

PERENCANAAN GARDU DISTRIBUSI UNTUK PENYESUAIAN BEBAN DI PT ERRITA PHARMA

Yakob Liklikwati¹, Dedi Setiad²

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

Abstrak

Penambahan jumlah mesin serta sarana pendukung perlu diiringi dengan penambahan kapasitas gardu distribusi utama. Penambahan kapasitas ini perlu direncanakan dengan baik dan benar berdasarkan dengan ketentuan-ketentuan yang ada. Sehingga sistem kelistrikan memiliki kehandalan yang tinggi. Perencanaan diperlukan untuk menentukan komponen-komponen yang memenuhi spesifikasi secara teknis, sehingga gangguan yang terjadi dapat diminimalisir dan semua fasilitas dapat beroperasi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen-komponen panel distribusi tegangan menengah, panel tegangan rendah serta sistem pentanahan yang dibutuhkan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk menyempurnakan produk yang telah ada maupun mengembangkan suatu produk baru. Proses perencanaan yang dilakukan ialah, menghitung jumlah total kebutuhan energi listrik, menentukan kontrak daya dengan PLN, menghitung kapasitas komponen-komponen seperti transformator, Circuit breaker dan lainnya yang diperlukan, kemudian menggambar Single Line Diagram dan layout komponen serta sistem pentanahan. Total kebutuhan daya yang diperlukan oleh PT Errita Pharma untuk seluruh fasilitas beban terpasang serta penambahan beban adalah sebesar 1308 KW atau 1539 KVA, panel PHBTM type IMC dan DM1-A, transformator sebesar 2000 KVA, Air Circuit Breaker 3200 Ampere dengan pentanahan menggunakan elektroda batang untuk transformator dan sistem mesh untuk BKT serta BKE.

Kata kunci : Gardu, Transformator, Pentanahan.

Abstract

The addition of the number of machines and supporting facilities needs to be accompanied by an increase in the capacity of the main distribution substations. This additional capacity needs to be planned properly and correctly based on existing provisions. So that the electrical system has high reliability. Planning is needed to determine components that meet technical specifications, so that disturbances that occur can be minimized and all facilities can operate optimally. This study aims to determine the components of the medium voltage distribution panel, low voltage panel and the required grounding system. The research method used is Research and Development (R&D) which is a research method that is carried out deliberately and systematically to improve existing products or develop a new product. The planning process carried out is to calculate the total amount of electricity needed, determine the power contract with PLN, calculate the capacity of components such as transformers, circuit breakers and others needed, then draw a Single Line Diagram and component layout and grounding system. The total power requirement required by PT Errita Pharma for all installed load facilities and additional loads is 1308 KW or 1539 KVA, PHBTM panels of IMC and DM1-

A types, transformers of 2000 KVA, Air Circuit Breakers 3200 Amperes with grounding using rod electrodes for transformers and mesh systems for BKT and BKE.

Keywords : Substation, Transformator, Grounding

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan suatu perusahaan seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap energi listrik. Untuk itu perlu perhatian lebih terhadap kontinuitas energi listrik. Untuk menjaga kontinuitas tersebut, sistem kelistrikan harus memiliki kehandalan yang tinggi.

Perkembangan yang pesat membuat pihak perusahaan menaikkan kapasitas produksi dengan menambah jumlah mesin serta sarana pendukung lainnya. Penambahan jumlah mesin ini menjadikan beban listrik bertambah. Akibatnya, terjadi gangguan pada sistem kelistrikan dan fasilitas yang tersedia tidak dapat beroperasi secara penuh. Gangguan yang terjadi mengakibatkan terhentinya proses produksi yang menyebabkan kerugian yang sangat besar terhadap pihak perusahaan baik dari sisi waktu operasi maupun material. Gangguan ini juga mengakibatkan kerusakan pada beberapa mesin dan peralatan listrik pada sisi gardu distribusi utama.

Penambahan jumlah mesin serta sarana pendukung lainnya perlu diiringi dengan penambahan kapasitas gardu distribusi utama. Penambahan kapasitas ini perlu direncanakan dengan baik dan benar berdasarkan dengan ketentuan-ketentuan yang ada. Sehingga sistem kelistrikan memiliki kehandalan yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut, perencanaan penambahan kapasitas gardu distribusi utama diperlukan untuk menetukan komponen-komponen yang memenuhi spesifikasi secara teknis,

sehingga gangguan yang terjadi dapat diminimalisir dan semua fasilitas dapat beroperasi secara optimal.

1.1 Tinjauan Pustaka Gardu

Gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik yang berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah, Transformator Distribusi, dan Perlengkapan Hubung bagi Tegangan Rendah untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan menengah (TM 20 KV) maupun Tegangan Rendah (TR 220 / 380).

Instalasi untuk pelanggan tegangan menengah, selain peralatan *switching* SKTM, umumnya peralatan gardu dilengkapi :

- Satu sel kubikel transformator tegangan
- Satu sel kubikel sambungan pelanggan dengan fasilitas :
 - *Circuit Breaker* (CB) yang bekerja sebagai pembatas arus nominal daya tersambung pelanggan.
 - Transformator Arus (CT)
- Satu sel kubikel untuk sambungan kabel milik pelanggan.
- Satu set relai pembatas beban.
- Satu set alat ukur (KWH meter, KVARH meter).

Arus Nominal Pengaman

Cara menentukan arus nominal kapasitas pengamanan MCB, MCCB, dan ACB, digunakan menggunakan Persamaan :

$$I_1 = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos\theta)$$

Sesuai PUPL 2011 pasal 2.2 ayat 2.2.8.3 besar nilai KHA perlengkapan yang dibebani arus beban lebih adalah 125% dari arus pengenal beban, sehingga untuk menentukan nilai KHA menggunakan Persamaan 2.5:

$$IK = I_1 \times 1,25$$

Keterangan :

- I_1 = Arus Nominal (A)
- IK = Arus KHA (A)
- P = Daya beban (W)
- V = Tegangan kerja (V)
- $\cos\theta$ = Faktor daya sistem

kebutuhan kapasitor bank

Pembacaan kw dan cos phi. Metode ini bersifat global yang diperkirakan *power factor* target cosphi. Dengan persamaan :

$$S = P + jQc$$

$$Qc = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Sistem Pentahanan

Bagian-bagian yang harus dibumikan pada gardu beton adalah :

- Titik netral sisi sekunder transformator.
- Bagian konduktif terbuka (BKT) instalasi gardu.
- Bagian konduktif ekstra (BKE).

Elektroda pembumian pada Gardu Beton memakai sistem *mesh*, dengan penghantar tembaga berpenampang 50 mm² yang digelar di bawah pondasi

bangunan gardu. Pada titik tertentu elektroda pembumian ini dikeluarkan dan dihubungkan pada instalasi ikatan ekuipotensial (*equipotential coupling*) yang dipasang setinggi 20 cm di atas lantai, mengelilingi bagian dalam dinding gardu.

2. METODE PENELITIAN

Metode *Research and Development* (R&D) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk menyempurnakan produk yang telah ada maupun mengembangkan suatu produk baru melalui pengujian, sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan.

Perencanaan Perancangan

Berdasarkan pada data-data yang sudah di dapatkan, kemudian dilakukan perencanaan perancangan yang terdiri dari :

- **Jumlah total kebutuhan daya**
Melakukan perhitungan jumlah total beban yang terpasang saat ini dan jumlah total beban yang direncanakan akan dipasang
- **Kebutuhan daya dari PLN**
Setelah didapatkan hasil total kebutuhan daya yang diperlukan langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan daya untuk sambungan dari PLN menyesuaikan ketersediaan daya dari PLN
- **Kapasitas Komponen yang diperlukan**
Meliputi penghitungan kapasitas transformator, pembatas utama, PHBTM, komponen PHBTR dan komponen pendukung lainnya.

- **Menggambar Single Line Diagram**
Langkah selanjutnya adalah menggambar *single line diagram* dari keseluruhan perancanaan yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Kebutuhan Daya

Merupakan penjumlahan dari total kebutuhan daya dari mesin dan fasilitas yang saat ini terpasang dengan total kebutuhan daya dari mesin dan fasilitas yang direncanakan akan dipasang. Total kebutuhan daya yang diperlukan oleh PT Errita Pharma untuk seluruh fasilitas beban terpasang serta penambahan beban yang akan dipasang adalah sebesar 1308 KW atau jika dalam satuan KVA Maka nilai total kebutuhannya adalah 1539 KVA

Besar Daya Kontrak PLN

PT Errita Pharma termasuk dalam golongan I3 karena menggunakan daya di atas 200 KVA dan dibawah 30.000 KVA. Dengan menyesuaikan tabel daya kontrak PLN maka dipilihlah nilai kontak sebesar 1730 KVA dengan pembatas arus sebesar 50 Ampere.

Transformator Daya

Berdasarkan nilai kontrak yang maka untuk menentukan kapasitas transformator dengan nilai faktor kebutuhan sebesar 0.85 (tidak semua beban menyala dalam waktu bersamaan) ditambah dengan nilai cadangan 2-5 tahun kedepan sebesar 20%. Dikarenakan dipasaran tidak terdapat trafo dengan kapasitas sesuai dengan perhitungan diatas, maka dipilihlah transformator dengan kapasitas 2000 KVA merk Trafindo.

Panel Hubung Bagi Tegangan Menengah

Pada perencanaan ini direncanakan menggunakan merk Schneider dengan spesifikasi *Incoming* dengan tipe IMC. Terdiri atas *Load Break Switch*, *Coupling capacitor* dan *Current Transformers*. Untuk kubikel *outgoing* atau yang menuju ke transformator direncanakan menggunakan type DM1-A yang memiliki komponen-komponen sebagai berikut :

- SF1 atau SF set *circuit breaker* (CB dengan SF6 gas)
- Pemutus dari *Earth Switch*
- *Three Phase Busbar*
- *Circuit Breaker Operating Mechanism*
- *Disconnection Operating Mechanism CS*
- *Voltage Indicator*
- Peralatan proteksi yang digunakan SEPAM + SERIES 20
- CT for SF1 CB
- Heater 50 Watt

Panel Hubung Bagi Tegangan Menengah

Untuk panel hubung bagi tegangan rendah terdiri dari beberapa komponen yaitu pengaman utama (*Incoming*), *Busbar*, dan pengaman beban (*Outgoing*). Maka direncanakan ACB yang akan digunakan adalah ACB merk Schneider dengan 4P dengan type NW32H14D2EH Macrologic 2.0 dengan Kapasitas 3200 Ampere. Dipilih *busbar* yang dilapisi lapisan konduktif dengan ukuran 80x10 mm dengan KHA 1590, sehingga jika menggunakan 2 *busbar* KHA nya menjadi 3180 Ampere. Untuk pengaman beban *outgoing* akan berjumlah 10 dengan kapasitas sesuai beban masing-masing panel SDP.

Panel Kapasitor Bank

Nilai kapasitor bank menggunakan metode bersifat global yang diperkirakan power *factor target cosphi 1 (lagging)*. Berdasarkan hasil perhitungan, maka direncanakan menggunakan kapasitor dengan kapasitas 80 KVAR 400/415 Volt merk ABB Type CLMD 63 sebanyak 12 buah. Untuk kontrol kapasitor menggunakan ABB Capacitors Controller 12 Step.

Kabel Penghantar

PHBTM menuju Transformator Menggunakan kabel dengan jenis N2XSY Merk Supreme ukuran 1 x 50 dengan nilai maksimum arus 238 ampere pada suhu sekitar 30°C

Transformator menuju PHBTR menggunakan kabel dengan jenis NYY Merk Supreme ukuran 4x1x240 dengan KHA 530 ampere jika dipasang 7 maka nilai KHA nya menjadi 3710 Ampere. Sementara penghantar untuk masing masing Beban SDP

No	Nama Beban	Nilai KHA (ampere)	Ukuran Kabel (mm)	Jumlah Kabel
1	SDP TNBL 1	318	150	1
2	SDP TNBL 2	798	240	2
3	SDP TNBL 3	68	4x16	1
4	SDP BL	486	95	2
5	SDP Liquid	312	150	1
6	SDP Semsol	121	50	1
7	SDP EN	301	150	1
8	SDP GOJ 2	265	120	1
9	Lab Mikro	53	4x10	1
10	Office	53	4x10	1

Sistem Pembumian

Titik netral transformator penurun tegangan menggunakan BC 50 mm², dengan elektroda bumi memakai elektroda jenis batang. Panjang batang yang digunakan adalah 100 cm dengan panjang kawat penghantar BC 50 5 meter.

Untuk bagian BKT dan BKE, pembumian pada memakai sistem mesh, dengan penghantar tembaga berpenampang 50 mm² seluas 32 m² yang digelar di bawah pondasi bangunan gardu sedalam 150 cm² dengan harapan nilai tahanan pembumian tidak melebihi < 0.5 ohm.

4. KESIMPULAN

Besar jumlah penambahan fasilitas serta pendukung lainnya yang berdampak terhadap kebutuhan energi listrik yang harus disediakan sebesar 1308 KW atau 1539 KVA. Sedangkan kapasitas daya listrik terpasang di PT Errita Pharma adalah sebesar 900 KVA. Perbedaan nilai ini mengakibatkan seringnya terjadi permasalahan dan beberapa fasilitas tidak bisa beroperasi secara penuh.

Transformator penurun tegangan yang direncanakan diaplikasikan adalah sebesar 2000 KVA dengan jenis transformator berpendingin cairan oli.

Untuk kebutuhan PHBTM digunakan merk Schneider dengan tipe *incoming* IMC dan *Outgoing* tipe DM1-A, sedangkan untuk breaker utama pada panel PHBTR digunakan jenis ACB dengan kapasitas 3200 Ampere dengan sistem pentahanan menggunakan elektroda batang untuk titik netral transformator dan sistem mesh untuk BKT dan BKE.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslimeri, G. &. (2008). Teknik Transmisi Tenaga Listrik Untuk Smk. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Brunello, Gustavo. (2003). Shunt Capacitor Bank Fundamental and Protection, Conference for Protective Relay Engineers, Houston: Texas A&M University.
- Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. (2003). Perencanaan Dan Konstruksi Panel Listrik. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah.
- Dirjen Pembinaan Smk. (2013). Gardu Induk : Semester 3. Jakarta: Kemendikbud RI.
- Dwiputra, Ismanto. (2016). Cara mengukur Power Factor Correction dan Capacitor Bank. Website: <https://engineering4better.blogspot.com/2016/10/power-factor-correction-dan-capacitor.html>
- Fherr, III, Ralf E. 2016. Industrial Power Distribution Second Edision. New Jersey : John Wiley & Sons Inc
- Gönen, Turan. 2014. Electric Power Distribution Third Edition. Boca Raton : CRC Press Taylor & Francis Group.
- Ivan. (2020, Februari 21). Biaya Pasang Baru Dan Pemakaian Minimal Listrik Pln Tarif Industri. Retrieved From Epc (Engineering, Procurement,Construction): <Https://Ivanemmoy.Wordpress.Com/2020/02/21>
- Listrik, A. D. (2017). Transformator-Trafo. Retrieved From Direktori Listrik: <Https://Direktorilistrik.Blogspot.Com/2017/01/Kapasitas-Transformator-Dan-Kemampuan-Bebannya-Yang-Disuplaynya>
- Ponto, Hantje. 2018. Dasar Teknik Listrik, Bandung : Deepublish
- Pradana, A. B. (2016). Tugas Akhir : Perencanaan Instalasi Listrik Gedung Dinas Pendidikan Kabupaten Wonogiri. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Semarang
- PT PLN (2010). Buku 4 : Standar Konstruksi Gardu Distribusi Dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta: PT PLN
- PUIL. (2011). Persyaratan Umum Listrik 2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Putra, Nusa. 2015. Research & Development Penelitian dan Pengembangan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: PT Alfabet.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2009. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung : Remaja Rosdakarya
- Suswanto, D. D. (2010). Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Negeri Padang. Retrieved From : <Https://Daman48.Wordpress.Com/2010/11/25/14/>
- Wibowo, Agus. 2021. Instalasi Listrik Industri. Semarang : Yayasan Prima Agus Teknik
- Yakob Liklikwatil, 2014, Mesin-Mesin Listrik, Bandung : Deepublish.