

# PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK DI PULAU JAWA

Aas Wasri Hasanah<sup>1)</sup>, Andi Makkulau<sup>2)</sup>, Zulfahmi Faisal Fadhilah<sup>3)</sup>

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik- PLN

<sup>1</sup>aas\_wasri@yahoo.com

<sup>2</sup>andi.mk@gmail.com

<sup>3</sup>zulfahmi.faisal@sttpln.ac.id

**Abstract :** *Electrical power system is an electrical system consisting of generating systems, distribution systems, and power user installation systems. Generating system functions to generate electricity, the distribution system serves to distribute electric power generated from the generating system to the power user installation system, and the power user system serves to supply electrical equipment in order to operate. The demand for electricity increases every one to keep up with population growth and overall economic growth. One important factor to support the development is the electric power that must be fulfilled by the power supply company, in this case is PT. PLN (Persero). The demand for electricity in Java is the largest in Indonesia, because the population of Java Island is predominantly Indonesian, and Java is the center of all economic activities including industry, commerce / business, government and tourism. For that required additional power generation in the future with the planning of power generation system development in Java for the year 2015 - 2024.*

**Keywords:** *System planning, Forecast load, Evaluation*

**Abstrak :** *Sistem tenaga listrik merupakan sistem kelistrikan yang terdiri dari sistem pembangkit, sistem penyaluran, dan sistem instalasi pengguna tenaga listrik. Sistem pembangkit berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik, sistem penyaluran berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik yang dibangkitkan dari sistem pembangkit ke sistem instalasi pengguna tenaga listrik, dan sistem pengguna tenaga listrik berfungsi untuk menyuplai peralatan-peralatan listrik agar dapat beroperasi. Kebutuhan tenaga listrik meningkat setiap untuk mengikuti pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Salah satu faktor penting untuk mendukung pembangunan adalah tenaga listrik yang harus dipenuhi oleh perusahaan penyedia tenaga listrik, dalam hal ini adalah PT. PLN (Persero). Permintaan listrik di Pulau Jawa merupakan yang terbesar di Indonesia, hal ini karena penduduk Pulau Jawa sebagian besar merupakan penduduk Indonesia, dan Pulau Jawa adalah pusat segala kegiatan ekonomi termasuk industri, perdagangan/bisnis, pemerintahan, dan pariwisata. Untuk itu dibutuhkan tambahan pembangkit listrik dimasa yang akan datang dengan perencanaan pengembangan sistem pembangkit listrik di Pulau Jawa untuk tahun 2015 – 2024.*

**Kata Kunci :** *Perencanaan sistem, Ramalan beban, Evaluasi*

## A. PENDAHULUAN

Konsumsi tenaga listrik di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Oleh karena itu, perkiraan kebutuhan listrik jangka panjang di Indonesia sangat diperlukan agar dapat menggambarkan kebutuhan tenaga listrik pada masa yang akan datang untuk

keperluan perencanaan pengembangan pembangkit di masa mendatang. Dengan diketahuinya perkiraan kebutuhan tenaga listrik jangka panjang antara tahun 2015 hingga tahun 2024, untuk itu akan dapat ditentukan jenis dan perkiraan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan di Indonesia selama kurun waktu tersebut. Jenis dan kapasitas pembangkit listrik yang akan dibangun sehubungan dengan

fungsinya perlu ditentukan untuk menyangga beban dasar dan beban puncak yang diperlukan di masa yang akan datang. Faktor yang berpengaruh terhadap produksi tenaga listrik per jenis pembangkit adalah faktor kapasitas pembebanan baik sebagai beban dasar maupun beban puncak, karakteristik pembebanannya sendiri termasuk daya mampu, dan waktu operasi unit pembangkit listrik.

Didalam pengembangan pembangkit harus memperhitungkan pengembangan masing-masing jenis pembangkitnya yaitu pembangkit yang difungsikan untuk menyangga beban dasar seperti pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), pembangkitan yang difungsikan untuk menyangga beban variabel seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan untuk menyangga beban puncak seperti pembangkit listrik tenaga gas (PLTG), dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Pengoperasian pembangkit yang menyangga beban dasar ditinjau dari sifat operasinya yaitu pembangkit yang dioperasikan secara terus-menerus dengan pembebanan yang cukup tinggi / optimal dan ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dp}{dt}$ ) yaitu pembangkit yang dengan karakteristik respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dp}{dt}$ ) yang rendah seperti PLTU. Sedangkan pengoperasian pembangkit yang menyangga beban puncak ditinjau dari sifat operasinya yaitu pembangkit yang dioperasikan tidak secara terus-menerus hanya beberapa jam selama beban puncak berlangsung dan ditinjau dari dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dp}{dt}$ ) yaitu pembangkit yang dengan karakteristik respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dp}{dt}$ ) yang tinggi seperti PLTA dan PLTG. Untuk dapat memperhitungkan kebutuhan produksi masing-masing jenis pembangkit tersebut perlu diketahui / diprediksi karakteristik beban dari sisi penjualan. Adapun permasalahan yang akan dibahas antara lain Bagaimana proses perencanaan pengembangan sistem pembangkit listrik di Pulau Jawa tahun 2015 – 2024, Berapa besar daya mampu di Pulau Jawa tahun

2015 - 2024 dan Berapa besar penambahan kapasitas pembangkit yang diperlukan di Pulau Jawa tahun 2015 - 2024.

## B. SISTEM TENAGA LISTRIK

### 1. Umum

Sistem tenaga listrik terdiri dari 3 sub sistem, yaitu sistem pembangkit, sistem penyaluran, dan instalasi pengguna tenaga listrik. Sistem pembangkit berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik dengan cara mengkonversi energi primer seperti batu bara, bahan bakar minyak, panas bumi, tenaga air, tenaga surya, tenaga angin, dan lain-lain. Dalam sistem tenaga listrik dengan kapasitas yang cukup besar sistem pembangkitnya merupakan sistem pembangkit dengan menggunakan generator sinkron. Sistem penyaluran berfungsi untuk meyalurkan tenaga listrik yang dibangkitkan dari sistem pembangkit ke sistem instalasi pengguna tenaga listrik. Sistem penyaluran dibagi menjadi dua yaitu sistem transmisi dan sistem dsitribusi. Sistem pengguna tenaga listrik berfungsi untuk menyuplai peralatan-peralatan listrik agar dapat beroperasi. Sebagai contoh yaitu instalasi rumah, instalasi pabrik, instalasi gedung bertingkat, instalasi hotel, dan lain-lain.

### 2. Sistem Pembangkit

Sistem pembangkit berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik dengan cara mengkonversi energi primer seperti batu bara, bahan bakar minyak, panas bumi, tenaga air, tenaga surya, tenaga angin, dan lain-lain. Dalam sistem tenaga listrik dengan kapasitas yang cukup besar sistem pembangkitnya merupakan sistem pembangkit dengan menggunakan generator sinkron.

Sistem pembangkit ditinjau dari jenis energi primernya dapat digolongkan menjadi 2 yaitu :

- i. Pembangkit dengan energi primer tak terbarukan. Energi Primer tak terbarukan merupakan bahan bakar fosil. (*Non renewable* seperti : Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga

Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan lain-lain).

- ii. Pembangkit dengan energi primer terbarukan. (*Renewable* seperti : Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), dan lain-lain).

Sehubungan dengan bahan bakar fosil di Indonesia semakin menipis, untuk itu Pemerintah Indonesia merencanakan penggunaan energi primer terbarukan untuk meningkatkan penggunaan energi primer yang terbarukan yang masih berpotensi untuk dikembangkan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga *Thermal* dengan menggunakan *biofuel*, PLTP, PLTS, PLTB, dan lain-lain.

Ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dP}{dt}$ ), untuk itu jenis pembangkit bisa dikategorikan menjadi 2 yaitu :

1. Pembangkit dengan karakteristik yang ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dP}{dt}$ ), seperti PLTA dan PLTG. Sehubungan dengan karakteristik yang ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dP}{dt}$ ) yang tinggi, untuk itu pembangkit jenis ini digunakan untuk menyangga beban puncak.
2. Pembangkit dengan karakteristik yang ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dP}{dt}$ ), seperti PLTU, PLTN. Sehubungan dengan karakteristik yang ditinjau dari respon perubahan daya terhadap waktu ( $\frac{dP}{dt}$ ) yang rendah, untuk itu pembangkit jenis ini digunakan untuk menyangga beban dasar.

Generator pada sistem pembangkit yang digunakan pada sistem tenaga listrik adalah generator sinkron, yaitu generator yang menghasilkan frekuensi konstan meskipun beban berubah-ubah. Hal ini disebabkan karena generator sinkron dilengkapi dengan governor.

### 3. Sistem Penyaluran

Sistem penyaluran berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem pembangkit ke sistem instalasi pengguna listrik. Sistem penyaluran dibagi menjadi 2 yaitu :

#### 1. Sistem Transmisi

Sistem transmisi yaitu sistem penyaluran yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dengan tegangan operasi tegangan tinggi (TT), tegangan ekstra tinggi, atau tegangan ultra tinggi. Saluran transmisi terhubung antara gardu induk (Bay GI pembangkit atau GI beban) ke GI yang lain (Bay GI pembangkit atau GI beban).

#### 2. Sistem Distribusi

Sistem distribusi yaitu sistem penyaluran yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan operasi tegangan menengah (TM) atau tegangan rendah (TR).

Sistem saluran distribusi dibagi menjadi 2 yaitu :

##### 1. Saluran Distribusi Tegangan Menengah (TM)

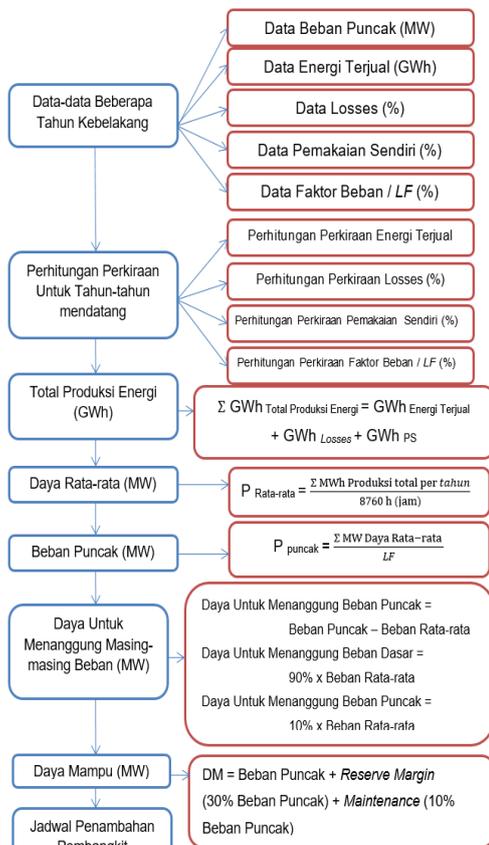
Saluran distribusi tegangan menengah (TM) atau yang biasa disebut dengan sistem distribusi primer berfungsi untuk menyalurkan tegangan listrik dengan operasi tegangan menengah (TM) yaitu dari busbar tegangan menengah (TM) di gardu induk (GI) sampai sisi tegangan menengah (TM) trafo distribusi di gardu distribusi yang terjauh atau sampai sisi tegangan menengah (TM) trafo pelanggan tegangan menengah (TM).

##### 2. Saluran Distribusi Tegangan Rendah (TR)

Saluran distribusi tegangan rendah (TR) atau biasa disebut dengan sistem distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dengan operasi tegangan rendah (TR) yaitu dari sisi sekunder trafo distribusi sampai titik pelanggan terjauh.

## C. METODE PENELITIAN

### 1. Metode Penelitian



**Gambar 1.** Diagram Alir Prosedur Pengembangan Pembangkit

Disamping dasar pengembangan pembangkit listrik adapun beberapa pertimbangan sistem pengembangan pembangkit, secara umum ada beberapa pertimbangan dan tahapan yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Studi analisa mengenai dampak lingkungan (amdal). Di sini dianalisa dan diperhitungkan mengenai berbagai dampak yang mungkin akan timbul pada saat pembangunannya dan pada saat pembangkit tenaga listrik tersebut dioperasikan.
2. Memperhitungkan dan memprediksikan tersedianya sumber daya alam / penggerak (air, panas bumi dan bahan bakar), sehingga benar-benar memungkinkan untuk penggunaan dalam jangka waktu yang lama dan bisa mendukung kontinuitas operasional pembangkit tersebut.

3. Tersedianya lahan beserta prasarana dan sarananya, baik untuk pembangkit tenaga listrik itu sendiri maupun untuk penyalurannya, karena hal ini merupakan satu kesatuan untuk melayani beban.
4. Pertimbangan dari segi pemakaian pembangkit tenaga listrik tersebut, apakah untuk melayani dan menanggung beban puncak, beban yang besar, beban yang kecil atau sedang, beban yang bersifat *fluktuatif* atau hanya untuk *stand by* saja.
5. Biaya pembangunannya harus ekonomis dan diupayakan memakan waktu sesingkat mungkin. Selain itu juga harus dipertimbangkan dari segi operasionalnya tidak boleh terlalu mahal.
6. Pertimbangan dari segi kemudahan dalam pengoperasian, keandalan yang tinggi, mudah dalam pemeliharaan dan umur operasional (*life time*) pembangkit tenaga listrik tersebut harus panjang.
7. Harus dipertimbangkan kemungkinan bertambahnya beban, karena hal ini akan berkaitan dengan kemungkinan perluasan pembangkit dan penambahan beban terpasang pada pembangkit.
8. Berbagai pertimbangan sosial, teknis dan lain sebagainya yang mungkin akan menghambat dalam pelaksanaan pembanguna serta pada pembangkit tenaga listrik tersebut beroperasi.

Dari berbagai pertimbangan tersebut, ada satu hal yang dijadikan pedoman dan filosofi dalam membangun pembangkit tenaga listrik yaitu *screening curve*

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kondisi Sistem Pembangkit Pada Sistem Kelistrikan di Pulau Jawa Tahun 2014

Kapasitas terpasang di Pulau Jawa tahun 2014 adalah 31062.19 MW, daya mampu di Pulau Jawa tahun 2014 adalah 25476.03 MW, Beban Puncak di Pulau Jawa tahun 2014 adalah 23908.86 MW dan Faktor Beban di Pulau Jawa tahun 2014 adalah 81.27 %. Daya Mampu di Pulau Jawa tahun 2014 mengalami penurunan 5586.16 MW.



**Gambar 2.** Peta Sistem Interkoneksi Jawa – Madura – Bali

**2. Data-data Yang Digunakan Untuk Perhitungan Perkiraan Energi Terjual, Losses, Pemakaian Sendiri dan Faktor Beban di Pulau Jawa Tahun 2015 - 2024**

Untuk menghitung penambahan pembangkit di Pulau Jawa tahun 2015 - 2024 untuk memenuhi kenaikan kebutuhan beban, untuk itu diperlukan data-data untuk beberapa tahun sebelumnya sebagai berikut (Sumber : Data Statistik PLN Tahun 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 :

**Tabel 1.** Data Losses di Pulau Jawa Tahun 2009 - 2014

Tahun	Losses (%)
2009	9.43
2010	9.10
2011	8.63
2012	8.34
2013	8.58
2014	8.40

**Tabel 2.** Data Faktor Beban / Load Factor di Pulau Jawa Tahun 2009 – 2014

Tahun	Faktor Beban (%)
2009	80.09
2010	81.86
2011	80.4
2012	81.13
2013	81.9
2014	81,27

**Tabel 3.** Data Energi Terjual Konsumsi energi Listrik (GWh) di Pulau Jawa Tahun 2009 – 2014

Tahun	Energi Terjual (GWh)
2009	101319.07
2010	110309.71
2011	117593.48
2012	128513.21
2013	138081.75
2014	145071.45

**Tabel 5.** Data Beban Puncak di Pulau Jawa 2009 – 2014

Tahun	Beban Puncak (MW)
2009	17217.55
2010	18106.55
2011	19746.39
2012	21244.78
2013	22575.21
2014	23908.86

**3. Perhitungan Perkiraan Energi Terjual, Losses, Pemakaian Sendiri, dan Faktor Beban di Pulau Jawa Tahun 2015 – 2024**

Untuk menghitung penambahan pembangkit di Pulau Jawa tahun 2015 – 2024 untuk memenuhi kenaikan kebutuhan beban agar suplai dan permintaan terpenuhi dengan baik, untuk itu dilakukan perhitungan sebagai berikut :

**Tabel 6.** Perhitungan Perkiraan Energi Terjual di Pulau Jawa Tahun 2015 - 2024

Tahun	Energi Terjual (GWh)
2015	154781.22
2016	163724.01
2017	172666.81
2018	181609.6
2019	190552.39
2020	199495.18
2021	208437.98
2022	217380.77
2023	226323.56
2024	235266.36

Untuk menghitung perkiraan losses (%) di Pulau Jawa tahun 2015 - 2024, untuk itu digunakan perhitungan perkiraan dengan menekan losses seminimal mungkin setiap tahunnya dengan upaya seperti pemeliharaan gardu induk dan pemeliharaan gardu distribusi.

**Tabel 7.** Perhitungan Perkiraan Losses di Pulau Jawa Tahun 2015 - 2024

Tahun	Losses	
	(%)	(GWh)
2015	8.30	12846.84
2016	8.20	13425.39
2017	8.10	13986.01
2018	8.00	14528.77
2019	7.90	15053.64
2020	7.80	15560.62
2021	7.70	16049.72
2022	7.60	16520.94
2023	7.50	16974.28
2024	7.40	17409.71

Untuk menghitung perkiraan pemakaian sendiri (%) di Pulau Jawa tahun 2015 – 2024, untuk itu digunakan perkiraan dengan merata-ratakan data pemakaian sendiri tahun-tahun sebelumnya.

**Tabel 8.** Perhitungan Perkiraan Pemakaian Sendiri / PS di Pulau Jawa Tahun 2015 – 2024

Tahun	PS	
	(%)	(GWh)
2015	4.80	8451.84
2016	4.80	8931.9
2017	4.80	9411.07
2018	4.80	9889.33
2019	4.80	10366.69
2020	4.80	10843.15
2021	4.80	11318.71
2022	4.80	11793.36
2023	4.80	12267.12
2024	4.80	12739.97

**Tabel 9.** Perhitungan Perkiraan Faktor Beban / Load Factor di Pulau Jawa Tahun 2015 - 2024

Tahun	Faktor Beban (%)
2015	81.3
2016	81.4
2017	81.5
2018	81.6
2019	81.7
2020	81.8
2021	81.9
2022	82
2023	82.1
2024	82.2

## E. KESIMPULAN

Simpulan dari penelitian Perencanaan Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Di Pulau Jawa Tahun 2015 - 2024, yaitu Sehubungan dengan kenaikan energi terjual untuk tahun-tahun mendatang, untuk itu dibutuhkan tambahan daya untuk menanggung beban dasar (PLTU, PLTGU) di Pulau Jawa :

## DAFTAR PUSTAKA

1. D. Suswanto, "Analisis Prediksi Beban dan Kebutuhan Energi Listrik," in Sistem Distribusi Tenaga Listrik, 2010, p. 201.
2. H. Supari Muslim, 2008, Teknik Pembangkit Tenaga Listrik, Jakarta, Buku Sekolah Elektronik.
3. Marsudi, Djiteng, 2005, Pembangkit Energi Listrik, Jakarta, Erlangga.
4. Marsudi, Djiteng, 1990, Operasi Sistem Tenaga Listrik, Jakarta, ISTN.
5. PT PLN (PERSERO), 2014, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2015 – 2024.
6. Statistik 2009, PT PLN (Persero), 2009
7. Statistik 2010, PT PLN (Persero), 2010
8. Statistik 2011, PT PLN (Persero), 2012
9. Statistik 2012, PT PLN (Persero), 2013
10. Statistik 2013, PT PLN (Persero), 2014
11. Statistik 2014, PT PLN (Persero), 2015
12. <http://technoku.blogspot.com/2009/01/pembangkit-listrik.html>
13. [http://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit\\_listrik](http://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik)
14. <http://taufiqurrohman.com/2011/07/11/cara-menghitung-regresi-linear-sederhana-menggunakan-excel-2007/>
15. <https://widdiyanto.wordpress.com/2013/05/24/sistem-kelistrikan-jawa-madura-bali/>