

PERENCANAAN SISTEM TENAGA LISTRIK

Oleh :

Bambang Trisno , MSIE

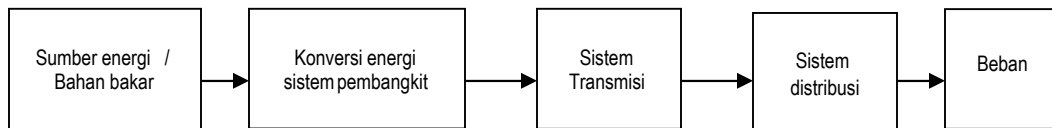


**PROGRAM STUDI LISTRIK TENAGA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FPTK – UPI
BANDUNG 19 JUNI 2006**

PERENCANAAN SISTEM TENAGA LISTRIK

I. PENDAHULUAN

Struktur tenaga listrik atau sistem energi sangat besar dan kompleks. Namun secara mendasar dapat dibagi kedalam lima (5) tingkatan utama atau komponen atau subsistem seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Komponen Sistem Tenaga

Komponen pertama adalah sumber energi atau bahan bakar yang akan digunakan untuk konversi yang dapat berupa batu bara, gas, minyak dan lain-lain tergantung pada ketersediaan bahan bakar dan teknologi konversi.

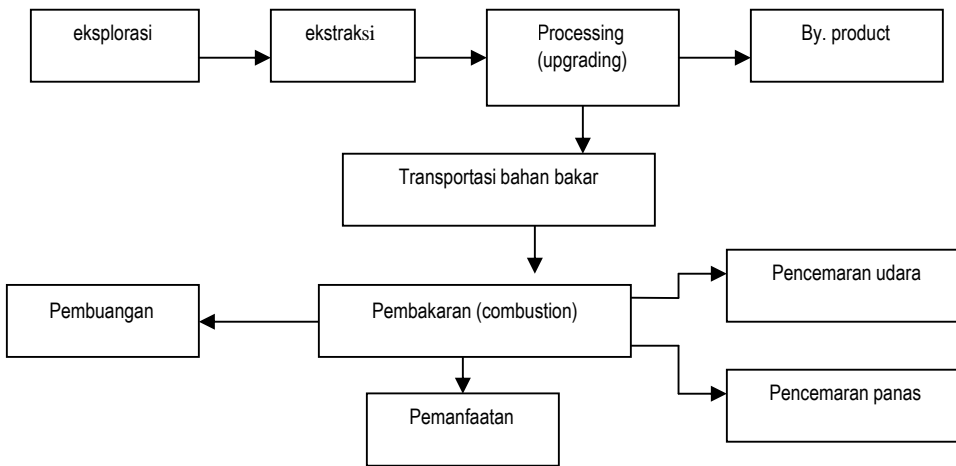
Jenis sumber daya energi yang tersedia di Indonesia diberikan pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis energi di Indonesia

No	Jenis sumber daya energi	Satuan	Cadangan
1	Minyak bumi	Juta barel	9.473,8
2	Gas bumi	TSCF	114,8
3	Batu bara	Juta ton	23,75
4	Panas bumi	MW	6035,0
5	Tenaga air	MW	75.624,0
6	Tenaga matahari	KWh/m ² /day	4,5
7	Tenaga angin	KWh/m	200 – 1000
8	Biomassa	M ³ /kap/year	0,63
9	Lain		unidentify

Sistem suplai bahan bakar mewakili suatu industri yang besar. Sumber energi tidaklah siap tersedia untuk dipakai tetapi harus dicari, diproses atau ditambang dan ditransfortasikan kepusat-pusat kebutuhan. Bentuk umum sistem suplai bahan bakar

yang terdiri atas tingkat-tingkat eksplorasi, ekstraksi, processing dan transfortasi dijelaskan pada gambar 2.



Gambar 2. Alur pengelolaan energi

Sumber daya energi seperti tenaga air, panas bumi, angin, matahari, dan lain-lain harus dimanfaatkan setempat.

Metode konversi energi dewasa ini diklasifikasikan ke dalam 4 group :

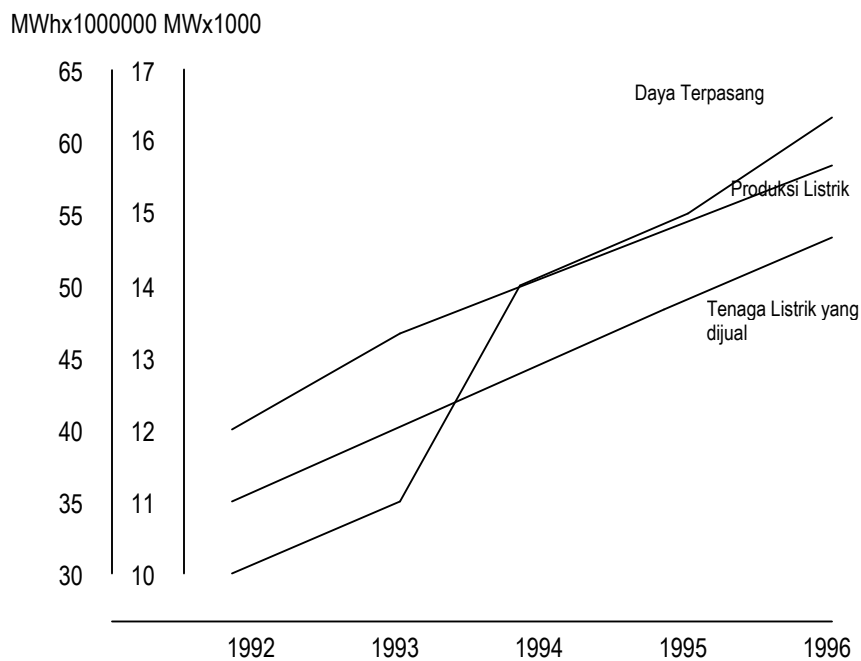
1. Metode konversi konvensional dan layak secara teknis. Metode ini menghasilkan lebih dari 90 % energi listrik sekarang ini yang terdiri atas konversi energi air ke energi listrik, konversi energi fosil atau energi fisi nuklir ke energi mekanik melalui energi thermal ke energi listrik.
2. Metode yang memungkinkan secara teknis tetapi mempunyai efisiensi konversi energi rendah seperti gas turbine dan lain-lain.
3. Metode yang mampu mensuplai energi dengan jumlah yang sangat kecil seperti baterai, fuel cells dan Photovoltaic. Juga aplikasi metode ini sangat terbatas seperti pada transportasi udara.
4. Metode yang secara teknis belum layak tetapi kelihatannya mempunyai potensi yang besar seperti : reactor fusi, pembangkit magnetohydro dynamic dan elektrogas dynamic.

Jenis-jenis pembangkit konvensional yang dipakai di Indonesia sekarang ini adalah : PLTU (Batu Bara), PLTGU, PLTG, PLTP, PLTD dan PLTM.

Suatu data dari PT.PLN (Persero) yang direkam dari tahun 1992–1996 memperlihatkan pesatnya kebutuhan akan tenaga listrik di Indonesia diberikan pada tabel 2.

Tabel 2. konsumsi dan kapasitas terpasang tenaga listrik di Indonesia

Perincian	Satuan	1992	1993	1994	1995	1996
Daya terpasang	MW	10259	11895	14201	19981	16545
Produksi listrik	10 ³ MWh	41397	45385	50966	54597	58794
Tenaga listrik yang dijual	10 ³ MWh	84284	37938	42962	49629	54734



Gambar 3. Grafik konsumsi dan kapasitas terpasang tenaga listrik

II. SISTEM TENAGA LISTRIK

2.1. Tujuan Sistem Tenaga Listrik

Tujuan suatu sistem suplai tenaga listrik adalah untuk menyediakan tenaga listrik pada ujung konsumen dengan syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Kemungkinan harga minimum
- b. Kemungkinan keandalan sesuai dengan yang diharapkan maksimum (seperti ketersediaan suplai maksimum yang dicapai dengan kemungkinan keamanan suplai maksimum).
- c. Kualitas yang cocok seperti tegangan seharusnya berada diantara batas tertentu ($\pm 6\%$ dari tegangan nominal).

Pada suatu sistem suplai modern dan cara-cara pengoperasiannya umumnya ditentukan dengan pertimbangan diatas karena suatu sistem diterapkan pada beberapa tipe beban yang eksis dalam jaringan (network). Persyaratan harga minimum berarti ketersediaan plant, yang sangat efisien seharusnya digunakan dan peralatan-peralatan yang tidak penting seharusnya tidak di instalasi (walaupun hal itu mungkin kelihatan secara teknis diinginkan). Dengan demikian plant minimum yang digunakan haruslah memberikan suplai yang cukup aman, sementara juga memberikan kecocokan pada regulasi tegangan dan stabilitas frekuensi.

2.2. Keamanan Suplai

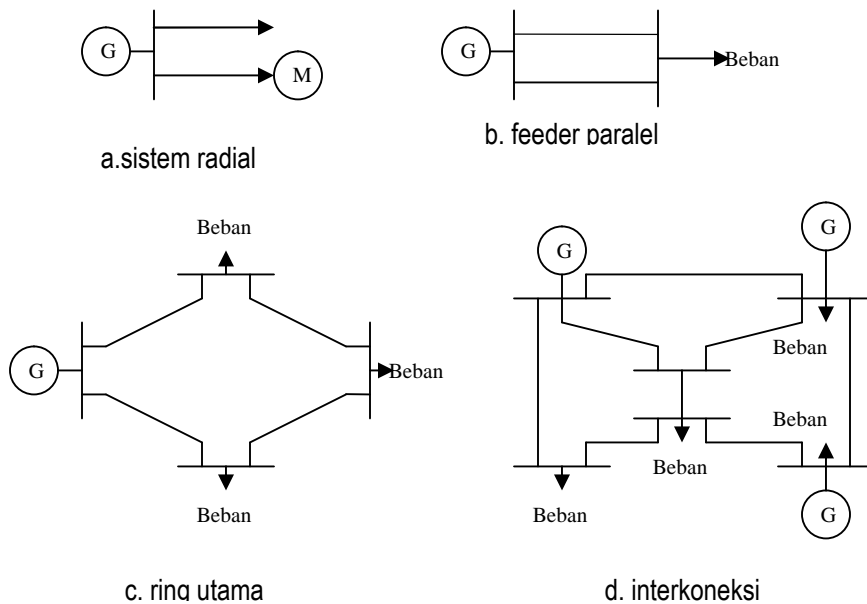
Keamanan suplai berarti sistem dioperasikan dengan pembebanan pada jaringan, transformator dan generator sedemikian rupa sehingga break down (kerusakan) salah satu dari komponen-komponen tidak menyebabkan gangguan berkesinambungan, kelebihan pembebanan yang tidak terkontrol atau interupsi suplai yang tidak terencana. Jelasnya tidak ada sistem yang dapat dibuat 100% aman dan keamanan suplai yang dimaksudkan untuk suatu bagian tertentu dari suatu sistem tergantung pada pembebanan atau kepentingan lain dari sistem.

Keamanan suplai untuk kondisi beban tersebut dipakai hal-hal sebagai berikut:

- a. Kelas A (beban diatas 15 MW). Suplai seharusnya tidak diinterupsi (diputus) pada saat terjadinya gangguan untuk pemeliharaan. Karena itu suplai alternatif secara penuh harus tersedia dan harus diberikan secara otomatis setelah suatu gangguan, jika tidak dihubungkan parallel secara permanent.

- b. Kelas B (beban antara 5 sampai 15 MW). Suplai alternatif harus tersedia, karena itu setelah suatu gangguan pada suplai normal, tenaga dapat disediakan secara cepat tanpa mengidentifikasi terlebih dahulu gangguan dari peralatan sistem.
- c. Kelas C (beban antara 1-5 MW). Suplai alternatif harus tersedia setelah peralatan yang terganggu diisolir.
- d. Kelas D (beban dibawah 1 MW). Tidak ada persyaratan untuk suatu suplai alternatif yang diperlukan. Untuk beban tertentu, misalnya rumah sakit, mungkin berada pada daerah beban rendah tetapi haruslah mempunyai keamanan suplai yang tinggi. Untuk menyediakan keamanan yang tinggi suatu sistem biasanya beroperasi dalam suatu ring atau konfigurasi interkoneksi (ini biasanya terjadi pada tegangan grid seperti 20 kV).

2.3. Metode Koneksi Sistem



Gambar 4. Beberapa metode koneksi sistem tenaga

Penggunaan sistem interkoneksi memberikan keuntungan sebagai berikut :

- a. Perbaikan keamanan suplai karena beberapa alternatif suplai tersedia.

- b. Penghematan modal dapat dibuat pada pembangkitan tenaga karena kurangnya plant cadangan yang dibutuhkan (pembangkit cadangan dapat disediakan di dalam sistem pembangkitan yang cukup mengatasi kehilangan daya secara tiba-tiba dari suatu mesin atau pembebanan besar pada jaringan transmisi di dalam sistem).
- c. Beban dapat tersuplai dari pembangkit yang paling efisien, yang akan memberikan penghematan biaya operasi.
- d. Ukuran pembangkitan dapat dinaikkan ke kemungkinan maksimum, yang akan memberikan ekonomis dalam modal dan biaya operasi.

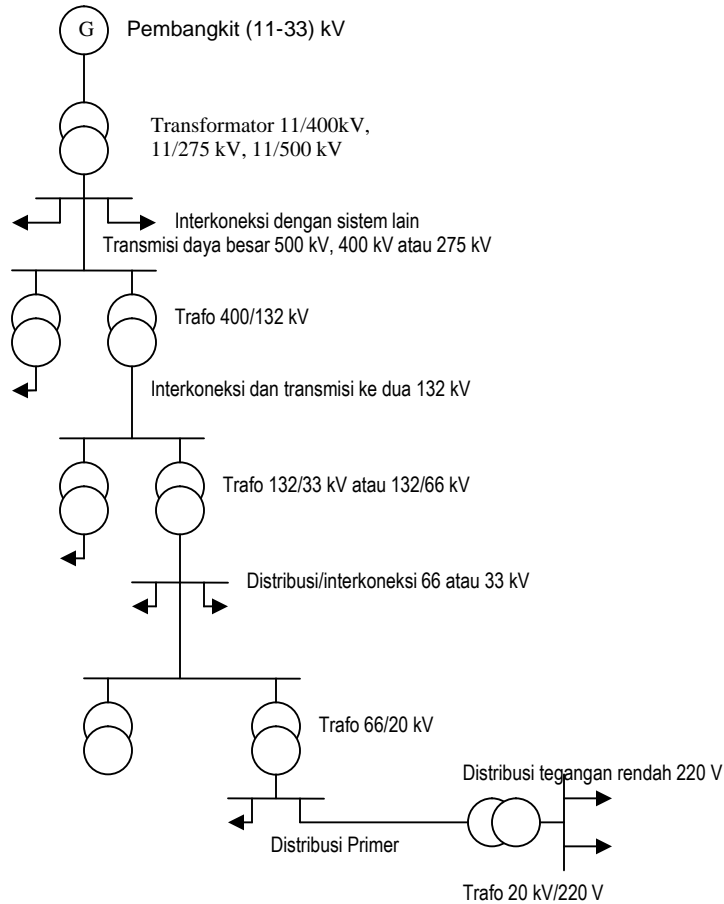
Disamping itu dapat juga dilihat beberapa kerugian penggunaan interkoneksi sebagai berikut :

- a. Peralatan proteksi sangat rumit dan mahal, dan harus beroperasi secara cepat dan tepat.
- b. Tingkat gangguan lebih tinggi.
- c. Lebih banyak switching yang digunakan.

Karena itu jaringan dengan tegangan yang lebih rendah (20 kV, 33 kV atau 11 kV) cenderung didasarkan pada radial sederhana atau jaringan paralel khususnya di daerah pedesaan karena konsekuensi kerusakan lebih sedikit untuk tegangan ini. Hubungan ring juga biasa dipakai tetapi biasanya dibiarkan terbuka sehingga secara listrik sama dengan jaringan radial. Beberapa tingkat tegangan biasanya digunakan didalam sistem supaya mendapatkan (dengan perkiraan) transfer daya yang paling efisien :

- a. Supergrid – 500 kV, 400 kV, dan 275 kV untuk transmisi daya yang besar antara pembangkit dan daerah pusat beban.
- b. Grid – 132 kV, dibuat untuk transmisi daya besar dan biasanya di sebut interkoneksi kedua.
- c. 33 kV (70 kV), digunakan untuk distribusi ke daerah-daerah pedalaman.
- d. 20 kV atau 11 kV, digunakan untuk distribusi skala lebih kecil.
- e. 4,5/240 V, distribusi untuk mensuplai konsumen.

Dengan demikian tipikal sistem tenaga akan mempunyai struktur yang berbentuk piramida, bagian dari tipikal sistem dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tipikal sistem tenaga listrik

Suatu sistem tegangan seperti yang dapat dilihat pada gambar 5, dapat dibagi atas beberapa komponen seperti diutarakan dibawah dan unjuk kerja teknis ekonomis tiap-tiap komponen akan diinvestigasi. Unjuk kerja sistem secara keseluruhan juga ditimbang seperti investigasi aliran tenaga, transient stabilitas dan lain-lain. Komponen utama suatu sistem tenaga terdiri dari atas: