

BAB II

SISTEM INTERKONEKSI YANG BESAR

Yang dimaksud dengan sistem interkoneksi yang besar adalah sistem interkoneksi yang selain melakukan optimasi unit-unit pembangkit dan saluran transmisi dalam sistemnya, juga melakukan export-import energi dengan sistem lain.

2.1. Sistem Campuran Hidro-Termal

Dalam sistem interkoneksi yang besar dengan jumlah daya terpasang dan beban puncak diatas 15.000 MW umumnya terdapat bermacam-macam pusat listrik yang secara garis besar bisa dikelompokkan menjadi pusat listrik hidro dan pusat listrik termal.

A. Kelompok Pusat Listrik Hidro

Kelompok pusat listrik hidro (tenaga air) dapat dibagi atas:

- PLTA Run Off River
- PLTA Kolam Tando
- PLTA dalam hubungan kaskade

Dalam pembangkitan tenaga listrik, PLTA adalah pusat listrik yang biaya investasinya paling tinggi, tetapi biaya operasinya paling rendah sehingga biaya tetapnya per tahun juga paling tinggi. Oleh sebab itu, harus diusahakan agar faktor kapasitasnya meencapai angka yang setinggi mungkin agar hasil

produksinya sekecil mungkin. Faktor kapasitas PLTA umumnya dibatasi oleh tersedianya air, maka yang paling penting adalah bagaimana dengan jumlah air yang tersedia, PLTA harus dioperasikan agar dicapai biaya optimum dalam sistem interkoneksi.

Efisiensi turbin bersama generator unit PLTA dapat mencapai nilai sekitar 95%. Efisiensi keseluruhan dari PLTA dan instalasi listriknya, termasuk energi untuk pemakaian sendiri, angkanya berkisar antara 85-92%. Lancarnya aliran air dalam instalasi air PLTA sangat mempengaruhi efisiensi PLTA. Oleh karena itu, harus diusahakan agar aliran air bersifat laminar (jangan ada turbulensi). Untuk itu harus dihindari tikungan yang tajam dalam instalasi air PLTA.

Dalam sistem interkoneksi dimana terdapat PLTA yang diinterkoneksi dengan pusat-pusat listrik termis yang menggunakan bahan bakar, ada kalanya dibangun PLTA pompa yang dapat memompa air keatas. Hal ini baru ekonomis apabila biaya pembangkitan dalam sistem interkoneksi bersangkutan mempunyai variasi incremental cost yang besar. Pemompaan air dilakukan sewaktu biaya pembangkitan rendah, kemudian air hasil pemompaan ini digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik sewaktu biaya pembangkitan sistem interkoneksi mahal sehingga pembangkitan tenaga listrik dengan biaya yang mahal dapat dikurangi jumlahnya.

Untuk beberapa PLTA yang ada dalam hubungan kaskade (mempunyai satu sungai penggerak dan masing-masing mempunyai kolam/waduk), maka pengendalian tinggi muka air atau duga muka air (DMA) dalam kolam-kolam PLTA

kaskade ini harus dilakukan sedemikian rupa hingga dicapai penggunaan yang optimum.

B. Kelompok Pembangkit Termal

Ditinjau dari segi bahan bakarnya, kelompok pembangkit termal bisa dibagi atas :

- PLTU Batu Bara, biaya bahan bakarnya $\pm$ Rp.400/kwh
- PLTGU memakai BBG, biaya bahan bakarnya $\pm$ Rp.600/kwh
- PLTG memakai BBM, biaya bahan bakarnya $\pm$ Rp.2.000/kwh

Efisiensi PLTU banyak dipengaruhi ukuran PLTU, karena ukuran PLTU menentukan ekonomis tidaknya penggunaan pemanas ulang dan pemanas awal. Efisiensi termis dari PLTU berkisar pada angka 35-38%.

Semakin besar daya terpasangnya maka PLTU semakin ekonomis. Secara teknis, PLTU dapat dibangun dengan daya terpasang diatas 1.000 MW per unitnya. Unit PLTU milik PLN yang terbesar saat ini adalah 600 MW di Suralaya, Jawa Barat.

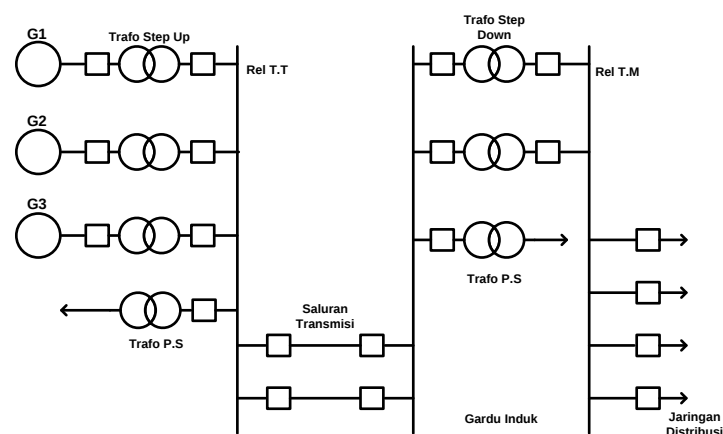
Dalam pembangkitan tenaga listrik, PLTG adalah pusat listrik yang biaya investasinya paling kecil, tetapi biaya operasinya paling tinggi sehingga biaya tetapnya setiap tahun paling kecil. Oleh karena itu, PLTG sebaiknya dioperasikan dengan faktor kapasitas yang sekecil mungkin agar biaya bahan bakar juga menjadi sekecil mungkin. Secara operasional, PLTG sebaiknya menjadi unit yang beroperasi sebentar sewaktu beban puncak atau dijadikan pembangkit cadangan dalam sistem interkoneksi.

Unit PLTG tergolong unit termal yang efisiensinya paling rendah dari segi efisiensi pemakaian bahan bakar, yaitu berkisar antara 15-25%.

Dalam perkembangan penggunaan unit PLTG di PLN, akhir-akhir ini digunakan unit turbin gas *aero derivative*, yaitu turbin gas pesawat terbang yang dimodifikasi menjadi turbin gas penggerak generator. Keuntungan dari pemakaian Unit *aero derivative*, yaitu didapat unit yang dimensinya lebih kecil dibanding unit *Stationer* untuk daya yang sama. Di samping itu, harga unit bisa lebih murah akan tetapi bagaimana kinerjanya masih perlu pengamatan di lapangan.

2.2. Transmisi dan Gardu Induk

Sistem interkoneksi adalah sistem tenaga listrik yang terdiri dari beberapa pusat listrik dan gardu induk (GI) yang diinterkoneksi (dihubungkan satu sama lain) melalui transmisi dan melayani beban yang ada pada seluruh Gardu Induk (GI).



Gambar 2.2.1. Skema pusat listrik yang dihubungkan melalui saluran Transmisi ke Gardu Induk

Keterangan: G = Generator

P.S = Pemakaian sendiri

T.T = Tegangan Tinggi

T.M = Tegangan Menengah

Transmisi

Pusat listrik merupakan tempat membangkitkan listrik. Oleh karena itu, harus ada saluran keluar dari pusat listrik untuk menyalurkan tenaga listrik yang dibangkitkannya. Besarnya tegangan penyaluran ini tergantung pada besarnya tenaga listrik yang akan disalurkan keluar ini mulai 10 kV sampai dengan 500 kV (untuk Indonesia).

Saluran keluar pusat listrik terutama yang berupa saluran udara merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling banyak mengalami gangguan, karena sifatnya yang memasuki alam bebas. Untuk saluran udara transmisi yang melalui alam terbuka, misalnya sawah, rawan terhadap sambaran petir.

Sistem proteksi dalam pusat listrik harus menjaga selektivitas proteksi yang artinya gangguan yang banyak terjadi pada saluran keluar jangan sampai *men-trip* PMT Generator, tetapi juga harus dijaga agar gangguan ini tidak merusak generator. Gangguan pada saluran keluar harus *men-trip* PMT dari saluran keluar yang terganggu saja.

Berdasarkan pemasangannya, saluran transmisi dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Saluran udara (overhead lines)

Saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada isolator antar menara atau tiang transmisi. Keuntungan dari saluran transmisi udara adalah lebih murah, mudah dalam perawatan, mudah dalam mengetahui letak gangguan, mudah dalam perbaikan, dan lainnya. Namun juga memiliki kerugian, antara lain: karena berada di ruang terbuka, maka cuaca sangat berpengaruh terhadap keandalannya, dengan kata lain mudah terjadi gangguan, seperti gangguan hubung singkat, gangguan tegangan lebih karena tersambar petir, dan gangguan-gangguan lainnya. Dari segi estetika/keindahan juga kurang, sehingga saluran udara bukan pilihan yang ideal untuk suatu saluran transmisi didalam kota.

2. Saluran kabel tanah (underground cable)

Saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kabel yang dipendam didalam tanah. Kategori saluran transmisi seperti ini adalah yang favorite untuk pemasangan di dalam kota, karena berada didalam tanah, maka tidak mengganggu keindahan kota dan juga tidak mudah terjadi gangguan akibat kondisi cuaca atau kondisi alam. Namun juga memiliki kekurangan. Seperti: mahal biaya investasi dan sulitnya menentukan titik gangguan dan perbaikannya.

3. Saluran kabel bawah laut

Saluran listrik yang melewati medium bawah air (laut) karena transmisi antar pulau yang jaraknya dipisahkan oleh lautan.

Berdasarkan jenis arus listrik yang mengalir di saluran transmisi, maka saluran transmisi terdiri dari:

1. Saluran transmisi AC

Didalam system AC, kenaikan dan penurunan tegangannya sangat mudah dilakukan dengan bantuan transformator dan juga memiliki 2 sistem, sistem fasa tunggal dan sistem fasa tiga sehingga saluran transmisi AC memiliki keuntungan lainnya, antara lain:

- a. Daya yang disalurkan lebih besar
- b. Nilai sesaatnya konstan
- c. Mempunyai medan magnet putar
- d. Mudah pembangkitannya
- e. Mudah pengubahan tegangannya

Selain keuntungan-keuntungan yang disebutkan diatas, saluran transmisi AC juga memiliki kerugian, yaitu: tidak stabil, isolasi yang rumit dan mahal (mahal disini dalam artian untuk menyediakan suatu isolasi yang memang aman dan kuat).

2. Saluran transmisi DC

Dalam saluran transmisi DC, daya guna atau efesiesnya tinggi karena mempunyai factor daya = 1, tidak memiliki masalah terhadap stabilitas terhadap system, sehingga dimungkinkan untuk penyaluran jarak jauh dan memiliki isolasi yang lebih sederhana.

Berhubungan dengan keuntungan dan kerugiannya, saluran transmisi di dunia sebagian besar menggunakan saluran transmisi AC. Saluran transmisi DC baru dapat dianggap ekonomis jika jarak saluran udaranya antara 400km sampai

600km, atau untuk saluran bawah tanah dengan panjang 50km. Hal itu disebabkan karena biaya peralatan pengubah dari AC ke DC dan sebaliknya (converter & inverter) masih sangat mahal, sehingga dari segi ekonomisnya saluran AC akan tetap menjadi primadona dari saluran transmisi.

Apabila tegangan transmisi dinaikkan, maka daya guna penyaluran akan naik oleh karena rugi-rugi transmisi turun, pada besaran daya yang disalurkan sama. Namun, penaikan tegangan transmisi berarti juga penaikan isolasi dan biaya peralatan juga biaya gardu induk.

Oleh karena itu pemilihan tegangan transmisi dilakukan dengan memperhitungkan daya yang disalurkan, jumlah rangkaian, jarak penyaluran, keandalan (reliability), biaya peralatan untuk tegangan tertentu, serta tegangan-tegangan yang sekarang ada dan yang akan di rencanakan. Penentuan tegangan juga harus dilihat dari segi standarisasi peralatan yang ada. Penentuan tegangan transmisi merupakan bagian dari perancangan sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

Tingkat tegangan yang lebih tinggi, selain untuk memperbesar daya hantar dari saluran transmisi yang berbanding lurus dengan kuadrat tegangan, juga untuk memperkecil rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran transmisi. Jelas sudah, dengan mempertinggi tegangan maka tingkat isolasi pun harus lebih tinggi, dengan demikian biaya peralatan juga akan tinggi.

Meskipun tidak jelas menyebutkan keperluannya sebagai tegangan transmisi. Di Indonesia, pemerintah telah menyeragamkan deretan tegangan tinggi sebagai berikut:

a. Tegangan Nominal (kV):

(30) - 66 - 150 - 220 – 380 – 500.

b. Tegangan tertinggi untuk perlengkapan (kV):

(36) – 72,5 – 170 – 245 – 420 - 525.

Tegangan nominal 30 kV hanya diperkenankan untuk daerah yang tegangan distribusi primer 20 kV tidak dipergunakan. Penentuan deret tegangan diatas, disesuaikan dengan rekomendasi dari International Electrotechnical Commission (IEC).

Gardu Induk

Gardu Induk merupakan simpul didalam sistem tenaga listrik, yang terdiri dari susunan dan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja switching rangkaian suatu sistem tenaga listrik dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait.

- Gardu Induk adalah suatu instalasi listrik mulai dari TET (Tegangan Ekstra Tinggi), TT (Tegangan Tinggi) dan TM (Tegangan Menengah) yang terdiri dari bangunan dan peralatan listrik.
- Fungsi Gardu Induk adalah untuk menyalurkan tenaga listrik (kVA, MVA) sesuai dengan kebutuhan pada tegangan tertentu. Daya listrik dapat berasal dari Pembangkit atau dari gardu induk lain.

Jenis Gardu Induk, antara lain sebagai berikut :

a. Menurut Pelayanannya

- Gardu Transmisi, yaitu gardu induk yang melayani untuk TET dan TT
- Gardu Distribusi, yaitu gardu induk yang melayani untuk TM

b. Menurut Penempatannya

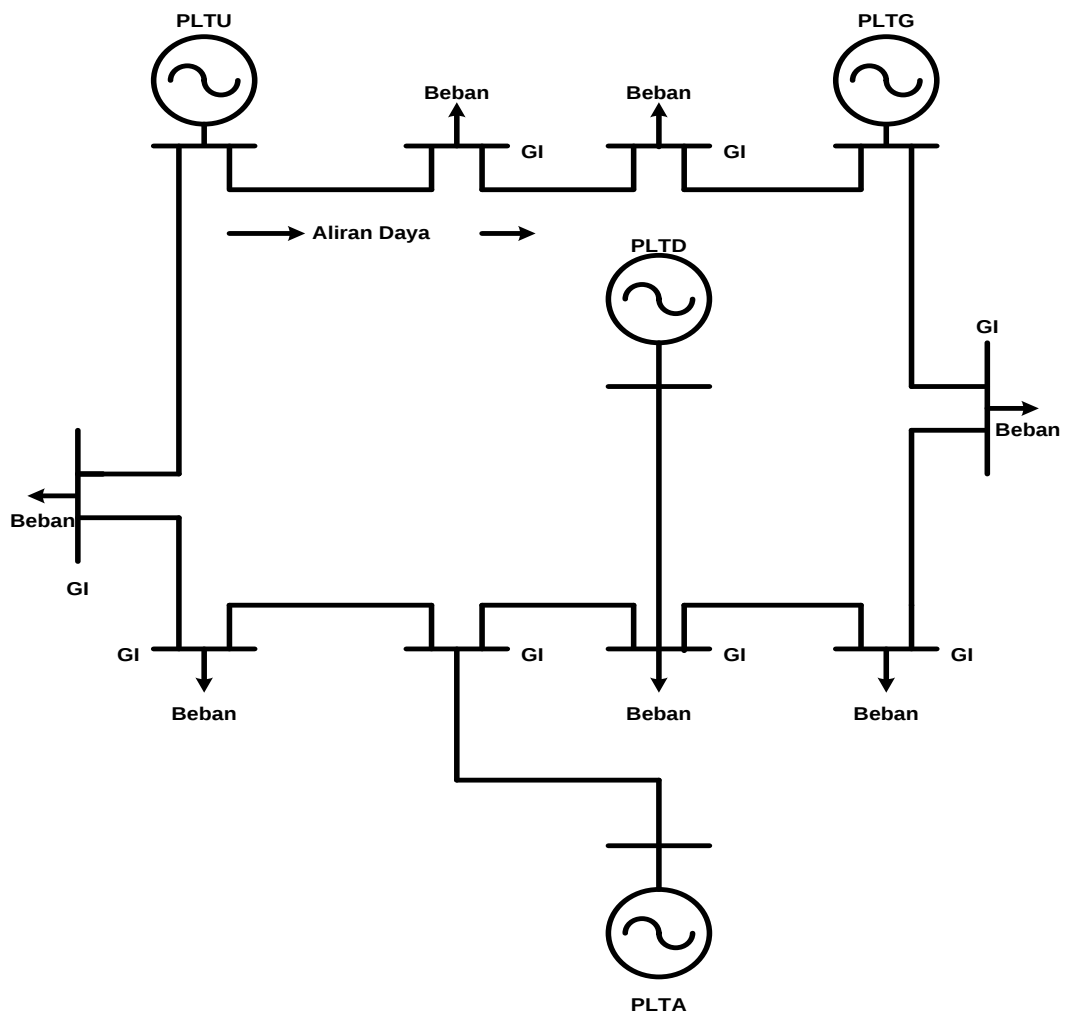
- Gardu induk pasangan dalam (Indoor Substation)
- Gardu induk pasangan luar (Outdoor Substation)
- Gardu induk sebagian pasangan luar (Combine Outdoor Substation)
- Gardu induk pasangan bawah tanah (Underground Substation)
- Gardu induk pasangan sebagian bawah tanah (Semi Underground Substation)
- Gardu induk mobil (Mobile Substation)

c. Menurut Isolasinya

- Gardu induk yang menggunakan udara guna mengisolir bagian-bagian yang bertegangan dan bagian bertegangan lainnya dan dengan bagian yang tidak bertegangan/tanah.
- Gardu induk yang menggunakan gas guna mengisolir bagian-bagian yang bertegangan dan bagian bertegangan lainnya dan dengan bagian yang tidak bertegangan/tanah. Isolasi gas yang digunakan adalah gas SF₆ pada tekanan tertentu.

d. Menurut Rel

- Gardu induk dengan satu rel (single busbar)
- Gardu induk dengan dua rel (double busbar)
- Gardu induk dengan dua rel sistem 1,5 PMT (one and half circuit breaker)



Gambar 2.2.2. Skema Sistem Tenaga Listrik Dengan Pusat Beban (GI)

2.3. Aliran Daya

Dalam sistem interkoneksi, semua pembangkit perlu dikoordinir agar dicapai biaya pembangkitan yang minimum, tentunya dengan tetap memperhatikan mutu serta keandalan. Mutu dan keandalan penyediaan tenaga listrik menyangkut frekuensi, tegangan dan gangguan. Demikian pula masalah penyaluran daya yang juga perlu diamati dalam sistem interkoneksi agar tidak ada peralatan penyaluran (transmisi) yang mengalami beban lebih.

Setiap GI sesungguhnya merupakan Pusat Beban untuk suatu daerah pelanggan tertentu, bebannya berubah-ubah sepanjang waktu sehingga daya dalam pusat-pusat listrik juga selalu berubah-ubah.

Perubahan beban dan perubahan pembangkitan daya ini selanjutnya juga menyebabkan aliran daya menyebabkan aliran daya dalam saluran-saluran transmisi berubah-ubah sepanjang waktu. Apabila daya nyata yang dibangkitkan oleh Pusat-pusat listrik lebih kecil daripada daya yang dibutuhkan oleh para pelanggan, maka frekuensi akan turun, sebaliknya apabila lebih besar, frekuensi akan naik. PLN berkewajiban menyediakan tenaga listrik yang frekuensinya tidak jauh menyimpang dari 50 Hertz.

Pembangkitan dalam sistem interkoneksi merupakan pembangkitan terpadu dari semua pusat listrik yang ada dalam sistem pembagian beban antara pusat-pusat listrik pada sistem interkoneksi yang menghasilkan aliran daya dalam saluran transmisi dan juga menghasilkan profil tegangan dalam sistem. Keseluruhan sistem harus dijaga agar tegangan, arus dan dayanya masih terdapat dalam batas-batas yang diizinkan.

Frekuensi sistem diatur dengan mengatur daya aktif (daya nyata) yang dibangkitkan dalam pusat listrik. Karena frekuensi dalam setiap bagian sistem sama, maka daya aktif yang dibangkitkan untuk mengatur frekuensi tidak terikat pada letak pusat listriknya, kecuali jika timbul masalah aliran daya.

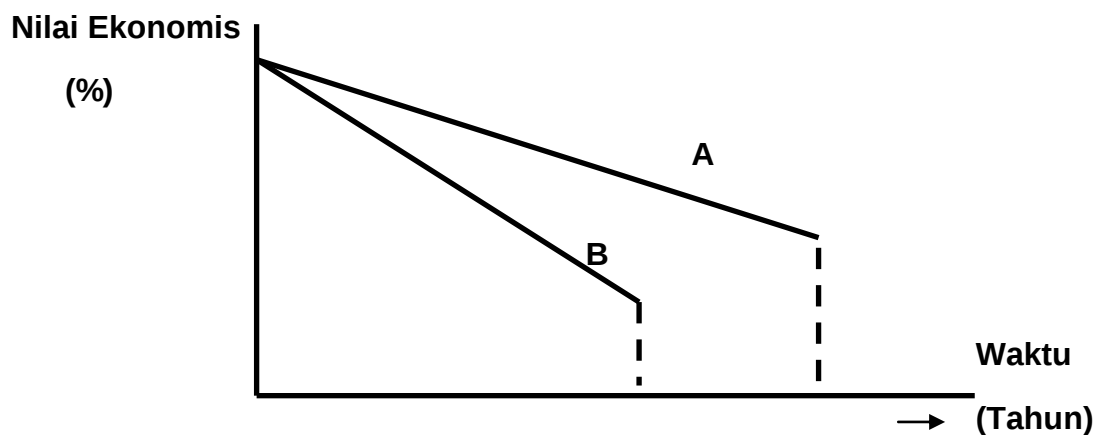
Pengaturan tegangan memerlukan pengaturan daya reaktif dalam sistem. Karena tegangan tidak sama besarnya dalam bagian-bagian sistem, maka pembangkitan daya reaktif untuk pengaturan tegangan harus memperhatikan tempat dalam sistem yang memerlukan pengaturan tegangan. Daya reaktif ini tidak selalu harus dibangkitkan oleh generator melainkan bisa juga dibangkitkan oleh kapasitor atau reaktor.

Dalam sistem interkoneksi, terdapat banyak pusat listrik dan GI, yang satu sama lain dihubungkan dengan saluran transmisi. Setiap kejadian operasi di salah satu pusat listrik, GI, atau saluran transmisi dalam sistem interkoneksi akan mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, harus ada koordinator operasi yang disebut pusat pengatur beban.

2.4. Jadwal Pemeliharaan dan Keandalan

Peralatan di dalam saluran interkoneksi harus dipelihara secara terkoordinir untuk mencegah terjadinya kekurangan daya dan pemadaman serta jangan timbul aliran daya yang melebihi batas kemampuan peralatan. Di samping itu, nilai tegangan harus tetap dalam batas-batas yang diperbolehkan.

Peralatan dalam sistem tenaga listrik perlu dipelihara secara periodik sesuai petunjuk dari buku pemeliharaan peralatan yang dibuat oleh pabriknya. Penundaan pemeliharaan akan memperbesar kemungkinan rusaknya peralatan oleh karena jadwal pemeliharaan peralatan sedapat mungkin harus diatasi. Apabila peralatan dipelihara menurut jadwal pemeliharaan maka nilai ekonomisnya akan turun menurut garis A pada gambar 2.4.1., tetapi apabila pemeliharaannya sering tertunda maka nilai ekonomisnya akan lebih cepat menurun misalnya menuruti garis B. Di lain pihak untuk menjamin keandalan sistem tenaga listrik, peralatan perlu dikoordinir agar tetap tersedia cadangan pembangkitan yang cukup yang artinya tidak ada pemadaman karena kekurangan daya dan juga tidak terdapat bagian dari sistem yang menjadi overload.



Gambar 2.4.1. *Umur Ekonomis Peralatan*

Dalam membuat jadwal pemeliharaan unit pembangkit usahakanlah melakukan pemeliharaan unit PLTA pada musim kemarau dan pemeliharaan unit pembangkit termal pada musim hujan. Hal ini perlu dipertimbangkan agar jangan

sampai ada air yang tidak “sempat” dimanfaatkan oleh unit PLTA (sekali pun air adalah gratis, tidak seperti halnya bahan bakar).

Dalam sistem yang terdiri dari ratusan peralatan maka masalah koordinasi pemeliharaan peralatan ini menjadi sulit dan sebaliknya tersedia fasilitas komputer untuk menanganinya. Koordinasi pemeliharaan peralatan yang kurang baik juga akan memperbesar biaya operasi oleh karenanya untuk sistem yang besar masalah memadai menggunakan komputer untuk menemukan jadwal pemeliharaan yang optimum.

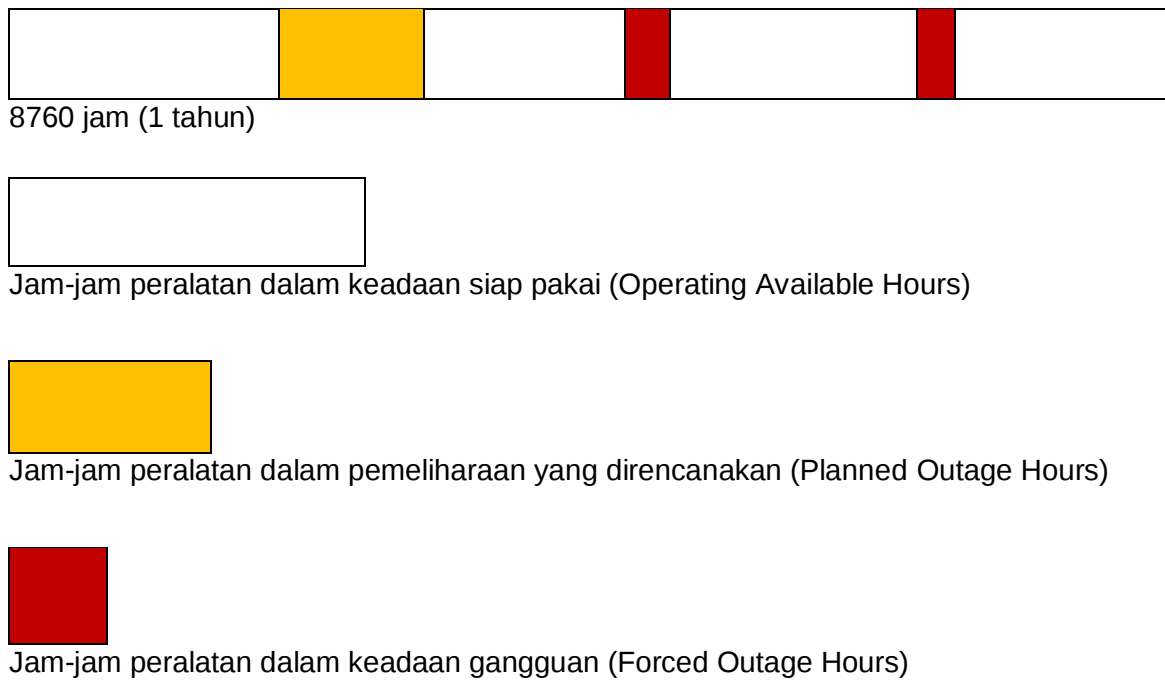
Cara pengoperasian peralatan dalam sistem juga mempengaruhi keausan peralatan sehingga mempengaruhi jadwal pemeliharaan. Sebagai contoh PLTG yang sering distart dan distop dalam pengoperasiannya harus lebih sering dipelihara dibandingkan yang dioperasikan kontinyu. Circuit Breaker yang dioperasikan pada jaringan yang besar arus gangguannya perlu lebih sering dipelihara dari pada yang beroperasi pada jaringan yang kecil arus gangguannya.

Secara garis besar bagian-bagian dari peralatan yang beroperasi dalam sistem perlu pemeriksaan dan pemeliharaan periodik adalah :

- a. Bantalan-bantalan yang menyangga poros yang berputar dengan kecepatan tinggi.
- b. Bagian-bagian mekanik yang bergeser satu sama lain seperti piston ring pada mesin Diesel dan kompresor.
- c. Ruang bakar dan bagian-bagian yang dilalui gas-gas hasil pembakaran.
- d. Bagian-bagian yang mempertemukan dua zat yang tinggi perbedaan suhunya seperti alat-alat pemanas maupun pendingin.

- e. Bejana-bejana yang bertekanan tinggi dan packing-packing tekanan tinggi serta katup-katup pengaman.
- f. Bagian-bagian yang bertugas/bersifat mengumpulkan kotoran, seperti saringan dan kolam tando atau kolam pengendap pada PLTA.
- g. Kontak-kontak listrik yang bergerak (moving contacts).
- h. Sistem pentanahan peralatan listrik, khususnya yang terletak di luar gedung, misalnya sistem pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).
- i. Alat-alat ukur dan alat-alat pengaman perlu ditera secara periodik.
- j. Isolasi peralatan perlu diukur secara periodik.
- k. Bagian mekanik yang dilalui cairan atau gas yang berkecepatan tinggi seperti pengabut atau sudu jalan turbin.
- l. Sambungan-sambungan listrik khususnya apabila terletak ditempat yang banyak bergetar atau banyak mengalami perubahan suhu.
- m. Katup-katup mekanik untuk cairan maupun gas/uap dan mekanisme switch gear.

Pemeliharaan yang teratur selain memperpanjang umur ekonomis peralatan juga mempertinggi keandalan peralatan. Dengan memperhatikan gambar 2.4.2, maka pemeliharaan peralatan dapat memperkecil Forced Outage Hours yang berarti peralatan dapat lebih diandalkan bagi kepentingan operasi.



Gambar 2.4.2. *Diagram kesiapan peralatan dalam satu tahun (8760 jam)*

Jika angka-angka Forced Outage Hours, Planned Outage Hours dan Operating Available Hours masing-masing dibagi dengan 8760 jam maka kita dapatkan Forced Outage Factor (FOF), Planned Outage Factor (POF) dan Operating Availability Factor (OAF) untuk satu tahun (8760 jam).

Capacity Factor yang rendah biasanya dari PLTD dan PLTG menunjukkan bahwa pemakaian PLTD dan PLTG sangat sedikit, mungkin karena PLTD dan PLTG hanya dipakai sebagai stand by unit.

$$\text{Faktor Kapasitas} = \frac{\text{Produksi Satu Tahun}}{\text{Daya Terpasang} \times 8760}$$

Capacity Factor sesungguhnya menggambarkan berapa jauh suatu alat dimanfaatkan. Capacity Factor tentu saja akan mempengaruhi Operating

Availability Factor dan Forced Outage Factor karena unit pembangkit yang sering dipakai tentu saja lebih sering mengalami kerusakan (Forced Outage) dibanding dengan unit pembangkit yang jarang dioperasikan.

Dalam praktik, faktor kapasitas tahunan PLTU hanya dapat mencapai angka antara 60-80% karena adanya masa pemeliharaan dan adanya gangguan atau kerusakan yang dialami PLTU tersebut.

Untuk PLTA, faktor kapasitas tahunannya berkisar antara 30-50%. Ini berkaitan dengan ketersediaannya air dan akan lebih baik ekonomis untuk sistem bila PLTA bisa dijadikan pembangkit beban puncak.

Jadwal pemeliharaan dalam sistem interkoneksi selain memperhatikan hal-hal tersebut diatas harus dicek dengan neraca daya seperti terlihat pada gambar 2.4.3. Dari neraca daya bisa diperkirakan besarnya incremental cost yang akan terjadi. Selanjutnya dengan membuat neraca daya dalam jangka waktu yang lebih pendek misalnya untuk 1 hari dalam jangka waktu 1 jam maka neraca daya yang demikian bisa diperkirakan incremental cost setiap jam. Dasar dari incremental cost ini diperlukan untuk strategi export-import energi.

2.5. Export - Import Energi

Dalam sistem interkoneksi yang besar, export-import energi bisa dilakukan dengan negara tetangga, namun dengan pelanggan besar domestik bisa juga dibuat perjanjian jual-beli (export-import).

Saat ini, beberapa negara ASEAN sudah dihubungkan oleh jaringan interkoneksi, yaitu antara Singapura, Malaysia, Thailand dan Laos. Diperkirakan untuk masa depan yang akan datang, jaringan interkoneksi antar negara akan terus berkembang, seperti yang sudah dirintis: antara pulau Batam dengan Singapura, antara Kalimantan Barat dengan Sarawak (Malaysia Timur), dan antara Riau dengan Semenanjung Malaysia, serta tidak menutup kemungkinan Sumatera dan Malaysia.

Sementara itu, jaringan listrik interkoneksi dengan tegangan 275 kV terus dibangun PLN di pulau Sumatera dengan pulau Jawa melalui jaringan listrik.

Dengan berkembangnya jaringan listrik maka bisnis jual beli energi antara perusahaan maupun antar negara dapat dilakukan dalam bentuk energi listrik.

Perkembangan jaringan listrik seperti tersebut di atas, ada kaitannya dengan letak sumber energi primer dan sentra-sentra industri di ASEAN.

Sumber-sumber energi primer yang mempengaruhi pemikiran tersebut di atas adalah:

- a. Batubara: Sumatera bagian Tengah dan Sumatera bagian Selatan
- b. Tenaga Air: Sarawak, Laos dan Vietnam.

Sedangkan yang diperhitungkan sebagai sentra industri adalah Singapura, Kuala Lumpur, Johor, Jakarta dan sekitarnya, Bangkok, Kuching dan kota Ho Chi Minh.

Dalam perkembangan sistem interkoneksi bisa terjadi pasar bebas penyediaan energi listrik namun tetap harus ada pengatur beban atau yang disebut *Pool* yang melakukan pembagian beban atas dasar penawaran energi listrik yang ditawarkan oleh masing-masing perusahaan pembangkit listrik swasta atau perusahaan pembangkit listrik suatu negara (export-import energi).

Harga energi dalam sistem interkoneksi ditentukan oleh *Pool* dan ini sangat dipengaruhi oleh *Incremental Cost Sistem*. *Pool* akan membeli energi listrik dari berbagai perusahaan penyedia energi listrik (mengimport energi), dengan urutan harga yang termurah terlebih dahulu. Dimana pada waktu beban tinggi *pool* terpaksa membeli juga energi yang mahal untuk memenuhi kebutuhan sistem, pada saat yang demikian *incremental cost* tinggi sebaliknya pada waktu beban rendah *pool* cukup membeli energi dari perusahaan pembangkit energi listrik yang termurah, sehingga didapat *incremental cost* sistem yang rendah juga.