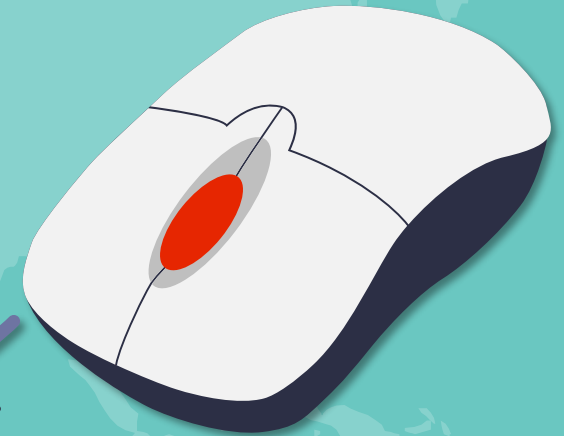
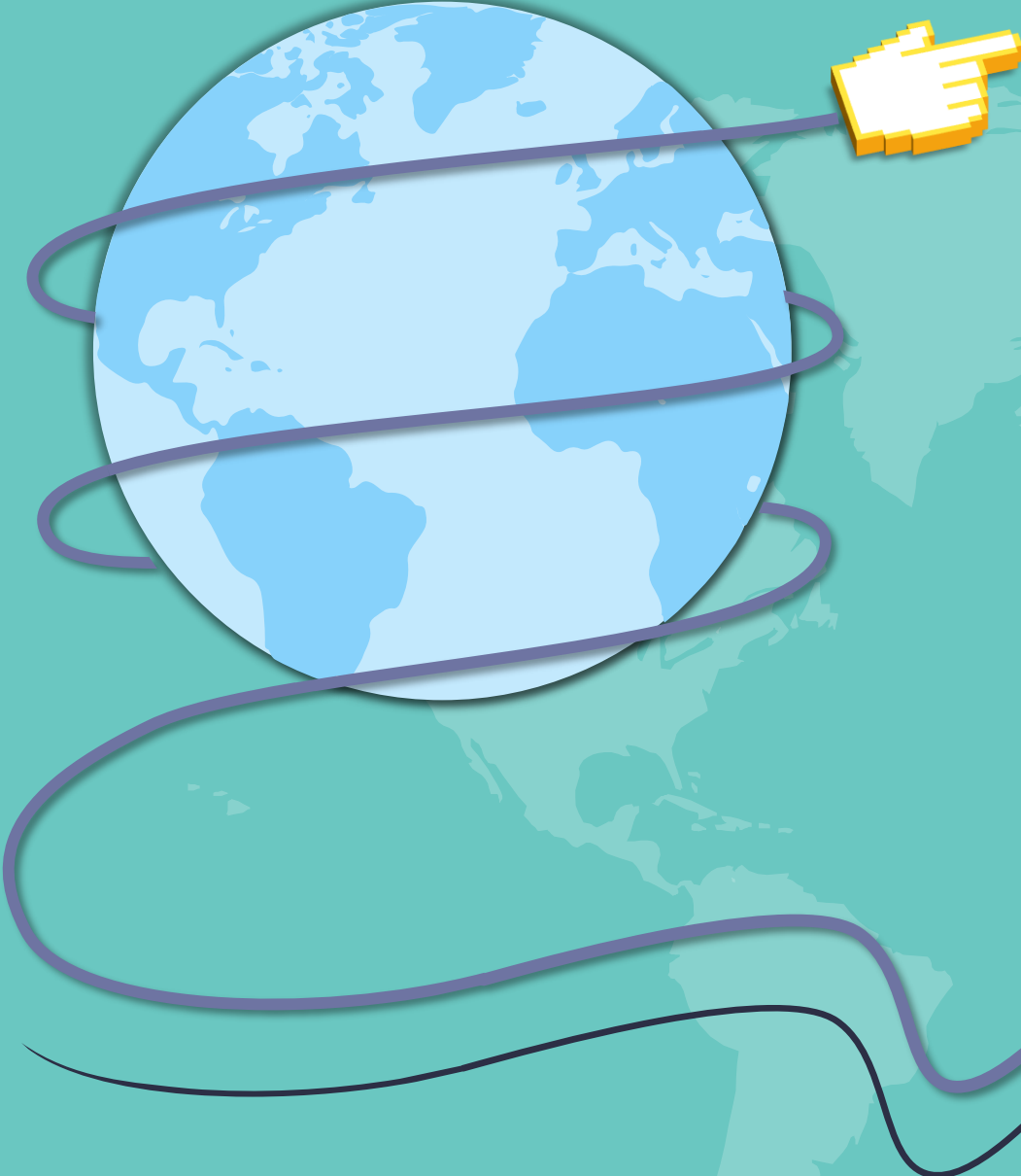


Teknik Tenaga Listrik

Pertemuan ke 3



Fogot Endro Wibowo, S.T., M.T.
Teknik Mesin
Univ. Jayabaya-Jakarta



Pembangkitan Tenaga Listrik

Pembangkit Listrik adalah sekumpulan peralatan dan mesin yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik lewat transformasi energi dari berbagai sumber energi. Mayoritas pembangkit listrik menghasilkan tenaga listrik arus bolak-balik.

Selain itu, pembangkit listrik juga menggunakan generator sinkron yang didukung oleh penggerak dari bahan bakar atau sumber daya alam. Komponen utama dalam pembangkit listrik, meliputi instalasi energi primer, instalasi penggerak awal, instalasi pendingin, dan instalasi listrik.



Proses terjadinya arus listrik pada pembangkit listrik

Komponen utama pembangkit listrik adalah tenaga penggerak, turbin dan generator.

Tenaga penggerak dapat berupa air, uap air, atau angin. Tenaga penggerak ini digunakan untuk menggerakkan turbin, yang kemudian akan menggerakkan generator. Dalam generator ada magnet dan kumparan.

Ketika poros generator mulai berputar akan terjadi perubahan fluks magnet, sehingga timbul tegangan serta arus listrik.

Tegangan dan arus listrik bolak-balik ini akan disalurkan melalui kabel jaringan listrik, hingga akhirnya digunakan oleh masyarakat.



Proses pembangkitan tenaga listrik untuk skala besar umumnya dilakukan oleh suatu industri pembangkit tenaga listrik dengan berbagai macam sumber tenaga, seperti Air, Minyak Bumi, Matahari dan lain sebagainya.

Di Indonesia terdapat banyak industri pembangkit tenaga listrik salah satunya adalah PT. Pembangkitan Jawa Bali (PJB). PT. PJB memiliki sembilan unit pembangkitan energi listrik dengan kapasitas keseluruhan sebesar 7.055 megawatt (MW).

Selanjutnya, listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik akan disalurkan kepada pelanggan dengan menggunakan jaringan transmisi dan distribusi listrik. Proses penyaluran energi listrik di Indonesia dikelola sepenuhnya oleh PT. Perusahaan Listrik Negara Persero. (PLN).





Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir



Jenis Pembangkit Tenaga Listrik

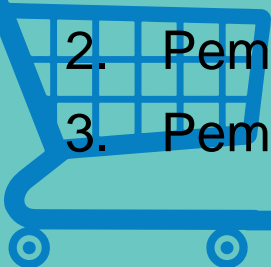
Proses pembangkitan tenaga listrik jika ditinjau dari bahan bakarnya dapat dibagi menjadi dua, yaitu pembangkit tenaga listrik **terbarukan** dan pembangkit tenaga listrik **tidak terbarukan**.

Pembangkit listrik terbarukan di antaranya:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)
3. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)
4. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)
5. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)
6. Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

Pembangkit listrik tidak terbarukan adalah:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)
2. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)
3. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)



Pembangkitan tenaga listrik skala besar menggunakan generator sinkron sebagai komponen yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik adalah tegangan bolak-balik (alternating current) dengan frekuensi dan tegangan yang disesuaikan pada setiap negara.



Gambar 2. Generator di dalam PLTA



Instalasi Penunjang Pembangkit Tenaga Listrik :

1. Instalasi energi primer, adalah instalasi yang digunakan sebagai suplai bahan bakar atau sumber energi pertama seperti instalasi bahan bakar dan instalasi air.
2. Instalasi penggerak generator, adalah instalasi yang berfungsi untuk mengubah energi primer menjadi energi mekanik untuk di transfer kepada generator. Penggerak generator dapat berupa turbin dan mesin diesel atau pun bensin.
3. Instalasi pendingin, di dalam proses pembangkitan dapat dipastikan komponen komponen yang bergerak akan menghasilkan panas. Untuk membuang panas yang dihasilkan oleh komponen pembangkit maka diperlukan saluran pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan komponen-komponen di dalam pembangkit tenaga listrik.
4. Instalasi listrik, secara garis besar instalasi listrik dapat dibagi menjadi tiga yaitu: a.



4. Instalasi listrik, secara garis besar instalasi listrik dapat dibagi menjadi tiga yaitu:
 - a. Instalasi listrik searah, instalasi ini digunakan sebagai instalasi sistem kontrol dari pembangkit tenaga listrik.
 - b. Instalasi listrik tegangan rendah, instalasi ini merupakan instalasi yang digunakan untuk penerangan maupun instalasi tenaga yang ada di dalam bangunan pembangkit tenaga listrik.
 - c. Instalasi tegangan menengah, tegangan menengah dihasilkan oleh generator. Umumnya tegangan generator adalah 9 kV hingga 11 kV.
 - d. Instalasi tegangan tinggi, instalasi ini merupakan instalasi terakhir yang menghubungkan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit kepada jaringan transmisi PT. PLN Persero. Tegangan tinggi dihasilkan oleh transformator step-up yang mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi (20 atau 150 kV)



Perencanaan Pembangkit Tenaga Listrik :

Hal-hal yang diperhatikan dalam perencanaan instalasi tenaga listrik adalah :

a. Prakiraan Beban (Load Forecast)

Perencanaan beban dilakukan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas sebuah pembangkit tenaga listrik dengan rentang waktu 15 sampai dengan 20 tahun pembangkit beroperasi. Beban yang diperkirakan diantaranya adalah beban puncak, beban harian dan beban tahunan.

b. Perencanaan Pengembangan (Generation Planning)

Perencanaan pengembangan dilakukan untuk mengetahui berapa kapasitas yang dapat dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik, biaya produksi tenaga listrik, dan biaya investasi.



c. Perencanaan Penyaluran (Transmission Planning)

Perencanaan penyaluran dilakukan untuk merencanakan jalur transmisi energi listrik dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal yang direncanakan diantaranya lahan, rangkaian transmisi, konstruksi transmisi dan lain-lain.

d. Perencanaan Sub-Transmisi (Subtransimission Planning)

Perencanaan sub-transmisi adalah perencanaan yang digunakan untuk merencanakan jaringan sub-transmisi atau transmisi sekunder pembangkit tenaga listrik.

e. Perencanaan Distribusi (Distribution Planning)

Perencanaan distribusi dilakukan untuk mengetahui kapasitas penyaluran tenaga listrik saluran transmisi, kapasitas tegangan transmisi dan lain sebagainya.



f. Perencanaan Operasi (Operating Planning)

Perencanaan operasi dilakukan untuk mengetahui proses kerja dari pembangkit tenaga listrik mulai dari bahan bakar hingga menjadi energi listrik.

g. Suplai Bahan Bakar (Fuel Supply Planning)

Suplai bahan bakar digunakan untuk merencanakan kebutuhan bahan bakar atau sumber energi primer, ketersediaan bahan bakar, sistem pengiriman, dan lain-lain.

h. Perencanaan Lingkungan (Environment Planning)

Perencanaan lingkungan digunakan sebagai langkah awal untuk menentukan dan mengambil keputusan terhadap faktor lingkungan. Faktor yang direncanakan antara lain adalah pengelolaan limbah dan AMDAL.



i. Perencanaan Keuangan (Financial Planning)

Perencanaan Keuangan adalah langkah yang dilakukan untuk mengetahui nilai jual dari energi listrik yang dihasilkan dengan nilai bahan baku yang digunakan sehingga dapat tercapai profit atau keuntungan bagi perusahaan.

j. Perencanaan dan Pengembangan (Research and Development)

Riset dan pengembangan terkait pengembangan sistem pembangkit, meliputi biaya, karakteristik, dan kelayakan alternatif sumber energi dan pengembangan teknologi, dan lain-lain.



Klasifikasi Sumber Energi Pembangkit Tenaga Listrik

a. Energi terbarukan

Energi terbarukan merupakan energi yang secara kontinu dihasilkan dari berbagai sumber energi seperti matahari, angin, air, panas bumi, biomassa, energi ombak dan lain sebagainya. Keunggulan dari sumber energi terbarukan ini adalah sumber energinya tidak pernah habis dan sumber energi ini juga merupakan sumber energi yang bersih atau bebas dari polusi yang dihasilkan dari sumber energi konvensional



- 1) Energi Matahari
- 2) Energi Angin
- 3) Energi Biomassa
- 4) Energi Ombak
- 5) Energi Panas Bumi



Klasifikasi Sumber Energi Pembangkit Tenaga Listrik

b. Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan merupakan jenis energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang proses pembentukannya memerlukan waktu hingga jutaan tahun.

Energi ini dikatakan tidak terbarukan karena apabila pengambilan atau eksploitasi sumber dayanya berlebihan maka untuk mengganti sumber daya alam dengan jumlah yang sama belum tentu terbentuk di jutaan tahun mendatang.



- 1) Batu Bara Energi Angin
- 2) Minyak Bumi
- 3) Gas Alam
- 4) Nuklir



FISIKA DAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

Tentang Listrik dan Magnet

Dalam fisika, listrik dan magnet merupakan dua fenomena yang berkaitan erat melalui konsep elektromagnetisme. Berikut penjelasan lengkapnya:

Pengertian listrik dan magnet

Listrik berhubungan dengan aliran elektron atau muatan listrik. Dalam bentuk yang paling sederhana, listrik adalah energi yang disebabkan oleh pergerakan muatan listrik melalui konduktor (seperti kawat). Fenomena ini dapat menghasilkan medan listrik, yaitu ruang di sekitar muatan listrik yang mempengaruhi muatan lainnya.

Sementara, magnetisme terkait dengan medan magnet yang dihasilkan oleh gerakan muatan listrik atau partikel bermuatan, seperti elektron yang bergerak. Setiap magnet memiliki kutub utara dan kutub selatan. Medan magnet adalah ruang di sekitar magnet dimana kekuatan magnet bekerja, mempengaruhi benda-benda bermuatan magnet di sekitarnya.



Hubungan antara listrik dan magnet

Hubungan antara listrik dan magnet dijelaskan melalui elektromagnetisme. Dua konsep kunci dalam hubungan ini adalah:

Medan magnet yang dihasilkan oleh listrik: Saat arus listrik mengalir melalui kawat, ia menciptakan medan magnet di sekitarnya. Fenomena ini pertama kali ditemukan oleh Hans Christian. Arah medan magnet tergantung pada arah arus listrik dan dapat dihitung dengan aturan tangan kanan.

Medan listrik yang dihasilkan oleh magnet: Sebaliknya, perubahan medan magnet dapat menghasilkan medan listrik. Fenomena ini dikenal sebagai induksi elektromagnetik, yang ditemukan oleh Michael Faraday. Prinsip ini merupakan dasar dari berbagai teknologi, seperti generator listrik dan transformator.



Cara kerja magnet menghasilkan listrik

Magnet dapat menghasilkan listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Berikut cara kerjanya:

Prinsip dasar: Ketika medan magnet berubah (misalnya dengan menggerakkan magnet mendekati atau menjauhi kawat atau kumparan), ia akan menghasilkan arus listrik di dalam konduktor. Ini disebut gaya gerak listrik (GGL) induksi.

Generator listrik: Pada generator listrik, magnet diputar di dekat kumparan kawat, atau kumparan kawat diputar di dekat magnet. Perubahan medan magnet akibat gerakan ini menghasilkan arus listrik di dalam kawat, yang kemudian dapat digunakan untuk menyalakan alat listrik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi listrik yang dihasilkan:

- Kecepatan pergerakan magnet.
- Jumlah lilitan kawat dalam kumparan.
- Kekuatan medan magnet.



Proses ini adalah dasar dari bagaimana kita menghasilkan listrik di pembangkit listrik skala besar, baik melalui tenaga air, angin, atau sumber energi lainnya.

Contoh aplikasi:

Transformator: Mengubah tegangan listrik menggunakan prinsip induksi elektromagnetik.

Motor Listrik: Mengubah energi listrik menjadi energi gerak menggunakan medan magnet.

Generator Listrik: Menghasilkan listrik dari gerakan (misalnya, turbin yang berputar).



Rumus Listrik dan Magnet

Terdapat dua rumus yang biasa digunakan pada materi ini, yaitu rumus kuat medan magnet dan rumus untuk menghitung arus listrik. Simak selengkapnya!

Rumus kuat medan magnet

$$B = \mu_0 I / 2\pi r$$

Penjelasan:

B: Kuat medan magnet (Tesla, T)

μ : Konstanta permeabilitas ($4\pi \times 10^{-7} \text{Tm/A}$)

I: Arus listrik (Ampere, A)

r: Jarak dari kawat (meter, m)



Rumus untuk menghitung arus Listrik

$$I = B \times 2\pi r / \mu$$

Penjelasan:

I: Arus listrik (Ampere, A)

B: Kuat medan magnet (Tesla, T)

r: Jarak dari kawat (meter, m)

μ : Konstanta permeabilitas ($4\pi \times 10^{-7} \text{Tm/A}$)

