

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Aliran Daya

Analisa aliran daya merupakan studi dasar dalam menganalisa suatu sistem Tenaga Listrik, baik untuk perencanaan maupun operasi. Pada dasarnya sasaran utama dari semua analisa aliran daya adalah menentukan besar dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, dengan diketahuinya tegangan maka daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dapat dihitung. Jika P dan Q pada dua buah bus diketahui maka aliran daya dengan jelas dapat diketahui, serta rugi-rugi daya saluran penghubung dapat diketahui.

Secara umum tujuan analisa aliran daya adalah:

1. Untuk memeriksa tegangan dan sudut fasa masing-masing bus.
2. Untuk memeriksa kemampuan semua peralatan yang ada dalam sistem apakah cukup besar untuk menyalurkan daya yang diinginkan.
3. Untuk memperoleh kondisi awal bagi studi-studi selanjutnya, yakni studi hubung singkat, studi rugi-rugi transmisi dan studi stabilitas.

Ada 3 macam bus dalam hal ini setiap bus mempunyai empat besaran dengan dua besaran diantaranya diketahui yakni:

- Bus Referensi (slack bus). Adalah suatu bus yang selalu mempunyai besaran dan sudut fasa yang tetap dan telah diberikan sebelumnya, pada bus ini berfungsi untuk mencatut rugi-rugi, kekurangan daya yang ada pada jaringan, dalam hal ini penting karena kekurangan daya tidak dapat dicapai kecuali terdapat suatu bus yang mempunyai daya tak terbatas sehingga dapat mengimbangi rugi-rugi.

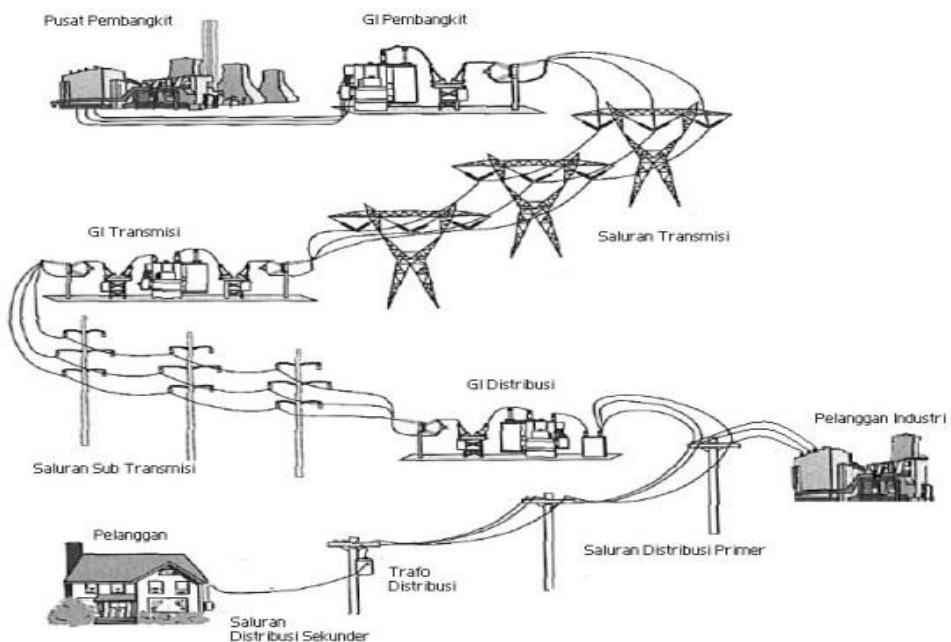
- Bus PQ (bus beban). Pada tipe bus ini daya aktif dan daya reaktif diketahui, sedangkan dua lainnya didapat dari hasil perhitungan.
- Bus PV (bus pembangkit). Pada tipe bus ini, besar tegangan dan daya aktif telah ditentukan sedangkan daya reaktif dan sudut fasa tegangan didapat dari hasil perhitungan.

Pada tiap-tiap bus terdapat 4 besaran, yaitu :

- Daya real atau daya aktif P
- Daya reaktif Q
- Harga skalar tegangan $|V|$
- Sudut fasa tegangan

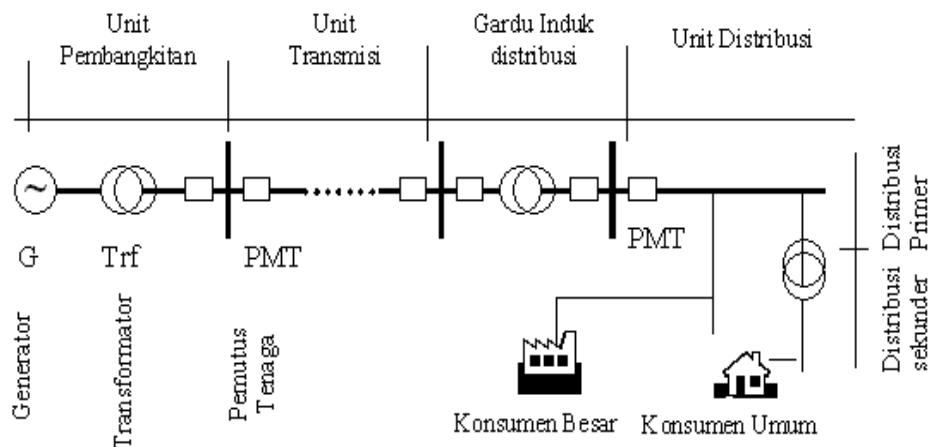
2.2 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik dikatakan sebagai kumpulan/gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau ala-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kedatuan sehingga membentuk suatu sistem.



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Didalam dunia kelistrikan sering timbul persoalan persoalan teknis, dimana tenaga listrik pada umumnya dibangkitkan pada tempat tempat tertentu yang jauh dari kumpulan pelanggan, sedangkan pemakai pelanggan tenaga listrik tersebar di segala penjuru tempat, dengan demikian maka penyampaian tenaga listrik dari tempat dibangkitkannya yang disebut pusat tenaga listrik sampai ke tempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Dengan menggunakan Blok diagram sistem tenaga listrik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Tenaga Listrik

2.2.1 Sistem Pembangkit Tenaga listrik

Sistem Pembangkit Tenaga Listrik adalah sistem atau peralatan yang berfungsi mengubah sumber tenaga primer menjadi tenaga listrik. Pembangkit tenaga listrik banyak dilakukan dengan cara memutar generator sinkron sehingga didapatkan tenaga listrik bolak – balik. Tenaga mekanik yang dipakai memutar generator listrik didapat dari mesin penggerak generator listrik atau biasa disebut penggerak mula. Mesin penggerak generator listrik yang banyak digunakan adalah mesin diesel, turbin uap, turbin air, dan turbin gas. Mesin penggerak generator melakukan konversi tenaga primer menjadi tenaga mekanik penggerak motor. Mesin penggerak generator melakukan konversi tenaga primer menjadi tenaga mekanik penggerak motor.

Pembangkit tenaga listrik terdiri dari beberapa pusat listrik yaitu:

- a. Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA)
- b. Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD)
- c. Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU)
- d. Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG)
- e. Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
- f. Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)
- g. Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

2.2.2 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sistem Penyaluran Tenaga Listrik terdiri dari dua jenis tipe penyaluran, yaitu :

- 1. Saluran Transmisi tenaga listrik adalah sistem penyaluran dengan tegangan operasi yaitu Tegangan Tinggi (TT) atau Tegangan Ekstra Tinggi (TET).
- 2. Saluran distribusi Tenaga Listrik adalah sistem penyaluran dengan tegangan operasi yaitu Tegangan Menengah (TM), atau Tegangan Rendah (TR).

2.2.2.1 Saluran Transmisi

Pusat listrik terutama yang menggunakan tenaga air (PLTA) umumnya terletak jauh dari tempat dimana tenaga listrik itu digunakan atau pusat beban. Oleh karena itu yang harus disalurkan melalui kawat – kawat atau disebut saluran transmisi. Tenaga Listrik akan disalurkan melalui saluran transmisi setelah tegangannya dinaikan oleh trafo step up.

Saluran Transmisi adalah sistem penyaluran untuk mentransmisikan tenaga listrik dari pembangkit hingga saluran distribusi listrik sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik.

- a. Sistem Tegangan

Sistem tegangan yang dipakai pada saluran transmisi :

1. Sistem Tegangan 70 Kv, sistem tegangan ini dipakai pada jaringan transmisi dengan jarak pendek sampai dengan menengah.
2. Sistem Tegangan 150 Kv, sistem tegangan ini dipakai pada jaringan transmisi dengan jarak menengah.
3. Sistem Tegangan 500 Kv, sistem tegangan ini dipakai untuk menghubungkan pusat pembangkit tenaga listrik yang berkapasitas besar dan khususnya untuk interkoneksi tenaga listrik.

b. Jenis – Jenis Saluran Transmisi

Berdasarkan kapasitas tegangan dan sistem transmisi, saluran transmisi terbagi atas :

1. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30 kV – 150 kV

Pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) saluran transmisi ini memiliki tegangan 30 kV sampai dengan 150 kV. Saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dapat dilihat pada 2.2.



Gambar 2.3 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

2. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200 kV – 500kV

Pada umumnya saluran transmisi di Indonesia digunakan pada pembangkit dengan kapasitas 500 kV. Dimana tujuannya adalah agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien. Akan tetapi terdapat permasalahan mendasar dalam pembangunan sutet ialah kontruksi tiang (tower) yang besar dan tinggi, memerlukan tanah yang luas, memerlukan isolator yang banyak, sehingga memerlukan biaya besar. Masalah lain yang timbul dalam pembangunan SUTET adalah masalah sosial, yang akhirnya berdampak pada masalah pembiayaan.



Gambar 2.4 Saluran Udara Ekstra Tinggi (SUTET)

2.2.2.2 Saluran Distribusi

a. Sistem Distribusi Primer (Tegangan Menengah 20 kV)

Sistem distribusi primer berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dengan tegangan operasi tegangan menengah, dan dibatasi dari TM di GI sampai dengan rel TM di gardu distribusi. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban.

b. Distribusi sekunder disebut juga jaringan (Tegangan Rendah 380 / 220 V)

Distribusi sekunder disebut juga jaringan distribusi tegangan rendah (JTR). Sistem distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dengan tegangan operasi tegangan rendah. Distribusi sekunder juga berfungsi untuk menyalurkan listrik dari gardu distribusi ke konsumen tegangan rendah.

c. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

SUTM merupakan jaringan kawat tidak berisolasi dan berisolasi. Bagian utamanya adalah tiang (beton, besi), Cross arm dan konduktor. Konduktor yang digunakan adalah aluminium (AAAC), berukuran 240 mm², 150 mm², 70 mm² dan 35 mm².

d. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Kabel yang digunakan adalah berisolasi XLPE. Kabel ini ditanam langsung di tanah pada kedalaman tertentu dan diberi pelindung terhadap pengaruh mekanis dari luar. Kabel tanah ini memiliki isolasi sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan tembus yang ditimbulkan. Dibandingkan dengan kawat pada SUTM maka kabel tanah banyak memiliki keuntungan diantaranya :

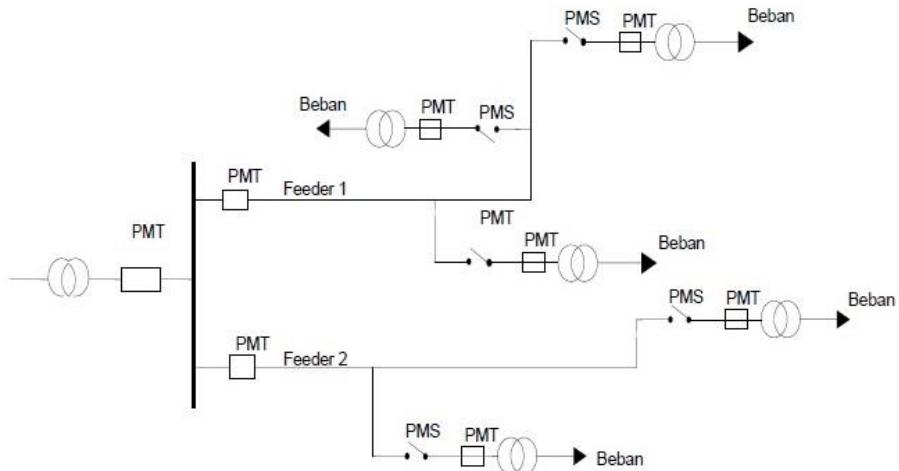
1. Tidak mudah mengalami gangguan baik oleh cuaca dan binatang.
2. Tidak merusak estetika (keindahan) kota.
3. Pemeliharaannya hampir tidak ada.

2.2.3 Konfigurasi Jaringan

Pada distribusi tegangan menengah terdapat 4 jenis tipe jaringan distribusi, yaitu: sistem radial, sistem loop, sistem spindel.

a. Jaringan Distribusi Radial

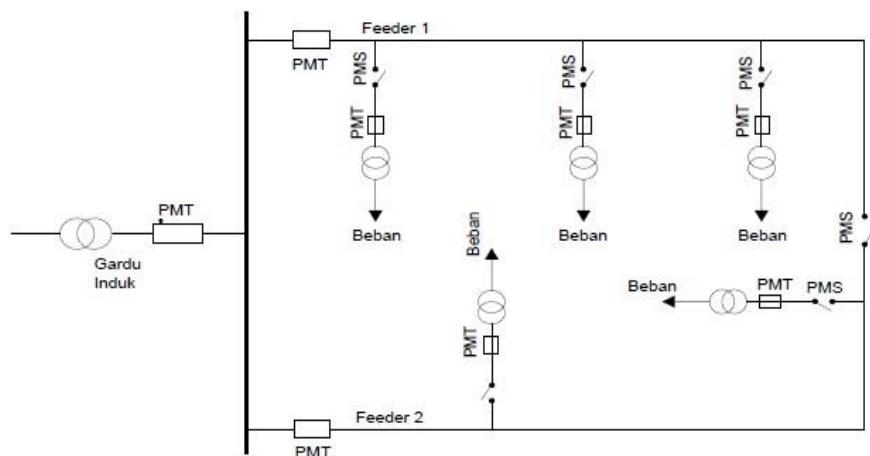
Gambar 2.6 menunjukkan jaringan distribusi tegangan menengah berupa konfigurasi radial. Konfigurasi radial merupakan interkoneksi antara gardu distribusi, dimana beberapa gardu distribusi yang terhubung seri disuplai oleh sebuah busbar GI (Gardu Induk). Konfigurasi ini terdiri dari beberapa penyulang yang keluar dari GI dan sumber tegangannya hanya satu arah saja. Dalam penyulang tersebut terdapat gardu -gardu distribusi yang dilengkapi oleh trafo penurun tegangan menjadi tegangan rendah. Konfigurasi ini merupakan jenis konfigurasi yang paling sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya. Tetapi konfigurasi ini memiliki kelemahan, sebab suplai pada gardu distribusi hanya diperoleh dari satu arah saja. Sehingga jika suplai dari GI mengalami gangguan, maka seluruh penyulang yang disuplai oleh GI tersebut akan mengalami padam.



Gambar 2.5 Jaringan Distribusi Radial

b. Jaringan Distribusi Konfigurasi Rangkaian Tertutup (Loop)

Konfigurasi Lup merupakan interkoneksi antar gardu ditribusi yang membentuk suatu lingkaran tertutup (loop). Pada konfigurasi ini bisa terdapat lebih dari satu busbar GI, dan masing-masing penyulangnya membentuk suatu rangkaian tertutup dengan GI. Keuntungan dari konfigurasi loop ini adalah pasokan daya listrik dari GI lebih terjamin. Sebab jika salah satu GI mengalami gangguan maka penyulang akan tetap mendapatkan pasokan dari GI yang lain yang tidak mengalami gangguan. Dan GI yang mengalami gangguan dapat diperbaiki tanpa takut akan mengganggu suplai daya ke gardu distribusi. Gambar 2.7 adalah konfigurasi tipe loop.



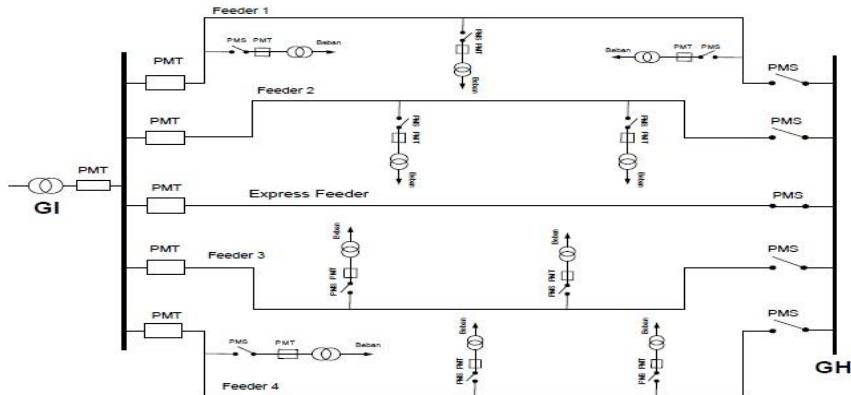
Gambar 2.6 Jaringan Distribusi Konfigurasi loop

c. Jaringan Distribusi Spindel

Konfigurasi spindel merupakan hubungan seri antara gardu distribusi yang kedua ujungnya dihubungkan oleh busbar GI dan GH (Gardu Hubung). Yang menjadi ciri khas dari jaringan ini adalah adanya sebuah

penyulang ekspres. Penyulang ekspres ini berfungsi sebagai penyulang cadangan yang akan menyuplai daya ke beban saat salah satu penyulang mengalami gangguan. Pada jaringan spindel ini terdapat beberapa penyulang yang disuplai oleh GI dan berakhir pada suatu gardu hubung.

Gambar 2.8 adalah jaringan distribusi konfigurasi spindel.

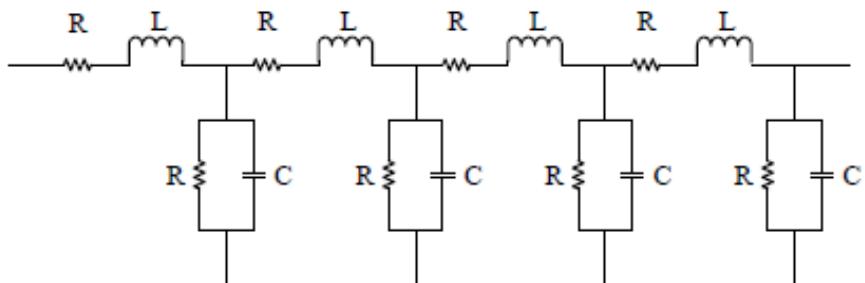


Gambar 2.7 Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel

2.3 Sistem Transmisi

Sistem transmisi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berperan untuk mentransfer energi listrik dari pembangkit menuju pusat-pusat beban. Saluran transmisi yang saling terkoneksi satu dengan lainnya, tetapi juga untuk keperluan transfer daya antara suatu regional dalam kondisi darurat. Sebagian besar, saluran transmisi tenaga listrik di Indonesia dibangun dengan tipe saluran transmisi udara dengan variasi tegangan mulai dari 70 kV, 150 kV, 275 kV sering disebut SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) dan 500 kV sering disebut SUTET (Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi). Saluran transmisi di Indonesia sebagian besar juga terhubung interkoneksi untuk transmisi dalam suatu pulau. Secara umum

saluran transmisi tenaga listrik dapat dimodelkan sebagaimana yang ditunjukan oleh gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.7 Model Saluran Sistem Tenaga Listrik

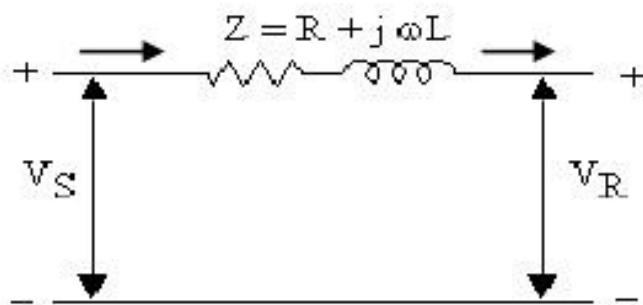
Semua saluran transmisi dalam suatu sistem tenaga merepresentasikan sifat kelistrikan seperti resistansi, induktansi,kapasitansi dan konduktansi. Induktansi dan kapasitansi memiliki pengaruh medan magnet dan medan listrik disekitar konduktor. Parameter-parameter ini sangat penting untuk pengembangan model saluran transmisi yang digunakan dalam analisa sistem tenaga. Besar kecilnya parameter-parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antaralain, jenis konduktor yang digunakan, jenis konfigurasi yang bangun, temperatur sekitar dan jarak saluran. Dalam saluran transmisi juga dijumpai fenomena-fenomena kelistrikan seperti rugi daya, rugi tegangan, under voltage dan over voltage, yang kesemuanya sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter sebagaimana yang disebutkan diatas.

Saluran transmisi seperti yang terlihat pada gambar 2.7 merupakan model dengan pendekatan parameter per fase. Tegangan terminal dinyatakan sebagai tegangan line to netral dan arus dinyatakan sebagai arus per fase. Pemodelan saluran transmisi digunakan untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan tegangan, arus dan aliran daya yang akan bergantung pada panjang saluran. Berdasarkan analisis pendekatan,

pemodelan saluran transmisi yang paling akurat adalah yang memperhitungkan seluruh parameter yang ada.

2.3.1 Saluran Transmisi Pendek

Saluran transmisi pendek adalah suatu saluran transmisi yang mempunyai panjang kurang atau sama dengan 80 km. Admitansi paralel yang merupakan kapasitansi murni yang nilainya sangat kecil sehingga dapat diabaikan dalam perhitungan. Dengan demikian rangkaian ekivalen pada saluran jenis ini berupa impedansi saluran sederhana yang terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.7 Model saluran Transmisi pendek

Dari gambar di atas, I_S dan I_R merupakan arus pada ujung pengirim dan ujung penerima, Z adalah impedansi total saluran per fasa dalam Ohm, $X_L (j\omega L)$ adalah induktansi induktif total untuk satu penghantar dalam Ohm per unit panjang.

Pada rangkaian ini, cabang paralel tidak (shunt) ada maka besarnya arus pada ujung pengirim sama dengan arus penerima

$$I_S = I_R$$

Sedangkan tegangan pada ujung pengirim

$$V_S = V_R + I_R Z$$

Dan tegangan pada ujung penerima adalah sebesar

$$V_R = V_S - I_R Z$$

Secara matriks parameter-parameter pada persamaan saluran transmisi pendek dapat dinyatakan

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$A = 1, B = Z$$

$$C = 0, D = 1$$

$$A = D$$

$$AD - BC = 1$$

Sehingga jika mengetahui nilai parameter disalah satu ujung, maka nilai diujung yang lain juga akan dapat diketahui.

2.3.2 Saluran Transmisi Menengah

Yang dimaksud dengan saluran transmisi menengah adalah saluran transmisi yang memiliki panjang saluran antara 80 km sampai dengan 250 km. Nilai kapasitansi pada saluran menengah relatif cukup besar, sehingga tidak dapat diabaikan dalam perhitungan.

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

Nilai A dan B dapat dicari jika $I_R = 0$ (open circuit)

$$V_S = A \cdot V_R$$

$$A = \frac{V_S}{V_R} = |A| \angle \alpha$$

$$I_S = C \cdot I_R$$

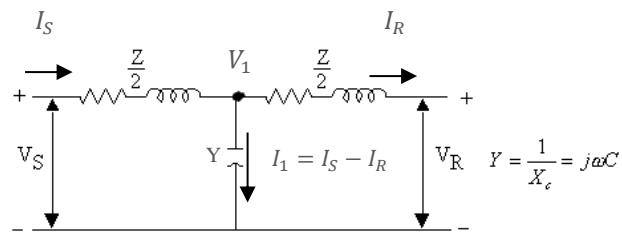
$$C = \frac{I_S}{I_R}$$

Untuk nilai B dan D dapat dicari jika $V_R = 0$ (short circuit)

$$B = \frac{V_S}{I_R}$$

$$D = \frac{I_S}{I_R}$$

Rangkaian ekivalen pada saluran transmisi menengah dapat dalam T-nominal atau dalam bentuk Π -nominal. Rangkaian ekivalen yang menggambarkan admitansi paralel yang terpusat di tengah-tengah saluran dinamakan Rangkaian Ekivalen T-nominal



Gambar 2.8 Model saluran Transmisi Menengah Rangkaian T

$$V_S = V_1 + \frac{Z}{2} I_S \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$I_1 = V_1 Y \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$I_S - I_R = V_1 Y \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$V_1 = V_R + \frac{Z}{2} I_R \quad \dots \dots \dots (4)$$

Pada persamaan ke-3

$$I_S - I_R = V_1 Y$$

$$I_S = I_R + V_1 Y$$

$$I_S = I_R + (V_R + \frac{Z}{2} I_R) Y$$

$$I_S = Y \cdot V_R + [1 + \frac{ZY}{2}] I_R$$

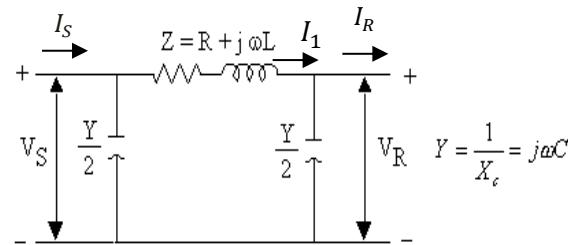
Dari persamaan nomor 1

$$V_S = V_1 + \frac{Z}{2} I_S$$

$$V_S = [V_R + Z/2 I_R] + Z/2 I_S$$

$$V_S = [1 + ZY/2]V_R + [Z + Z^2Y/4]I_R$$

Sedangkan apabila keseluruhan admitansi paralel (shunt) saluran dibagi dua sama besar dan masing-masing ditempatkan pada ujung pengirim dan ujung penerima, maka rangkaian yang terbentuk dinamakan Rangkaian Ekivalen Π -Nominal (Pi-Nominal).



Gambar 2.9 Model saluran Transmisi Menengah Rangkaian Pi

Hubungan antara tegangan dan arus dapat dilihat :

$$V_S = V_R + I_1 Z$$

$$I_1 = I_R + V_R Y/2$$

Maka,

$$V_S = V_R + [I_R + V_R Y/2]Z$$

$$V_S = [1 + ZY/2]V_R + ZI_R$$

Sedangkan nilai arus I_S adalah sebesar

$$I_S = I_P + V_S Y/2$$

$$I_S = [I_R + V_R Y/2] + ([1 + ZY/2]V_R + ZI_R) Y/2$$

$$I_S = [1 + ZY^2/4]V_R + [1 + ZY/2]I_R$$

Dimana :

I_S : arus pada ujung pengirim

I_R : arus pada ujung penerima

V_S : tegangan pada ujung pengirim

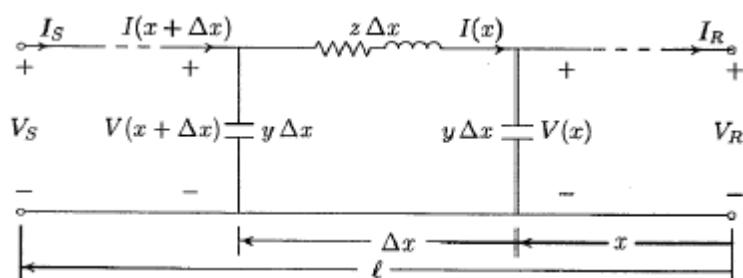
V_R : tegangan pada ujung penerima atau ujung beban

Z : impedansi seri total saluran

$Y/2$: admitansi paralel pada ujung saluran

2.3.3 Saluran Transmisi Panjang

Yang merupakan golongan saluran transmisi panjang adalah saluran transmisi yang memiliki panjang lebih dari 250 km. Rangkaian T-Nominal dan Pi-Nominal tidak dapat merepresentasikan saluran transmisi panjang dengan tepat, karena rangkaian tersebut tidak memperhitungkan kenyataan bahwa besaran saluran tersebut tersebar merata. Perbedaan kedua rangkaian ekivalen tersebut dengan saluran transmisi yang sebenarnya menjadi sangat besar. Tetapi masih mungkin untuk mendapatkan rangkaian ekivalen dari saluran transmisi panjang dengan merepresentasikannya secara tepat dengan jaringan parameter terpusat, asal pengukuran-pengukuran hasilnya dilakukan pada ujung-ujung saluran. Rangkaian ekivalen Π untuk saluran transmisi panjang dapat dilihat di bawah ini



Gambar 2.10 Model saluran Transmisi Panjang

Nilai konstanta ABCD untuk saluran transmisi panjang dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{array}{ll} A = \left(1 + \frac{YZ}{2} \right) & B = Z \left(1 + \frac{YZ}{6} \right) \\ C = Y \left(1 + \frac{YZ}{6} \right) & D = \left(1 + \frac{YZ}{2} \right) \end{array}$$

2.4 Analisa Beban Sistem

Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Oleh karenanya besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada perhitungan yang eksak mengenai berapa besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Bawa dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar:

Daya yang dibangkitan = Beban Sistem

Maka masalah Perkiraan Beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi perusahaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi operasional, oleh karenanya perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat Perkiraan Beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa.

2.4.1 Perkiraan Beban Jangka Panjang

Perkiraan Beban Jangka Panjang adalah untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam Perkiraan Beban Jangka Panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan Beban. Faktor makro tersebut di atas misalnya pendapatan per kapita Penduduk Indonesia. Tabel 2.1 menggambarkan perkembangan pendapatan bruto per kapita penduduk Indonesia untuk beberapa tahun dan dalam tabel 2.2

ditunjukkan perkembangan penjualan KWH PLN yang sesungguhnya merupakan ukuran pula bagi kenaikan beban.

Nampak dari tabel 2.1 dan tabel 2.2 dapat dilihat bahwa PDB indonesia mengalami peningkatan per tahunnya namun terjadi penurunan pertumbuhan penjualan KWH PLN. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal antara lain masyarakat mulai mencoba membuat *photovoltaic* di atap rumah menggunakan panel surya, selain itu masyarakat juga mulai banyak menggunakan lampu hemat energi seperti LED guna mengurangi penggunaan KWH. Pergeseran pola konsumsi masyarakat juga mempengaruhi dimana untuk jaman sekarang konsumen lebih memilih belanja melalui website belanja online. Akibatnya banyak toko-toko yang mulai tutup dan konsumsi listrik pusat perbelanjaan juga mengalami penurunan. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan yang baik oleh pemerintah

Tabel 2.1 Pertumbuhan Pendapatan Domestik Bruto Periode 1969-1982 (Dalam Miliar Rupiah)

Table 1: Indonesia's rebased GDP

			2010	2011	2012	2013	2014
Nominal GDP	IDR trillion	Base 2000	6,447	7,419	8,231	9,087	10,095
Nominal GDP	IDR trillion	Base 2010	6,864	7,832	8,616	9,525	10,543
Nominal GDP	USD billion	Base 2000	715	853	879	873	843
Nominal GDP	USD billion	Base 2010	761	901	921	915	887
Nominal GDP growth rate	Percent	Base 2000	15.0	15.1	10.9	10.4	11.1
Nominal GDP growth rate	Percent	Base 2010	14.2	14.1	10.0	10.6	10.7
Real GDP	IDR trillion	Base 2000	2,314	2,465	2,619	2,769	2,909
Real GDP	IDR trillion	Base 2010	6,864	7,288	7,727	8,158	8,568
Real GDP growth rate	Percent	Base 2000	6.2	6.5	6.3	5.7	5.1
Real GDP growth rate	Percent	Base 2010	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0
GDP deflator growth rate	Percent	Base 2000	8.3	8.1	4.4	4.4	5.7
GDP deflator growth rate	Percent	Base 2010	7.3	7.5	3.8	4.7	5.4
Nominal GDP per capita	USD	Base 2000	3,009	3,527	3,583	3,510	3,342
Nominal GDP per capita	USD	Base 2010	3,203	3,723	3,751	3,679	3,518

Source: BPS (Statistics Indonesia); World Bank staff calculations

Tabel 2.2 Perkembangan Penjualan KWH PLN

