

BAB 1

REPRESENTASI SISTEM TENAGA LISTRIK

Tujuan Instruksional Umum:

Mahasiswa akan dapat merepresentasikan komponen-komponen yang ada pada sebuah sistem tenaga listrik secara benar untuk mendapatkan perhitungan yang teliti dalam sebuah studi/analisis pada sistem tenaga listrik.

Tujuan Instruksional Khusus:

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa akan dapat:

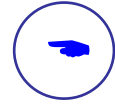
1. Menyebutkan komponen-komponen yang ada pada sistem tenaga.
2. Membuat diagram komponen-komponen yang ada pada sistem tenaga listrik.
3. Menjelaskan konsep sistem tiga fasa yang menggunakan sistem yang seimbang.
4. Menghitung besar daya pada sistem tiga fasa yang seimbang.
5. Menghitung parameter-parameter dasar, seperti arus, tegangan, daya, impedansi, dan admitansi pada sebuah sistem tenaga listrik yang sederhana.
6. Mengkategorikan sebuah mesin pada sistem tenaga berdasarkan parameter-parameter yang diperoleh.
7. Menjelaskan konsep besaran per satuan.
8. Menghitung besaran per satuan dari besaran-besaran yang ada pada sistem tenaga listrik.
9. Menyesuaikan besaran per satuan suatu komponen dalam sebuah sistem yang menggunakan dasar yang berbeda.

Pendahuluan

Mata kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik merupakan mata kuliah paket pada semester V di Jurusan Teknik Elektro FT UNY, dengan demikian mestinya mahasiswa yang mengambil mata kuliah ini sudah menempuh dan lulus mata kuliah Dasar Listrik, Matematika Terapan, dan mata kuliah Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. Dalam mata kuliah Dasar Listrik telah di bahas tentang fasor, Hukum Kirchof, dan konsep-konsep dasar lainnya dalam sistem kelistrikan, pada mata kuliah Matematika Terapan juga telah dibahas secara lengkap tentang pemanfaatan konsep-konsep dasar matematik seperti derivatif, integral, inisiasi matrik dan metode numerik dalam bidang ilmu elektro, dan pada mata kuliah Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik juga telah dibahas tentang komponen-komponen yang ada pada jaringan transmisi dan distribusi beserta pengantar tentang cara pemecahan masalah yang timbul pada kedua jaringan transmisi dan distribusi.

Pengetahuan-pengetahuan yang telah Anda peroleh pada ketiga mata kuliah tersebut di atas sangat bermanfaat sekali untuk mempelajari pokok bahasan yang akan dibahas dalam mata kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik. Sebagai contoh, pokok bahasan inisiasi matrik dalam mata kuliah Matematika Terapan akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam pokok bahasan studi aliran beban, sedangkan pokok bahasan fasor pada mata kuliah Dasar Listrik akan digunakan pada semua pokok bahasan dalam mata kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik, karena pada mata kuliah ini sistem tenaga yang dianalisis adalah sistem tenaga arus bolak-balik sehingga semua parameter yang ada berbentuk bilangan kompleks. Dengan demikian, semua pengetahuan yang telah Anda peroleh pada ketiga mata kuliah tersebut di atas merupakan bekal yang sangat penting dalam mempelajari mata kuliah ini.

Selain itu, bila Anda pernah menjumpai atau mengalami kejadian yang berkaitan dengan sistem tenaga listrik, seperti ketidaksesuaian antara daya yang tertulis/terpasang dengan daya yang digunakan, contohnya: pada sambungan listrik rumah Anda tertulis 900 VA di pengukur energinya, tetapi ketika Anda baru menggunakan 700 watt, sekering di rumah Anda putus. Apa penyebabnya? Apakah karena ada kesalahan penulisan di pengukur energinya atau karena ada sesuatu yang rusak? Masalah-masalah seperti ini yang sering Anda jumpai dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu permasalahan yang akan menjadi pokok bahasan dalam mata kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik khususnya pada bagian “representasi sistem tenaga listrik”.



Salah satu kasus yang sering Anda temui

Dalam mata kuliah Analisa Sistem Tenaga Listrik, ada tiga permasalahan utama yang akan menjadi pokok pembahasan, yaitu: aliran beban, hubung singkat, dan stabilitas. Pada pembahasan aliran beban, beban dan impedansi saluran harus digambarkan, sedangkan impedansi tanah, hubungan netral, pemutus daya, dan relai tidak perlu digambarkan. Tetapi, dalam pembahasan hubung singkat dan stabilitas, maka pemutus daya dan relai harus digambarkan, sedangkan beban justru tidak digambarkan.

Ruang lingkup pembahasan dalam bab ini

Representasi sistem tenaga listrik dengan mengabaikan hal-hal tersebut di atas (beban, impedansi saluran, impedansi tanah, hubungan netral, pemutus daya, dan relai) digunakan untuk memudahkan perhitungan dalam melakukan studi pada sistem tenaga listrik. Akibatnya, hasil perhitungan yang menghilangkan hal-hal yang diabaikan kurang teliti. Perhitungan yang lebih teliti dan akurat hanya diperoleh jika memperhitungkan semua parameter (beban, impedansi saluran, impedansi tanah, hubungan netral, pemutus daya, dan relai). Dengan demikian tidak ada hal (parameter) yang diabaikan, dan ini hanya dapat dikerjakan dengan menggunakan bantuan komputer. Oleh

karena itu, merepresentasikan sistem tenaga listrik merupakan sebuah pekerjaan penting untuk mendapatkan perhitungan yang teliti.

Peran representasi sistem tenaga listrik

Pada bab ini akan disampaikan pembahasan mengenai sifat atau karakteristik komponen-komponen pada sistem tenaga listrik serta hubungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Guna menyederhanakan proses perhitungan dalam melakukan analisis pada sebuah sistem tenaga, besaran per satuan juga akan menjadi salah satu pokok bahasan pada bab 1 ini, sebagai bekal Anda ketika menghadapi sebuah sistem tenaga yang kompleks.



Komponen Sistem Tenaga Listrik

Sebuah sistem tenaga listrik merupakan interkoneksi dari tiga bagian utama, yakni:

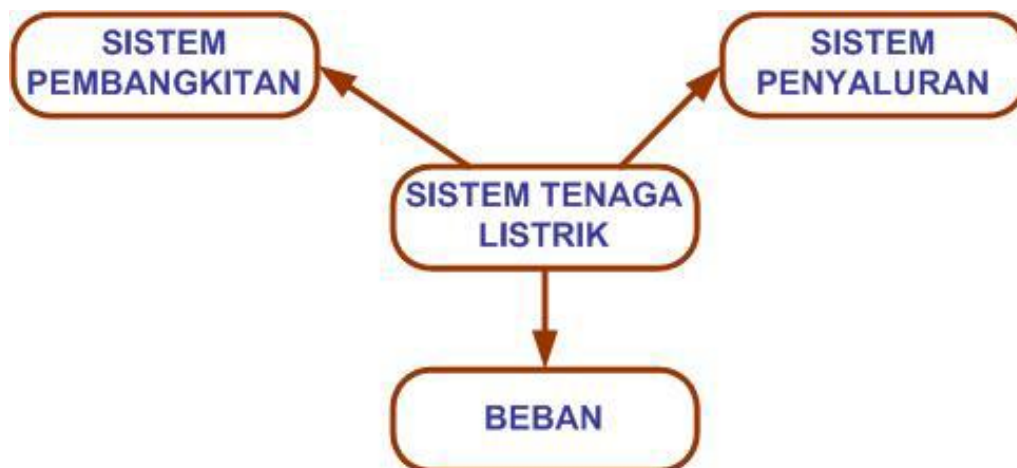
1. Sistem pembangkitan
2. Sistem penyaluran
3. Beban

Bagian utama sistem tenaga listrik



Gambar 1.1, menunjukkan diagram sistem interkoneksi. Setiap bagian tersebut terdiri dari beberapa komponen atau peralatan yang saling berhubungan. Pada sistem pembangkit, komponen-komponen yang saling berhubungan antara lain: mesin serempak, penguat (*exciter*), sistem pengatur tegangan (*voltage regulator*), dan sistem penggerak utama beserta mekanisme governor.

Komponen-komponen pada sistem pembangkit

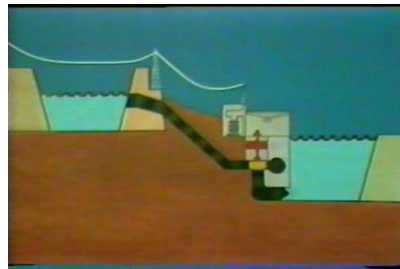


Gambar 1.1. Diagram sistem tenaga listrik

Gambar 1.2, menunjukkan komponen mesin serempak, penguat, dan sistem pengatur tegangan, sedangkan gambar 1.3 menunjukkan penggerak utama beserta mekanisme governor.



Gambar 1.2. Komponen mesin serempak, penguat, dan sistem pengatur di sebuah industri energi listrik.



Gambar 1.3. Komponen penggerak utama beserta mekanisme governor

Pada bagian sistem penyaluran, komponen-komponen yang saling berhubungan antara lain: saluran transmisi, transformator distribusi, peralatan rele pengaman dan pemutus rangkaian, kapasitor statis, reaktor paralel. Gambar 1.4 menunjukkan komponen-komponen yang terdapat dalam bagian sistem penyaluran pada sebuah industri tenaga listrik.

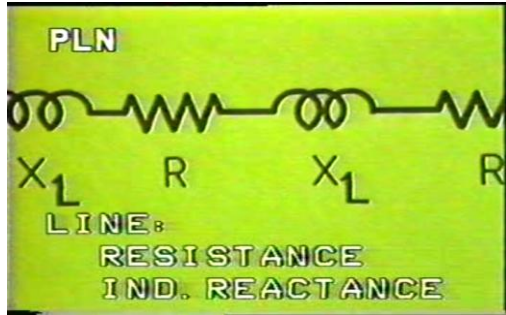
Komponen-komponen pada bagian sistem transmisi



Gambar 1.4. Komponen saluran transmisi, transformator distribusi, peralatan rele pengaman dan pemutus rangkaian, kapasitor statis, dan reaktor paralel (gambar diambil dari dokumentasi PT. PLN).

Dan pada bagian komponen beban, biasanya tidak digambarkan secara detail, tapi hanya digambarkan sebuah impedansi yang menyerap daya dari sistem tenaga listrik. Gambar 1.5, menunjukkan gambaran sebuah impedansi yang menyerap daya listrik.

Bagian-bagian utama dari sebuah interkoneksi sistem tenaga listrik merupakan pengetahuan awal sederhana yang harus Anda pahami sebelum terlibat lebih jauh dalam proses menganalisis dan mengevaluasi sistem tenaga listrik.



Gambar 1.5. Representasi sebuah beban yang digambarkan menjadi sebuah impedansi.

Dalam menganalisis sebuah permasalahan yang terjadi pada sistem tenaga listrik, komponen-komponen yang ada pada bagian pembangkit, sistem penyaluran, dan beban digambarkan dalam bentuk rangkaian ekuivalennya. Penggambaran ini tidak hanya untuk

mempermudah proses perhitungan saja, melainkan juga untuk mempermudah proses komunikasi. Coba Anda bayangkan, bila sebuah sistem tenaga listrik yang kompleks digambarkan dalam bentuk fisik sebenarnya seperti pada gambar 1.2, 1.3 dan 1.4.

?

Rangkaian ekuivalen yang digunakan untuk menggambarkan komponen-komponen sistem tenaga listrik merupakan rangkaian ekuivalen satu fasa dengan nilai-nilai fasa ke netralnya. Dasar pemikiran dari penggambaran ini adalah dengan menganggap bahwa sistem setiap fasa tersebut dalam kondisi seimbang pada kondisi operasi normal.

Asumsi penggambaran rangkaian ekuivalen 1 fasa

Tetapi jika terjadi ketidakseimbangan pada fasa-fasanya akibat adanya gangguan pada sistem tersebut, maka seluruh pernyataan fasanya harus dituliskan (ada penandaan khusus) dan untuk menyelesaikannya digunakan metode komponen simetris.

Sebagai bahan renungan awal pada sub pokok bahasan ini, coba Anda cari jawabnya seandainya ada pertanyaan: bagaimana implikasi kerusakan dari salah satu komponen dari bagian sistem terhadap kinerja sistem tenaga listrik secara keseluruhan? Misalnya, pada sistem pembangkitan terdapat kerusakan pada sistem penggerak utamanya, apakah kerusakan pada sistem penggerak utama dari sistem pembangkitan tersebut berimplikasi terhadap kinerja sistem tenaga listrik secara keseluruhan?

Contoh kasus

Guna menjawab contoh kasus di atas, maka Anda harus membaca dan memahami secara cermat isi dari paragraf awal halaman 5 dari bahan ajar ini.