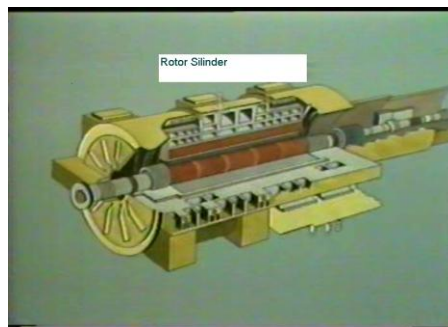


Berikut ini akan diuraikan secara lengkap tentang beberapa komponen yang saling berhubungan yang ada pada sistem pembangkit, sistem penyalur, dan beban.

1. Mesin Serempak

Ada 2 bentuk konstruksi rotor yang menghasilkan karakteristik yang sangat berpengaruh terhadap operasi sebuah sistem, yaitu mesin serempak dengan rotor bulat (*cylindrical rotor*) dan mesin serempak dengan rotor kutub menonjol (*salient pole rotor*). Gambar 1.6 menunjukkan contoh dari sebuah rotor bulat pada sebuah mesin serempak. Diameter dari pada rotor bulat relatif lebih kecil dibandingkan dengan diameter rotor dengan kutub menonjol.

Bentuk-bentuk konstruksi rotor pada mesin serempak

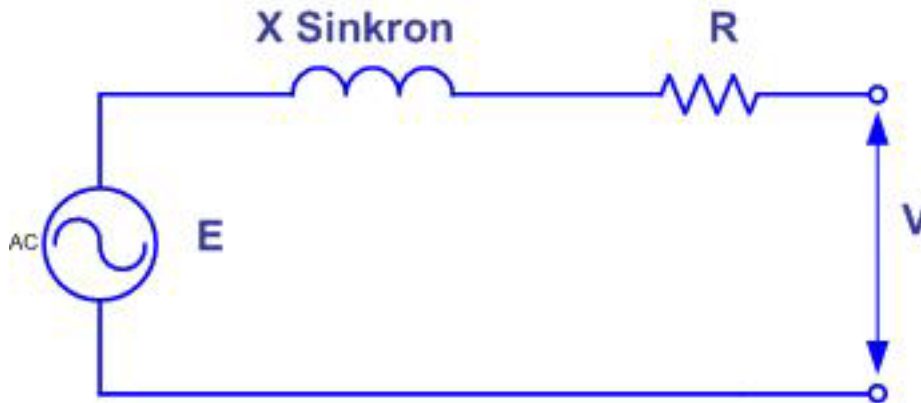


Gambar 1.6. Rotor bulat dari sebuah mesin serempak.

Mesin serempak dengan rotor bulat dioperasikan pada putaran tinggi, dan dikenal sebagai turbo generator. Yang menjadi pertanyaan, bagaimana seandainya mesin serempak dengan rotor kutub menonjol dioperasikan pada putaran tinggi, apa akibatnya?

Rangkaian setara mesin serempak digambarkan sebagai sebuah sumber tegangan dengan satu impedansi yang dihubungkan seri dengan sumber tegangan tersebut. Gambar 1.7, menunjukkan rangkaian setara suatu generator (mesin serempak). Pengaruh reaksi jangkar dan fluks bocor merupakan reaktansi sinkron. Tahanan setiap fasa dari belitan jangkar yang terhubung seri dengan reaktansi dapat

diabaikan. Rangkaian setara tersebut digunakan untuk menganalisa suatu sistem tenaga listrik pada kondisi tunak (mantap).



Gambar 1.7. Rangkaian ekuivalen dari sebuah mesin serempak.

Satu hal yang harus Anda ingat dan pahami secara cermat adalah apa sebenarnya fungsi dari mesin serempak dalam sistem pembangkitan pada sistem tenaga listrik? Dengan mengetahui fungsinya, maka ketika Anda menggambarkan rangkaian ekuivalen dari mesin serempak tersebut Anda juga akan mengetahui filosofi penggambaran rangkaian ekuivalen dari mesin serempak tersebut, tidak hanya sekedar menghafal “gambar rangkaian ekuivalen yang ditunjukkan pada gambar 1.7”. Bila Anda masih belum mengetahui fungsi dari sebuah mesin serempak dalam sistem pembangkitan, silakan Anda review lagi materi mata kuliah Transmisi dan Distribusi khususnya dalam pokok bahasan sistem pembangkitan.

2. Saluran Transmisi

Persoalan terpenting dalam sebuah perencanaan dan operasi dari sebuah sistem tenaga adalah pemeliharaan tegangan pada batas-batas yang telah ditentukan pada berbagai titik (lokasi) dalam sistem tersebut. Coba Anda bayangkan, bagaimana seandainya tegangan listrik di rumah Anda selalu berubah-ubah di luar batas normalnya? Bagaimana pengaruhnya terhadap kondisi peralatan rumah tangga yang ada di

rumah Anda? Oleh karena itu perlu diketahui besar tegangan, arus serta daya yang mengalir pada setiap titik sepanjang saluran transmisi.

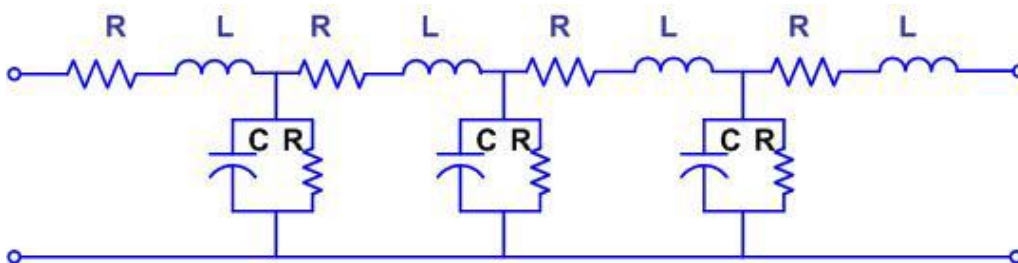
Dalam merepresentasikan sebuah saluran transmisi ke dalam bentuk rangkaian simulasinya, tergantung pada panjang dari saluran transmisi serta ketelitian yang diinginkan. Berdasarkan panjangnya, saluran transmisi dapat digolongkan menjadi 3, yaitu:

- ✎ **Saluran transmisi pendek (*short line*)**, yaitu saluran transmisi yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil);
- ✎ **Saluran transmisi menengah (*medium line*)**, yaitu saluran transmisi yang panjangnya antara 80 km dan 240 km (50-150 mil); dan
- ✎ **Saluran transmisi panjang (*long line*)**, saluran transmisi yang panjangnya lebih dari 240 km (lebih dari 150 mil).

Parameter-parameter saluran sangat berpengaruh terhadap tegangan bus dan aliran daya yang mengalir pada saluran tersebut. Nilai dari parameter-parameter saluran sangat bergantung pada panjang salurannya.

Sebuah saluran transmisi memiliki parameter-parameter saluran antara lain: tahanan (resistansi), reaktansi, kapasitansi, dan konduktansi yang tersebar sepanjang saluran. Rangkaian ekuivalen untuk saluran transmisi ditunjukkan pada gambar 1.8.

Parameter-parameter pada saluran transmisi



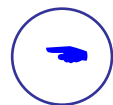
Gambar 1.8. Rangkaian ekuivalen saluran transmisi.

Pada saluran pendek dan saluran menengah, parameter-parameternya terpusat (*lumped*) tidak merata sepanjang saluran.

Kondisi ini tidak menimbulkan perbedaan, apakah parameter-parameter tersebut terpusat atau tersebar sepanjang saluran, asalkan pengukuran dilakukan pada ujung-ujung saluran tersebut.

Pertanyaannya, bagaimana cara memperoleh data-data parameter saluran? Pertanyaan selanjutnya, apakah ada perbedaan nilai parameter sebuah saluran lama dengan saluran baru, bila saluran tersebut memiliki spesifikasi yang sama?

Bila Anda belum bisa menjawab pertanyaan tersebut di atas, Anda tidak usah khawatir. Silakan Anda review lagi materi mata kuliah Transmisi dan Distribusi khususnya dalam pokok bahasan sistem transmisi.



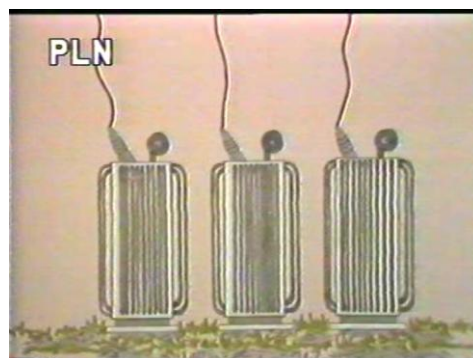
3. Transformator

Di bidang sistem tenaga listrik, penggunaan transformator dikelompokkan menjadi transformator daya, transformator distribusi dan transformator pengukuran. Gambar 1.9 menunjukkan salah satu bentuk transformator distribusi, yang biasanya Anda jumpai di pinggir jalan raya yang terpasang di atas tiang listrik.

Macam-macam transformator

Transformator pengukuran dikelompokkan lagi menjadi transformator arus dan transformator tegangan. Bila dilihat dari banyaknya jumlah sisi belitannya, transformator dibedakan menjadi tiga, yaitu: transformator dua belitan, transformator satu belitan, dan transformator tiga belitan.

Pengelompokkan transformator berdasarkan jumlah belitan



Gambar 1.9. Contoh salah satu bentuk transformator distribusi.

Berikut ini akan diuraikan secara lengkap tentang jenis-jenis transformator berdasarkan jumlah belitannya.

a. Transformator dua belitan

Transformator jenis ini mempunyai belitan pada dua sisi yaitu sisi primer dan sisi sekunder. Bila pada sisi primer bertegangan E_1 mempunyai jumlah belitan N_1 dan pada sisi sekunder bertegangan E_2 jumlah belitannya N_2 , maka:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_2}{N_1} \text{ atau } E_1 = \frac{N_2}{N_1} E_2 \dots\dots\dots (1.1)$$

Sedangkan hubungan antara arus dan jumlah belitannya dinyatakan oleh:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ atau } I_1 = \frac{N_1}{N_2} I_2 \dots\dots\dots (1.2)$$

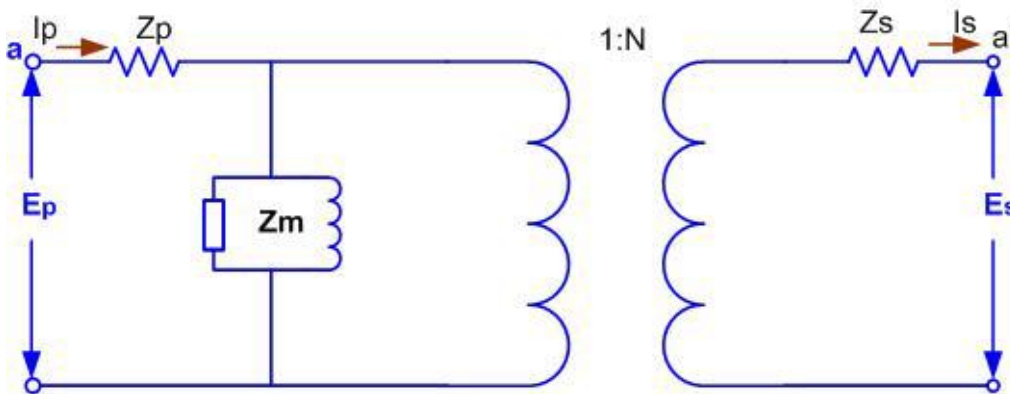
Persamaan di atas diperoleh dengan menganggap bahwa arus penguat diabaikan terhadap arus yang mengalir pada saat transformator mendapat beban normal, serta jatuh tegangannya juga diabaikan. Hubungan tegangan dan arus di atas merupakan hubungan pada transformator ideal. Transformator ideal didefinisikan sebagai transformator yang tidak mempunyai rugi-rugi, baik itu rugi impedansi dan arus penguat. Pertanyaannya, apakah transformtor ideal ini ada dalam kehidupan nyata? Bukankah tidak ada satupun produk buatan manusia di dunia ini yang sempurna tanpa ada stigma sedikitpun? Begitupun dengan transformator ideal, nampaknya Anda tidak akan pernah menjumpainya dalam kehidupan nyata. Pengetahuan tentang transformator ideal merupakan pengetahuan awal untuk mempelajari lebih lanjut tentang transformator yang tidak ideal.



Perbandingan angka transformasi untuk transformator ideal adalah:

$$N = \frac{N_2}{N_1} \dots\dots\dots (1.3)$$

Untuk menganalisis cara kerja suatu transformator dapat digunakan rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.10.



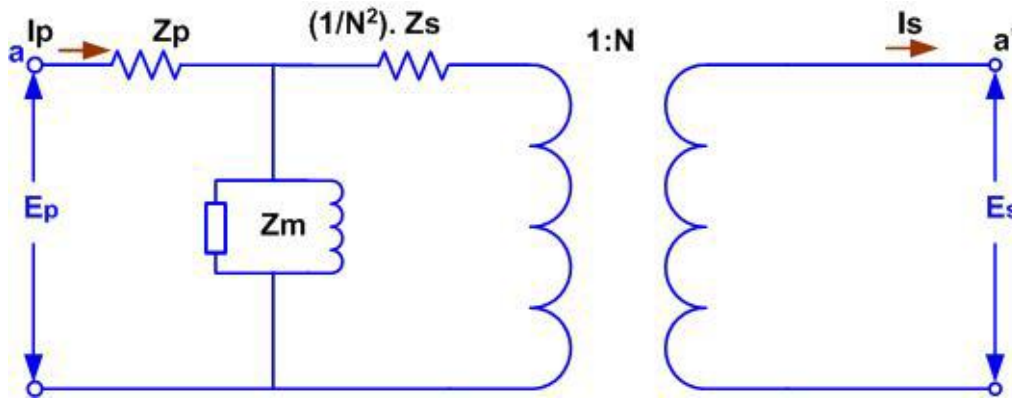
Gambar 1.10. Rangkaian ekuivalen transformator dua belitan

Pada gambar 1.10, Z_m menunjukkan rugi-rugi besi dan arus penguatan, sedangkan Z_p dan Z_s merupakan komponen-komponen impedansi bocor antara belitan-belitan primer dan sekundernya yang berupa rugi-rugi tahanan belitan dan fluks bocornya. Dalam proses analisis, rangkaian transformator ideal digeser ke sisi primer atau sisi sekundernya. Hal ini dilakukan untuk membawa besaran-besaran transformator kedalam besaran dasar tegangan yang sama.

Alasan pengeseran rangkaian ke sisi primer atau sisi sekunder

Gambar 1.11 menunjukkan rangkaian ekuivalen transformator yang besaran-besarannya dibawa ke sisi primer. Untuk membawa besaran sekunder ke dalam rangkaian primer, maka parameter-parameternya harus dikalikan dengan faktor $(1/N)^2$.

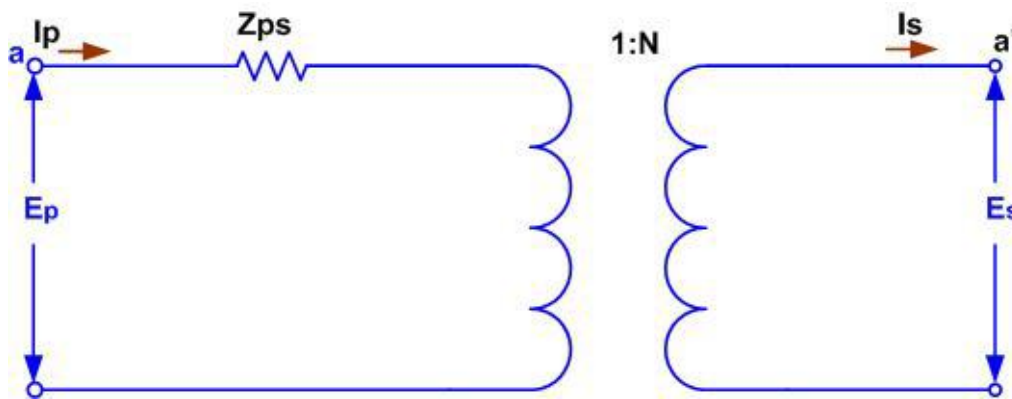




Gambar 1.11. Rangkaian ekuivalen transformator dua belitan yang besarnya telah dipindahkan ke sisi primer

Pada transformator daya, arus yang mengalir pada cabang simpangnya sangat kecil dibandingkan dengan arus beban nominal, oleh karena itu dapat diabaikan sehingga rangkaian ekuivalennya berubah menjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.12

Alasan mengabaikan arus cabang



Gambar 1.12. Rangkaian ekuivalen transformator dua belitan yang mengabaikan arus simpangnya.

Pada gambar 1.12, Zps diformulasikan sebagai:

$$Z_{ps} = Z_p + \frac{1}{N^2} \cdot Z_s \dots\dots\dots (1.4)$$

Zps didefinisikan sebagai impedansi bocor antara belitan-belitan P dan S yang diukur pada belitan P dengan belitan S dihubungkan singkat.