

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Gardu Induk.**

Gardu Induk merupakan bagian dari sistem atau satu kesatuan penyaluran (transmisi) tenaga listrik. Gardu Induk (GI) merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari saluran transmisi dan distribusi listrik. Dimana pada suatu tempat dipusatkan suatu sistem tenaga yang berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung bagi, transformator, peralatan pengaman serta peralatan kontrol. Pada sistem tenaga listrik Jawa Bali tahun 2010 jumlah gardu induk sebanyak 435 dengan 24 gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 500 kV, 310 GI 150 kV dan 101 GI 70kV. Gardu Induk merupakan bagian yang sangat penting dari sistem tenaga listrik, dimana terdapat saluran transmisi dan jaringan distribusi yang secara bersamaan dihubungkan melalui rel-rel daya atau trafo-trafo tenaga. Gardu induk juga berfungsi sebagai penerima suplai dari tegangan tinggi ke sistem tegangan distribusi untuk disalurkan ke daerah beban atau konsumen listrik. [1]

Gardu induk mempunyai beberapa fungsi, diantaranya sebagai berikut:

1. Mengubah level tegangan daya listrik ke level tegangan yang lain tanpa mengubah frekuensinya. [1]
2. Tempat untuk pengukuran, pengawasan, operasi, seerta pengamanan sistem tenaga listrik. [1]
3. Pengaturan pelayanan beban ke gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan beberapa gardu distribusi yang telah melalui proses penurunan tegangan oleh transformator daya dan disalurkan melewati penyulang-penyulang atau *feeder* yang ada pada gardu induk. [1]
4. Sebagai sarana telekomunikasi, dimana gardu induk terhubung dengan gardu induk lainnya yang berdekatan, atau biasa disebut sistem interkoneksi antar gardu induk untuk saling memberikan tegangan dan menerima tegangan. [1]

## 2.2. Klasifikasi Gardu Induk

Gardu induk juga diklasifikasikan menjadi beberapa macam, diantaranya menurut pemasangan peralatan, menurut level tegangan, menurut isolasi busbar yang digunakan, dan menurut sistem busbar yang digunakan. [2]

Menurut pemasangan peralatannya, gardu induk dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

1. Gardu Induk Pasang Luar

Gardu induk jenis pemasangan luar merupakan gardu induk yang terdiri dari peralatan tegangan tinggi yang terpasang diluar atau diluar Gedung maupun bangunan. Meskipun terdapat beberapa peralatan yang berada di dalam Gedung, seperti panel kontrol, meja penghubung (*switch gear*) dan baterai. Gardu induk jenis ini memerlukan tanah yang luas, namun biaya kontruksi dan pendinginannya lebih murah. [2]

2. Gardu Induk Pasangan Dalam

Merupakan gardu induk yang peralatannya terpasang didalam suatu bangunan, mulai dari transformator utama, rangkaian *switch gear*, dan panel kontrol serta baterainya, meskipun ada beberapa peralatan yang terpasang di luar dengan jumlah kecil. Pemasangan dalam ini bertujuan untuk menjaga keselarasan dengan daerah sekitarnya dan juga untuk menghindari bahaya kebakaran dan gangguan suara. [2]

3. Gardu Induk Setengah Pasangan Luar

Gardu induk ini peralatan tegangan tingginya terpasang di dalam Gedung dan yang lainnya dipasang diluar gedung dengan pertimbangan situasi dan kondisi lingkungan sekitarnya. [2]

4. Gardu Induk Pasangan Bawah Tanah

Gardu jenis ini peralatannya terpasang di dalam bangunan bawah tanah, hanya alat pendinginannya yang berada diatas tanah dan beberapa peralatan yang tidak memungkinkan untuk dipasangkan pada bangunan bawah tanah. Biasanya terletak di pusat kota yang memiliki tingkat keramaian yang tinggi, jalan-jalan pertokoan, dan pada jalanan dengan gedung bertingkat tinggi. Kebanyakan gardu induk jenis ini dibangun dibawah jalan raya. [2]

Menurut level tegangannya gardu induk dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

1. Gardu Induk Transmisi

Merupakan gardu induk yang mendapat daya dari saluran transmisi untuk disalurkan ke daerah beban ataupun konsumen (industri, kota, dan sebagainya). Gardu induk yang ada di PLN adalah tegangan tinggi 150 KV dan tegangan tinggi 70 KV. [3]

2. Gardu Induk Distribusi

Merupakan gardu induk yang menerima tenaga dari gardu induk transmisi dengan menurunkan tegangannya melalui transformator tenaga menjadi tegangan menengah (20 KV, 12 KV atau 6 KV) yang kemudian tegangan tersebut diturunkan kembali menjadi tegangan rendah (127/220 V) atau (220/380 V) sesuai dengan kebutuhan. [3]

Menurut isolasi busbar yang digunakan gardu induk dapat dibedakan menjadi 2 bentuk, yaitu:

1. Gardu Infuk Konvensional

Merupakan gardu induk yang peralatan instalasinya berisolasi udara bebas, karena sebagian besar peralatannya terpasang di luar gedung (*switch yard*) dan sebagian kecil di dalam gedung serta memerlukan area tanah yang luas. [3]

2. Gardu Induk GIS (*Gas Insulated Switchgear*)

Merupakan gardu induk yang peralatan instalasinya berisolasi udara bebas peralatannya terpasang di luar gedung (*switch yard*) dan sebagian kecil di dalam gedung (HV cell, dan lain lain) dan memerlukan area tanah yang relatif luas. [3]

Menurut sistem busbar yang digunakan gardu induk dibedaka menjadi beberapa bentuk, yaitu [3]:

1. Gardu Induk dengan sistem ring busbar.
2. Gardu Induk dengan busbar tunggal.
3. Gardu Induk dengan busbar ganda.
4. Gardu Induk dengan satu setengah busbar.

### 2.3. Peralatan Gardu Induk

Agar gardu induk dapat menjalankan fungsi dan tujuannya, maka gardu induk dilengkapi dengan fasilitas dan beberapa peralatan. Secara umum, peralatan pada gardu induk meliputi: [1]

1. Lightning Arrester (LA)



Gambar 2.1 *Lightning Arrester* [1]

Berfungsi sebagai proteksi terhadap tegangan berlebih yang bersifat kejutan, seperti tegangan surja atau sambaran petir.

2. Current Transformer (CT)



Gambar 2.2 *Current Transformer* [1]

Merupakan transformator arus yang berfungsi mengubah besaran arus dari arus yang besar ke arus yang kecil, agar dapat terukur melalui panel kontrol. [1]

### 3. Potensial Transformator (PT)



Gambar 2.3 *Potensial Transformator* [1]

Merupakan transformator tegangan yang berfungsi untuk mengubah tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau memperkecil besaran tegangan listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi besaran tegangan untuk pengukuran dan proteksi. [1]

### 4. Transformator Daya



Gambar 2.4 *Transformator daya* [1]

Berfungsi untuk mentransformasikan daya listrik, dengan cara merubah besaran tegangannya sedangkan frekuensinya tetap. Transformator daya juga berfungsi sebagai pengatur tegangan. Trafo daya dilengkapi dengan trafo pentanahan yang berfungsi sebagai titik netral dari trafo daya. [1]

5. Sakelar Pemisah (PMS) atau *Disconnecting Switch (DS)*



Gambar 2.5 Pemisah (PMS) [1]

Berfungsi sebagai pengaman peralatan dari tegangan yang timbul setelah SUTT/SUTM diputuskan. PMS juga berfungsi sebagai isolator peralatan listrik dari peralatan yang bertegangan. Biasanya beroperasi pada saat kondisi tidak berbeban. [4]

6. Sakelar Pemutus (PMT) atau *Circuit Breaker (CB)*



Gambar 2.6 Pemutus Tenaga (PMT) [1]

Berfungsi untuk memutuskan tenaga listrik dalam keadaan gangguan maupun dalam keadaan berbeban. [1]

7. *Busbar* atau Rel

Merupakan titik pertemuan/hubungan trafo-trafo tenaga, SUTT, SKTT dan peralatan listrik lainnya. Berfungsi sebagai penerima dan penyalur tenaga listrik atau daya listrik. [3]

8. Penyulang (*feeder*)

Berfungsi untuk mentransmisikan daya listrik ke gardu lain dan juga mendistribusikannya ke konsumen. [2]

9. Peralatan pemadam Api

Untuk memadamkan api apabila terjadi kebakaran akibat hubungan singkat atau kerusakan peralatan lainnya. [1]

10. Peralatan SCADA dan Telekomunikasi [1]

11. Baterai



Gambar 2.7 Baterai [2]

Untuk sistem kontrol dan proteksi selalu memiliki keandalan dan stabilitas yang tinggi, maka sumber tenaga yang dipakai adalah baterai. Baterai memiliki fungsi penting ketika terjadi gangguan, sehingga alat-alat kontrol dan proteksi. [2]

12. Relay Proteksi dan Papan alarm [2]

13. Kompensator. [2]

## 2.4. Thermovisi

Merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur suhu benda tanpa harus menyentuh peralatan atau benda tersebut secara langsung. [5] Cara kerja dari alat tersebut adalah dengan memancarkan sinar inframerah kemudian menangkapnya kembali radiasi dari objek yang diukur. Radiasi yang dipancarkan permukaan material bergantung pada sifat termal dan kondisi permukaan. [3] Foto *thermal imaging* menggambarkan perbedaan energi yang dipancarkan oleh permukaan material yang terdeteksi sehingga derajat suhu yang terukur bermacam-macam. [4]

Berikut ini merupakan syarat-syarat agar mendapatkan pengukuran yang baik:

1. *Emisivity* objek harus diketahui secara tepat, karena tingkat emisivitas dari suatu bahan dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi bahan tersebut. [3]
2. Tingkat radiasi dari objek harus cukup besar agar dapat terdeteksi. [5]
3. Untuk memperoleh hasil yang baik, pengukuran dilakukan pada cuaca normal dan lingkungan yang baik. [3]



Gambar 2.8 Alat Thermovisi Flir i50 series





Gambar 2.9 Contoh Hasil Thermovisi

Pengukuran pada thermovisi mempunyai nilai standar suhu yang diukur sehingga digunakan sebagai acuan untuk menentukan kondisi dari objek yang diukurnya. [5]

Tabel 2.1 Parameter dan rekomendasi pengukuran thermovisi [5]

Batasan Suhu	Rekomendasi
<10 °C	Kondisi baik
10 °C - 25 °C	Perlu pengukuran satu bulan lagi
25 °C – 40 °C	Rencanakan perbaikan
40 °C - 70 °C	Perlu perbaikan segera
>70 °C	Kondisi darurat