
 SET X4 TO <= 0 AT 4, BND= 2706. TWIN=-0.1000E+31 14
 DELETE X4 AT LEVEL 4
 DELETE X3 AT LEVEL 3
 DELETE X3 AT LEVEL 2
 FLIP X1 TO <= 317 AT 1 WITH BND= 3677.0012
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3677.00122 AT BRANCH 3 PIVOT 14
 BOUND ON OPTIMUM: 3677.001
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 3 PIVOTS= 14
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 3677.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	317.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	2.000000	-1080.000000
X4	1.000000	-1200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	5796.000000	0.000000
X)	320.000000	0.000000
X1)	1683.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 14
 BRANCHES= 3 DETERM.= 1.000E 0

28. SATKER LISDES PAPUA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 11928.0000
 FIX ALL VARS.(2) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 11928.0000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 11928.00
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 11928.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1928.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	1.000000	-10000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1929.000000	0.000000
X1)	28862.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

II.2. OUTPUT PROGRAM LINDO UNTUK LISDES TAHUN 2009

1. SATKER LISDES NAD

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
OBJECTIVE VALUE = 3690.00000
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034
NEW INTEGER SOLUTION OF 3690.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
BOUND ON OPTIMUM: 3690.000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 3690.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	3690.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	3690.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

2. SATKER LISDES SUMATERA UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
OBJECTIVE VALUE = 6550.00000
FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 350.000
NEW INTEGER SOLUTION OF 6550.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
BOUND ON OPTIMUM: 6550.000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 6550.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2550.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	2.000000	-2000.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2552.000000	0.000000
X1)	31.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

3. SATKER LISDES SUMATERA BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE VALUE = 4500.00000

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034

NEW INTEGER SOLUTION OF 4500.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2

BOUND ON OPTIMUM: 4500.000

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 4500.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	3300.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	3.000000	-400.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	3303.000000	0.000000
X2)	1.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	3.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

4. SATKER LISDES RIAU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE VALUE = 4600.00000

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 347.108

NEW INTEGER SOLUTION OF 4600.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2

BOUND ON OPTIMUM: 4600.000

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 4600.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2600.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-2000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2601.000000	0.000000
X1)	143.000000	0.000000
X2)	1.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

5. SATKER LISDES JAMBI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 3800.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 297.159
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3800.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 3800.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 3800.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1800.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	2.000000	-1000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1802.000000	0.000000
X1)	1606.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

6. SATKER LISDES SUMATERA SELATAN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6
 OBJECTIVE VALUE = 7564.39551
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 SET X1 TO <= 3624 AT 1, BND= 7564. TWIN= 7562. 12
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7564.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 12
 BOUND ON OPTIMUM: 7564.396

DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 12
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 7564.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	3624.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	2.000000	-1000.000000
X4B	1.000000	-800.000000
X4C	1.000000	-700.000000
X4D	1.000000	-440.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	2748.000000	0.000000
X)	3629.000000	0.000000
X1)	7999.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000
X4D)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12

BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

7. SATKER LISDES BANGKA BELITUNG

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE VALUE = 3739.04443

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 341.034

SET X1 TO <= 2699 AT 1, BND= 3739. TWIN= 3735. 9

NEW INTEGER SOLUTION OF 3739.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 9

BOUND ON OPTIMUM: 3739.000

DELETE X1 AT LEVEL 1

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 9

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3739.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2699.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-240.000000
X4B	1.000000	-800.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	316.000000	0.000000
X)	2701.000000	0.000000
X1)	301.000000	0.000000

X2) 1.000000 0.000000
 X4A) 0.000000 0.000000
 X4B) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 9
 BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

8. SATKER LISDES BENGKULU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 4150.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4150.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 4150.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 4150.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2550.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	2.000000	-800.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2552.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

9. SATKER LISDES LAMPUNG

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4
 OBJECTIVE VALUE = 8000.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 8000.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4
 BOUND ON OPTIMUM: 8000.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 8000.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2600.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	2.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-3800.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000

X) 2603.000000 0.000000
 X4A) 0.000000 0.000000
 X4B) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 4
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

10. SATKER LISDES BANTEN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 240.000000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 240.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 240.0000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 240.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	240.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	240.000000	0.000000
X1)	1400.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

11. SATKER LISDES JAWA BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 3500.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3500.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 3500.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 3500.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2500.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-1000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2501.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

12. SATKER LISDES JAWA TENGAH DAN DIY

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 2600.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2600.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 2600.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2600.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1000.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	4.000000	-400.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1004.000000	0.000000
X1)	199.000000	0.000000
X2)	1.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

13. SATKER LISDES JAWA TIMUR

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 2700.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2700.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 2700.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2700.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1900.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-800.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	1901.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

14. SATKER LISDES KALIMANTAN BARAT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 6500.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 6500.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 6500.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 6500.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	4500.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-2000.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	4501.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

15. SATKER LISDES KALIMANTAN TENGAH

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4
 OBJECTIVE VALUE = 5600.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 5600.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 4
 BOUND ON OPTIMUM: 5600.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 4
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 5600.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	4200.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-600.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	4202.000000	0.000000
X1)	1542.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000

X4B) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 4
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

16. SATKER LISDES KALIMANTAN TIMUR

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5
 OBJECTIVE VALUE = 5950.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 5950.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 5
 BOUND ON OPTIMUM: 5950.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 5
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 5950.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2550.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	1.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-600.000000
X4C	1.000000	-2000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2553.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 5
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

17. SATKER LISDES KALIMANTAN SELATAN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 4600.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4600.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 4600.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 4600.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	3600.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-1000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
-----	------------------	-------------

PAGU) 0.000000 0.000000
 X) 3601.000000 0.000000
 X4) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

18. SATKER LISDES SULAWESI UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 87
 OBJECTIVE VALUE = 67195.0000
 FIX ALL VARS.(2) WITH RC > 0.000000E+00
 RELEASE FIXED VARIABLES
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 569.575
 SET X3 TO <= 82 AT 1, BND= 0.6708E+05 TWIN=-0.1000E+31 106
 SET X1 TO >= 278 AT 2, BND= 0.6708E+05 TWIN=-0.1000E+31 108
 SET X3 TO >= 82 AT 3, BND= 0.6707E+05 TWIN= 0.6684E+05 110
 SET X4B TO >= 1 AT 4, BND= 0.6707E+05 TWIN= 0.6659E+05 113
 SET X4A TO <= 1 AT 5, BND= 0.6684E+05 TWIN=-0.1000E+31 117
 DELETE X4A AT LEVEL 5
 DELETE X4B AT LEVEL 4
 FLIP X3 TO <= 81 AT 3 WITH BND= 66838.594
 SET X3 TO >= 81 AT 4, BND= 0.6684E+05 TWIN=-0.1000E+31 117
 SET X1 TO <= 838 AT 5, BND= 0.6684E+05 TWIN= 0.6684E+05 120
 NEW INTEGER SOLUTION OF 66838.0000 AT BRANCH 20 PIVOT 120
 BOUND ON OPTIMUM: 66838.00
 DELETE X1 AT LEVEL 5
 DELETE X3 AT LEVEL 4
 DELETE X3 AT LEVEL 3
 DELETE X1 AT LEVEL 2
 DELETE X3 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 20 PIVOTS= 120
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 66838.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	838.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	81.000000	-800.000000
X4A	2.000000	-300.000000
X4B	1.000000	-600.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	4242.000000	0.000000
X)	922.000000	0.000000
X3)	81.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 120
 BRANCHES= 20 DETERM.= 1.000E 0

19. SATKER LISDES SULAWESI TENGAH

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 5
 OBJECTIVE VALUE = 5000.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 340.351
 NEW INTEGER SOLUTION OF 5000.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 5
 BOUND ON OPTIMUM: 5000.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 5
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 5000.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	2400.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	2.000000	-800.000000
X4B	1.000000	-600.000000
X4C	1.000000	-400.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	2404.000000	0.000000
X1)	4800.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 5
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

20. SATKER LISDES SULAWESI SELATAN

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 8
 OBJECTIVE VALUE = 11637.1934
 SET X1 TO <= 1437 AT 1, BND= 0.1164E+05 TWIN= 0.1164E+05 14
 SET X2 TO <= 0 AT 2, BND= 0.1164E+05 TWIN= 0.1130E+05 19
 NEW INTEGER SOLUTION OF 11637.0000 AT BRANCH 2 PIVOT 19
 BOUND ON OPTIMUM: 11637.00
 DELETE X2 AT LEVEL 2
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 2 PIVOTS= 19
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 11637.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1437.000000	-1.000000

X2	0.000000	-200.000000
X3	2.000000	-800.000000
X4A	1.000000	-600.000000
X4B	1.000000	-800.000000
X4C	2.000000	-1000.000000
X4D	1.000000	-1200.000000
X4E	1.000000	-4000.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	1375.000000	0.000000
X)	1445.000000	0.000000
X1)	2463.000000	0.000000
X3)	0.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000
X4D)	0.000000	0.000000
X4E)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 19
BRANCHES= 2 DETERM.= 1.000E 0

21. SATKER LISDES GORONTALO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 2132.63159
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 170.175
 SET X1 TO <= 1472 AT 1, BND= 2132. TWIN= 2131. 8
 NEW INTEGER SOLUTION OF 2132.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 8
 BOUND ON OPTIMUM: 2132.000
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 8
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	2132.000	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1472.000000	-1.000000
X2	0.000000	-100.000000
X4A	1.000000	-360.000000
X4B	1.000000	-300.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	4500.000000	0.000000
X)	1474.000000	0.000000
X2)	1.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 8
BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

22. SATKER LISDES SULAWESI TENGGARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 4950.00049
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 4950.00049 AT BRANCH 0 PIVOT 2
 BOUND ON OPTIMUM: 4950.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 2
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 4950.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	4950.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	2.000000	0.000000
X)	4950.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 2
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

23. SATKER LISDES BALI

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 1301.92310
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 392.308
 SET X1 TO <= 601 AT 1, BND= 1301. TWIN= 1302. 8
 NEW INTEGER SOLUTION OF 1301.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 8
 BOUND ON OPTIMUM: 1301.636
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 8
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 1301.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	601.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-700.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	6000.000000	0.000000
X)	602.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

 NO. ITERATIONS= 8
 BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

24. SATKER LISDES NTB

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE VALUE = 7950.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 SET X1 TO <= 233 AT 1, BND= 7833. TWIN= 7833. 13
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7833.00000 AT BRANCH 1 PIVOT 13
 BOUND ON OPTIMUM: 7833.333
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 13
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 7833.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	233.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	2.000000	-800.000000
X4A	1.000000	-2000.000000
X4B	1.000000	-4000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	2500.000000	0.000000
X)	237.000000	0.000000
X1)	3267.000000	0.000000
X3)	2.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 13

BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

25. SATKER LISDES NTT

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 7500.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7400.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 7400.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 7400.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	200.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	6.000000	-800.000000
X4	3.000000	-800.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	209.000000	0.000000

X3) 6.000000 0.000000
 X4) 0.000000 0.000000
 NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

26. SATKER LISDES MALUKU UTARA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3
 OBJECTIVE VALUE = 3800.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 313.333
 NEW INTEGER SOLUTION OF 3800.00000 AT BRANCH 0 PIVOT 3
 BOUND ON OPTIMUM: 3800.000
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 3
 LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 3800.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	3000.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4	1.000000	-800.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	3001.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

27. SATKER LISDES MALUKU

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2
 OBJECTIVE VALUE = 8325.00000
 FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00
 SET X1 TO >= 217 AT 1, BND= 8216. TWIN= 8216. 9
 SET X3 TO <= 8 AT 2, BND= 7950. TWIN= 8215. 12
 NEW INTEGER SOLUTION OF 7950.00000 AT BRANCH 2 PIVOT 12
 BOUND ON OPTIMUM: 8216.667
 FLIP X3 TO >= 9 AT 2 WITH BND= 8215.1816
 SET X3 TO <= 9 AT 3, BND= 8215. TWIN=-0.1000E+31 12
 SET X4 TO <= 0 AT 4, BND= 7563. TWIN=-0.1000E+31 14
 DELETE X4 AT LEVEL 4
 DELETE X3 AT LEVEL 3
 DELETE X3 AT LEVEL 2
 FLIP X1 TO <= 216 AT 1 WITH BND= 8216.0010
 NEW INTEGER SOLUTION OF 8216.00098 AT BRANCH 3 PIVOT 14
 BOUND ON OPTIMUM: 8216.667
 DELETE X1 AT LEVEL 1
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 3 PIVOTS= 14

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 8216.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	216.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X3	9.000000	-800.000000
X4	1.000000	-800.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	5000.000000	0.000000
X)	226.000000	0.000000
X1)	14202.000000	0.000000
X4)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 14

BRANCHES= 3 DETERM.= 1.000E 0

28. SATKER LISDES PAPUA

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6

OBJECTIVE VALUE = 12805.0000

FIX ALL VARS.(1) WITH RC > 0.000000E+00

NEW INTEGER SOLUTION OF 12805.0000 AT BRANCH 0 PIVOT 6

BOUND ON OPTIMUM: 12805.00

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 6

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 12805.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	4105.000000	-1.000000
X2	0.000000	-200.000000
X4A	2.000000	-1000.000000
X4B	1.000000	-600.000000
X4C	1.000000	-3860.000000
X4D	1.000000	-2240.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
PAGU)	0.000000	0.000000
X)	4110.000000	0.000000
X1)	595.000000	0.000000
X4A)	0.000000	0.000000
X4B)	0.000000	0.000000
X4C)	0.000000	0.000000
X4D)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

LAMPIRAN III

DATA HASIL OPTIMASI

III.1. Program Listrik Perdesaan Tahun 2008 Hasil Optimasi

Tabel III.1. Program Listrik Perdesaan Tahun 2008 Hasil Optimasi

No	Satker Lisdes	PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK							Pagu Angg. (Ribu Rp.)	Jumlah Akses	
		PLTS Tersebar (50 Wp)	PLTS Terpusat (Kw)	PLTB (KW)	PLTMH (KW)			PLTB HS 50WP			
					X1	X2	X3				X4a
1	NAD	2070								14,730,120	2070
2	Sumut	1387				1x100				12,510,319	3387
3	Sumbar	1474				1x90	1x30			13,511,872	3874
4	Riau	1569				1x39	1x65			13,795,930	3649
5	Jambi	680				2x100				10,217,840	4680
6	Sumsel	1678				1x100				14,408,744	3678
7	Babel	1292								9,005,240	1292
8	Bengkulu	1155				1x80				10,213,390	2755
9	Lampung	1255				1x21	1x17			9,668,105	2015
10	Banten	1229	0							8,333,849	1229
11	Jabar	830				1x40	1x11	1x4		7,140,730	1930
12	Jateng	796	0			1x40	1x37			7,586,816	2336
13	Jatim	0				1x24	1x8	1x7	1050	7,897,500	1830
14	Kalbar	1636								1,350,568	1636
15	Kalteng	1798				1x32	1x38			4,478,636	3198
16	Kaltim	379				1x40	1x84	1x238		12,584,502	7619
17	Kalsel	999				1x165	1x161			15,896,062	7519
18	Sulut	646			1x54					9,996,936	1726
19	Sulteng	214				1x250	1 360			18,292,902	12414
20	Sulsel	537			3x40	1x24	1x58			18,004,334	4577
21	Gorontalo	379	0			1x384	1x96			15,888,247	9979
22	Sultra	2689				1x30				19,898,077	3289
23	Bali	551								3,855,393	551
24	NTB	251			2x40	1x100	1x80			14,696,960	5451
25	NTT	1198	0		4x40	1x30				25,349,968	4998
26	Malut	2660								18,987,080	2660
27	Maluku	317			2x54	1x60				14,740,959	3677
28	Papua	1928				1x500				27,726,072	11928
Total									380,767,151	115947	

III.2. Perbandingan Program Lisdes 2008 dengan Hasil Optimasinya

Tabel III.2. Perbandingan Program Lisdes 2008 dengan Hasil Optimasinya

No	Satker Lisdes	Program Lisdes 2008		Hasil Optimasi		Deviasi	
		Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)	Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)	Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1	NAD	2070	14,730,120	2070	14,730,120	0	0
2	Sumatera Utara	3387	12,510,319	3387	12,510,319	0	0
3	Sumatera Barat	3874	13,511,872	3874	13,511,872	0	0
4	Riau	3649	13,795,930	3649	13,795,930	0	0
5	Jambi	4680	10,217,840	4680	10,217,840	0	0
6	Sumatera Selatan	3678	14,408,744	3678	14,408,744	0	0
7	Bangka Belitung	1292	9,005,240	1292	9,005,240	0	0
8	Bengkulu	2755	10,213,390	2755	10,213,390	0	0
9	Lampung	1744	9,674,704	2015	9,668,105	271	-6599
10	Banten	494	8,337,414	1229	8,333,849	735	-3565
11	Jawa Barat	1691	7,141,871	1930	7,140,730	239	-1141
12	Jawa Tengah	1976	7,589,056	2336	7,586,816	360	-2240
13	Jawa Timur	1545	7,903,415	1830	7,897,500	285	-5915
14	Kalimantan Barat	1636	11,350,568	1636	11,350,568	0	0
15	Kalimantan Tengah	3198	14,478,636	3198	14,478,636	0	0
16	Kalimantan Timur	7619	12,584,502	7619	12,584,502	0	0
17	Kalimantan Selatan	7519	15,896,062	7519	15,896,062	0	0
18	Sulawesi Utara	1726	9,996,936	1726	9,996,936	0	0
19	Sulawesi Tengah	12414	18,292,902	12414	18,292,902	0	0
20	Sulawesi Selatan	4350	18,005,020	4577	18,004,334	227	-686
21	Gorontalo	8069	15,894,389	9979	15,888,247	1910	-6142
22	Sulawesi Tenggara	3289	19,898,077	3289	19,898,077	0	0
23	Bali	551	3,855,393	551	3,855,393	0	0
24	NTB	5001	14,700,960	5451	14,696,960	450	-4000
25	NTT	3706	25,354,096	4998	25,349,968	1292	-4128
26	Maluku Utara	2660	18,987,080	2660	18,987,080	0	0
27	Maluku	3345	14,746,755	3677	14,740,959	332	-5796
28	Papua	11928	27,726,072	11928	27,726,072	0	0
Total		109846	380,807,363	115947	380,767,151	6101	-40212

III.3. Program Listrik Perdesaan Tahun 2009 Hasil Optimasi

Tabel III.3. Program Listrik Perdesaan Tahun 2009 Hasil Optimasi

No	Satker Lisdes	PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK								Pagu Anggaran (Ribu Rp.)	Jlh Akses	
		PLTS tersebar (50 Wp)	PLTS terpusat (10 Kw)	PLTB (KW)	PLTMH (KW)							
					X1	X2	X3	X4a	X4b			X4c
1	NAD	3690									26,258,040	3690
2	Sumut	2550			2x100						23,350,000	6550
3	Sumbar	3300			3x20						25,132,800	4500
4	Riau	2600			1x100						21,046,200	4600
5	Jambi	1800			2x50						16,689,200	3800
6	Sumsel	3624			2x50	1x40	1x35	1x22			30,597,052	7564
7	Babel	2699			1x12	1x40					20,636,084	3739
8	Bengkulu	2550			2x40						20,368,750	4150
9	Lampung	2600			2x40	1x190					25,950,000	8000
10	Banten	240									1,710,000	240
11	Jabar	2500			1x50						19,187,500	3500
12	Jateng	1000			4x20						9,325,000	2600
13	Jatim	1900			1x40						14,637,500	2700
14	Kalbar	4500			1x100						34,812,500	6500
15	Kalteng	4200			1x40	1x30					31,850,000	5600
16	Kaltim	2550			1x30	1x100	1x40				22,843,750	5950
17	Kalsel	3600			1x50						27,025,000	4600
18	Sulut	492		7x40	2x15	1x30					33,155,500	7292
19	Sulteng	2400			2x40	1x20	1x30				20,675,000	5000
20	Sulsel	1437		2x40	1x30	1x40	2x50	1x60	1x200		30,063,625	11637
21	Gorontalo	1472			1x18	1x15					11,395,500	2132
22	Sultra	4950									35,268,750	4950
23	Bali	601			1x35						4,869,000	1301
24	NTB	233		2x40	1x100	1x200					17,997,500	7833
25	NTT	200		6x40	3 x 40						28,800,000	7400
26	Malut	3000			1 x 40						23,600,000	3800
27	Maluku	216		9x40	1 x 40						38,720,000	8216
28	Papua	4105			2x50	1x30	1x193	1x112			42,750,000	12805
Total										658,714,251	150649	

III.4. Perbandingan Program Lisdes 2009 dengan Hasil Optimasinya

Tabel III.4. Perbandingan Program Lisdes 2009 dengan Hasil Optimasinya

No	Satker Lisdes	Program Lisdes 2009		Hasil Optimasi		Deviasi	
		Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)	Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)	Jumlah Akses	Pagu Angg. (Ribu Rp.)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1	NAD	3690	26,258,040	3690	26,258,040	0	0
2	Sumatera Utara	6550	23,350,000	6550	23,350,000	0	0
3	Sumatera Barat	4500	25,132,800	4500	25,132,800	0	0
4	Riau	4600	21,046,200	4600	21,046,200	0	0
5	Jambi	3800	16,689,200	3800	16,689,200	0	0
6	Sumatera Selatan	6650	30,599,800	7564	30,597,052	914	-2,748
7	Bangka Belitung	2900	20,636,400	3739	20,636,084	839	-316
8	Bengkulu	4150	20,368,750	4150	20,368,750	0	0
9	Lampung	8000	25,950,000	8000	25,950,000	0	0
10	Banten	240	1,710,000	240	1,710,000	0	0
11	Jawa Barat	3500	19,187,500	3500	19,187,500	0	0
12	Jawa Tengah	2600	9,325,000	2600	9,325,000	0	0
13	Jawa Timur	2700	14,637,500	2700	14,637,500	0	0
14	Kalimantan Barat	6500	34,812,500	6500	34,812,500	0	0
15	Kalimantan Tengah	5600	31,850,000	5600	31,850,000	0	0
16	Kalimantan Timur	5950	22,843,750	5950	22,843,750	0	0
17	Kalimantan Selatan	4600	27,025,000	4600	27,025,000	0	0
18	Sulawesi Utara	6100	33,162,500	7292	33,155,500	1192	-7,000
19	Sulawesi Tengah	5000	20,675,000	5000	20,675,000	0	0
20	Sulawesi Selatan	11160	30,065,000	11637	30,063,625	477	-1,375
21	Gorontalo	1600	11,400,000	2132	11,395,500	532	-4,500
22	Sulawesi Tenggara	4950	35,268,750	4950	35,268,750	0	0
23	Bali	750	4,875,000	1301	4,869,000	551	-6,000
24	NTB	7300	18,000,000	7833	17,997,500	533	-2,500
25	NTT	5800	28,800,000	7400	28,800,000	1600	0
26	Maluku Utara	3800	23,600,000	3800	23,600,000	0	0
27	Maluku	6350	38,725,000	8216	38,720,000	1866	-5,000
28	Papua	7500	42,750,000	12805	42,750,000	5305	0
Total		136840	658,743,690	150649	658,714,251	13809	-29,439