

BAB III

SISTEM TENAGA LISTRIK INTERKONEKSI

JAWA-BALI

3.1 SISTEM TENAGA LISTRIK JAWA-BALI

Sistem tenaga listrik Jawa-Bali dihubungkan oleh Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (S.U.T.E.T.) 500 kV dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (S.U.T.T.) 150 kV dan 70 kV sebagaimana diperlihatkan pada lampiran 1. Region-region pada sistem dihubungkan oleh sistem transmisi 500 kV yang merupakan tulang punggung pensuplai daya sistem tenaga listrik Jawa-Bali. Daya berkapasitas besar dialirkan oleh pembangkit-pembangkit utama dari region 1 (satu) sampai dengan region 4 (empat) melalui saluran transmisi 500 kV, yang kemudian di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (G.I.T.E.T.) 500 kV diturunkan tegangannya menjadi 150 kV melalui *Inter Bus Transformer* (I.B.T.) 500/150 kV. Hal ini menjadikan I.B.T. 500/150 kV sebagai sumber pasokan utama sistem 150 kV. Pada sistem 150 kV, juga terdapat unit-unit pembangkit yang memasok kebutuhan daya subsistem region yang meliputi daerah yang lebih terbatas. Aliran daya pada sistem 150 kV ini kemudian akan dialirkan pada pusat-pusat beban (Gardu Induk 150 kV) atau diturunkan lagi level tegangannya menjadi 70 kV melalui I.B.T. 150/70 kV dan dialirkan ke gardu-gardu induk 70 kV melalui saluran transmisi 70 kV. Region-region ini juga dihubungkan dengan saluran transmisi 150 kV untuk mengalirkan kekurangan daya tambahan atau menyalurkan daya yang berlebihan ke region lain. Aliran daya pada I.B.T. 500/150 kV ini, dibatasi sebesar 50% dari kapasitas ratingnya untuk memenuhi kriteria N-1.

Tabel III.1. Total Daya Terpasang Tiap Region

Daya Terpasang Dalam (MW)	
Region 1	9035,94
Region 2	2483,36
Region 3	3674,59
Region 4	7152,18
TOTAL	22346,07

Sumber : PLN P3B Gandul

Pada IBT 500 / 150 kV yang tidak memenuhi kriteria N-1 sudah terpasang pengaman *Over Load Shedding scheme* (O.L.S.s.), untuk menghindari beban lebih pada I.B.T. yang masih beroperasi bila terjadi gangguan pada salah satu I.B.T.

Konfigurasi jaringan sistem 150 kV dan 70 kV sistem Jawa-Bali disusun dengan memperhatikan kemampuan daya hubung singkat peralatan dan kualitas tegangan terbaik yang masih mungkin dicapai.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka untuk mempermudah pengendalian jaringan 150 kV dan 70 kV yang dipasok dari G.I.T.E.T. 500 kV, sistem tenaga listrik Jawa-Bali yang relatif besar, dikelompokkan dalam 12 (dua belas) subsistem pelayanan. Pembagian subsistem pelayanan ini bersifat dinamis, tergantung besar ramalan beban kesiapan fasilitas transmisi dan kesiapan daya mampu pembangkit. Secara ringkas keseluruhan kondisi subsistem Jawa-Bali tersebut dapat dilihat pada lampiran 7.

3.1.1 Operasi Sistem

Sistem tenaga listrik Jawa-Bali dibagi menjadi 4 (empat) region . Jakarta Raya & Banten disebut Region 1, Jawa Barat disebut Region 2, Jawa Tengah dan D.I.Y. disebut Region 3, serta Jawa Timur dan Bali disebut Region 4. Operasi sistem untuk masing-masing region dikendalikan oleh satu *Regional Control Center* (R.C.C.), yaitu untuk R.C.C. Cawang untuk Region Jakarta Raya dan Banten, R.C.C. Cigereleng untuk Region Jawa Barat, R.C.C. Ungaran untuk Region Jawa Tengah dan D.I.Y dan R.C.C. Waru untuk Region Jawa Timur dan Bali. Khusus untuk kawasan Bali, terdapat SubR.C.C. yang secara teknis berfungsi seperti Region tetapi secara administratif berada di bawah Region Jawa Timur dan Bali. Untuk seluruh sistem terdapat *Jawa-Bali Control Center* (J.C.C.) di Gandul yang bertanggung jawab terhadap keamanan sistem tenaga listrik keseluruhan, mengendalikan mutu frekuensi dan mengatur tegangan di subsistem 500 kV, manajemen energi serta *switching* sistem transmisi 500 kV. Area atau Sub-Area *Control Center* bertanggung jawab terhadap keamanan kawasan yang menjadi daerah pengendaliannya, mengatur tegangan di subsistem 150 kV dan 70 kV, pelaksanaan *switching* transmisi 150 kV dan 70 kV, serta melanjutkan perintah J.C.C. mengenai pembebanan pembangkit kecuali Region 1. Batas-batas

operasi Region ini telah diupayakan untuk mengikuti batas-batas wilayah operasi unit-unit Perusahaan Listrik Negara (P.L.N.) distribusi di sistem Jawa-Bali. Prosentase beban perwilayah distribusi sistem tenaga listrik dapat dilihat pada tabel III.2.

Tabel III.2. Komposisi Distribusi Beban

Distribusi	Prosentase Beban
Distribusi Jaya dan Tangerang	29%
Distribusi Jawa Barat dan Banten	34%
Distribusi Jawa Tengah	14%
Distribusi Jawa Timur	20%
Distribusi Bali	3%

Sumber : PLN P3B Gandul

Daya Mampu Nominal (D.M.N.) pembangkitan sistem Jawa-Bali pada tahun 2007 mencapai 21.194 MW. Rincian daya terpasang per jenis pembangkit (dalam MW, jumlah unit dan %) untuk masing-masing perusahaan pembangkit dapat dilihat pada tabel III.3.

Tabel III.3. Komposisi DMN Pembangkit Sistem Jawa-Bali 2007

Perusahaan Pembangkit	MW	Unit	%
PT IP	8.526	118	40
PT PJB	5.761	62	27
PT PLN Muaratawar	840	6	4
PT PLN Tanjungjati B	1.320	2	6
PT PLN Cilegon	740	3	4
IPP	4.007	21	19
T O T A L	21.194	210	100

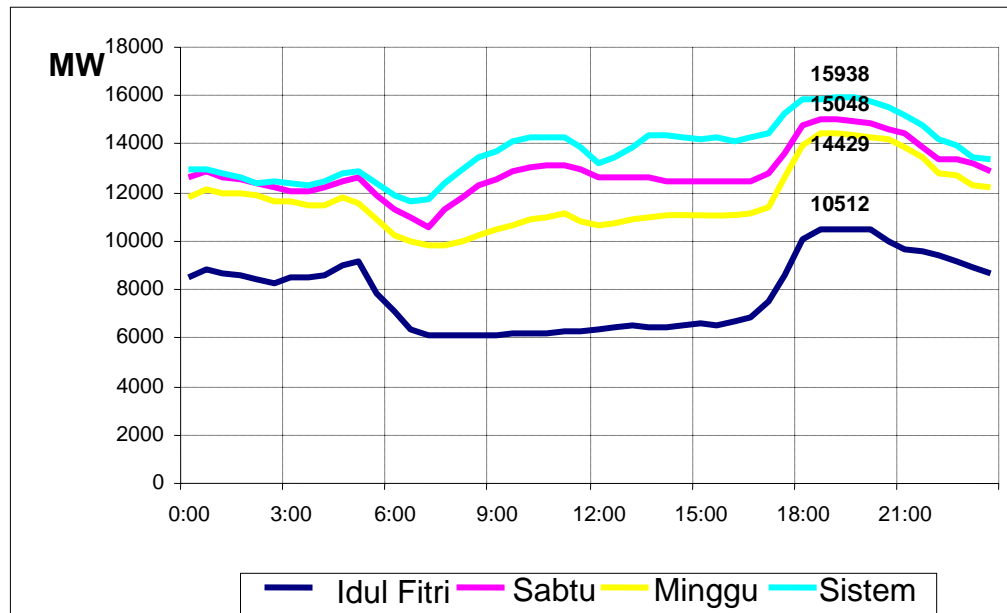
Sumber : PLN P3B Gandul

3.1.2 Karakteristik Beban

Masing-masing region memiliki karakteristik beban dan komposisi pembangkit yang berbeda-beda. Karakteristik beban region Jakarta Raya dan Banten adalah beban industri sedangkan karakteristik beban region lainnya adalah beban rumah tangga.

Karakteristik beban pada hari kerja dan hari Sabtu tidak jauh berbeda tetapi keduanya berbeda dengan karakteristik beban hari Minggu dan hari libur dimana beban rendah pada siang hari berlangsung lebih lama (lihat gambar 3.1). Beban puncak pada hari Minggu umumnya hanya mencapai 90% dari beban

puncak pada hari kerja, sedangkan beban puncak pada hari libur lebih rendah lagi dari beban puncak pada hari Minggu. Beban puncak terendah umumnya terjadi pada hari Lebaran dengan periode beban rendah mulai dari hari H-10 s.d. H+10 hari Lebaran.



Sumber PLN P3B Gandul

Gambar 3.1. Karakteristik tipikal beban harian sistem

3.1.3 Kebutuhan Beban

Pada 2007 sampai dengan tahun 2011, direncanakan adanya pembangkit baru serta penambahan daya pada sistem tenaga listrik Jawa-Bali. Dengan beroperasinya pembangkit baru dan adanya penambahan daya pada sistem, maka diharapkan kondisi sistem jadi lebih baik, sehingga tidak ada lagi kendala *stability limit dan thermal limit*, yang membatasi *transfer* daya dari tengah ke barat. Sehingga gejala yang akan timbul yaitu tegangan sistem dengan *grid code* ($\pm 5\%$) tegangan sistem < 475 kV dan tegangan sistem > 525 kV di masing-masing region, apabila *transfer* daya dari tengah ke barat melebihi 2500 MW. Aliran daya waktu beban puncak pada sistem Jawa Bali setelah mengoptimalkan pembangkitan dan penyaluran adalah sebagai berikut: transfer daya dari Area 4 ke Area 3 sebesar 2392 MW, transfer daya dari Area 3 ke Area2 sebesar 1914 MW, transfer daya dari Area 1 ke Area 2 sebesar 470 MW.

3.2 ALIRAN DAYA

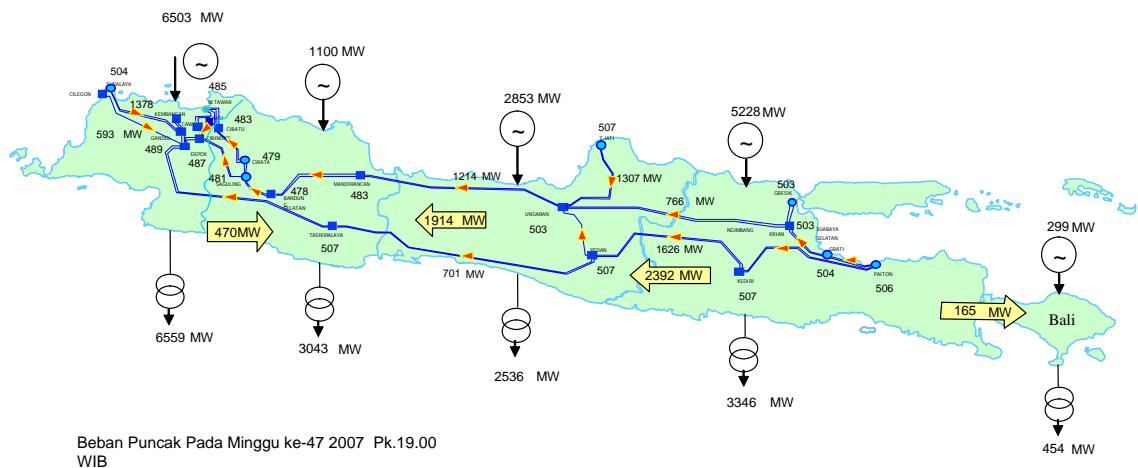
Studi aliran daya ialah penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya dan faktor daya atau daya reaktif yang terdapat pada berbagai simpul dalam jaringan listrik pada keadaan operasi normal. Studi aliran daya ini diperlukan dalam perencanaan pengembangan suatu sistem yang akan datang karena pengoperasian yang baik dari sistem tersebut banyak tergantung pada efek interkoneksi dengan sistem lain, beban yang baru, stasiun pembangkit baru, serta saluran transmisi baru, sebelum semuanya itu dipasang.

Untuk menilai penampilan (mutu) rangkaian distribusi daya dan untuk mengkaji keefektifan perubahan-perubahan yang direncanakan pada suatu sistem pada tahap perencanaan, sangat penting untuk melakukan analisis aliran daya. Mempelajari aliran daya dilakukan untuk menentukan:

1. Aliran daya aktif dan reaktif pada cabang-cabang rangkaian.
2. Tidak ada rangkaian yang mempunyai beban lebih dan tegangan busbar dalam batas-batas yang dapat diterima.
3. Pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem.
4. Pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat.
5. Kondisi optimum pembebanan sistem.
6. Kehilangan daya optimum sistem.

Perhitungan aliran daya merupakan perhitungan dasar untuk mengoperasikan sistem. Dari hasil perhitungan aliran daya akan diketahui tingkat pembebanan fasilitas transmisi, tingkat tegangan di semua G.I. dan rugi-rugi transmisi yang terkait dengan keekonomian operasi. Untuk tujuan perencanaan indikasi tingkat pembebanan, fasilitas transmisi penting untuk mengetahui apa perlu merencanakan fasilitas transmisi yang baru atau tidak. Jika tegangan G.I. sudah di bawah tingkat yang diijinkan, tindakan kompensasi apa yang harus dilakukan.

Dengan melakukan perhitungan aliran daya maka dapat diketahui apakah sistem jaringan transmisi yang ada memberi pelayanan yang optimal atau tidak. Untuk menentukan luas jangkauan suatu subsistem, disamping analisa perhitungan aliran daya juga dilakukan analisa perhitungan hubung singkat. Besar dan luas jangkauan suatu subsistem pelayanan ditentukan agar jika terjadi



Sumber PLN P3B Gandul

Gambar 3.3. Aliran daya tipikal saat beban puncak malam hari kerja

3.2.1 Pengaturan Tegangan Sistem Tenaga Listrik Jawa-Bali

1. Pengaturan tegangan pada periode beban rendah

Pengaturan tegangan pada periode beban rendah ini biasanya terjadi pada hari-hari khusus seperti Hari Raya Idul Fitri, Hari Raya Natal, Tahun Baru.

Langkah-langkah operasi yang ditempuh di dalam sistem penyaluran untuk mengurangi kelebihan - kelebihan daya reaktif pada kondisi beban rendah di sistem tenaga listrik Jawa Bali, adalah sebagai berikut :

- a. Pengoperasian reaktor dan pelepasan kapasitor.
Semua reaktor yang terpasang di GITET pada periode beban rendah dalam posisi dioperasikan. Semua kapasitor yang terpasang di sisi jaringan 150 kV, 70 kV dan 20 kV pada periode beban rendah ini dikeluarkan.
- b. Pengaturan daya reaktif unit pembangkit.
Semua unit pembangkit terutama yang berskala besar pada periode beban rendah beroperasi menyerap daya reaktif untuk mengantisipasi tegangan tinggi yang terjadi di sistem.
- c. Perubahan konfigurasi jaringan.

Jaringan sistem 500 kV dengan sirkit ganda akan dioperasikan dengan modus operasi sirkit tunggal dengan melihat kondisi operasi *real-time*. Pengaturan tegangan dengan modus operasi sirkit tunggal pada jaringan sistem 500 kV akan dilakukan secara *real time* oleh Pelaksana Pengendali Operasi (*Dispatcher*) di Pusat Pengatur Beban, sedangkan untuk sistem 150 kV dan 70 kV dilakukan oleh Region. Rekonfigurasi jaringan Saluran Kabel Tegangan Tinggi (S.K.T.T) dan S.U.T.T dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan rekonfigurasi di S.U.T.E.T.

2. Pengaturan tegangan pada periode beban puncak

Langkah operasi yang ditempuh didalam sistem penyaluran untuk meningkatkan kekurangan daya reaktif pada kondisi beban puncak di sistem tenaga listrik Jawa Bali, adalah sebagai berikut :

a. Pelepasan reaktor dan pengoperasian kapasitor.

Reaktor yang terpasang di GITET pada periode beban puncak dalam posisi dikeluarkan. Semua kapasitor yang terpasang di sisi jaringan 150 kV, 70 kV dan 20 kV pada periode beban puncak ini di masukan.

b. Pengaturan daya reaktif unit pembangkit.

Semua unit pembangkit terutama yang berskala besar pada periode beban puncak beroperasi memberi daya reaktif untuk mengantisipasi tegangan rendah yang terjadi di sistem.