

Studi Perancangan Kapasitor Bank 1200 KVAR di PT. Raya Sinergi Elektrikal

Listiawati^{*)}, Amani Darma Tarigan, Adisastra P Tarigan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi
Jln. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing, Medan, 20128, Sumatera Utara, Indonesia
email: listiawati239@gmail.com

Abstract — Electricity is a vital necessity for human life, and one aspect related to electricity is the electrical panel, which functions as the distributor of electrical energy. PT. Raya Sinergi Elektrikal is a company engaged in the manufacturing of electrical panels, with one of its products being the Capacitor Bank Panel, which serves to improve power factor. The production of capacitor bank panels involves design considerations, including the components to be used, panel construction, wiring diagrams, single-line diagrams, and calculations of Capacitor Bank Panel requirements. The Capacitor Bank Panel can be operated manually or automatically. This research was conducted through direct observation and interviews at PT. Raya Sinergi Elektrikal to gather data related to the topic. This study adds new knowledge and understanding regarding the design of 1200KVAR Capacitor Bank Panels, which are widely used in industries and offices to minimize power factor losses.

Abstrak — Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia, salah satu hal yang berhubungan dengan listrik adalah panel listrik yang berfungsi sebagai penyalur energi listrik PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan panel listrik dengan salah satu produknya adalah Panel Kapasitor Bank yang berfungsi untuk meningkatkan faktor daya. Pembuatan panel kapasitor bank tidak lepas dari istilah perancangan yang meliputi komponen-komponen yang akan digunakan, konstruksi panel, wiring diagram dan single line diagram, serta perhitungan kebutuhan Panel Capacitor Bank. Panel Capacitor Bank dapat dioperasikan secara manual dan otomatis. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung dan wawancara pada PT. Raya Sinergi Electrical untuk mendapatkan data terkait judul. Penelitian ini menambah pengetahuan dan pemahaman baru mengenai perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR yang banyak digunakan di industri dan perkantoran untuk meminimalkan faktor daya yang dihasilkan.

Kata Kunci — Faktor Daya, Kapasitor Bank, Panel Listrik

***) penulis korespondensi: Listiawati**
Email: listiawati239@gmail.com

I. PENDAHULUAN

PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi panel listrik dan juga merupakan perusahaan kontraktor listrik yang berkualitas. PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan perusahaan yang memberikan jasa terkait dengan distribusi tenaga listrik, seperti jasa desain, produksi, perbaikan dan pemasangan berbagai jenis panel distribusi dan kendali listrik untuk beberapa tempat seperti keperluan industri, bangunan komersial, dan lain sebagainya. Produk yang dihasilkan oleh PT. Raya Sinergi Elektrikal tentunya berkualitas, dibuat dengan standar kualitas tinggi dan diproduksi atau dikerjakan oleh staf yang memiliki pengalaman luas.

Selain itu, produk yang dihasilkan di PT. Raya Sinergi Elektrikal telah memenuhi standar kelistrikan yang berlaku di Indonesia. Produk yang PT. Raya Sinergi Elektrikal memproduksi terbagi menjadi dua jenis panel berdasarkan tegangannya, yaitu Panel Tegangan Rendah dan Panel Tegangan Menengah. Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan Panel Kapasitor Bank. Panel Kapasitor Bank merupakan panel yang biasa dibutuhkan di berbagai tempat seperti industri, perkantoran, apartemen dan lain sebagainya. Panel Capacitor Bank merupakan panel yang berisi rangkaian yang terdiri dari beberapa unit kapasitor. Fungsi Panel Capacitor Bank adalah memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$) untuk meningkatkan kapasitas daya dan meningkatkan kemampuan pemanfaatan peralatan listrik konsumen PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi panel listrik dan juga merupakan perusahaan kontraktor listrik yang berkualitas. PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan perusahaan yang memberikan jasa terkait dengan distribusi tenaga listrik, seperti jasa desain, produksi, perbaikan dan pemasangan berbagai jenis panel distribusi dan kendali listrik untuk beberapa tempat seperti keperluan industri, bangunan komersial, dan lain sebagainya. Produk yang dihasilkan oleh PT. Raya Sinergi Elektrikal tentunya berkualitas, dibuat dengan standar kualitas tinggi dan diproduksi atau dikerjakan oleh staf yang memiliki pengalaman luas.

Selain itu, produk yang dihasilkan di PT. Raya Sinergi Elektrikal telah memenuhi standar kelistrikan yang berlaku di Indonesia. Produk yang PT. Raya Sinergi Elektrikal memproduksi terbagi menjadi dua jenis panel berdasarkan tegangannya, yaitu Panel Tegangan Rendah dan Panel Tegangan Menengah. Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. Raya Sinergi Elektrikal merupakan Panel Kapasitor Bank. Panel Kapasitor Bank merupakan panel yang biasa dibutuhkan di berbagai tempat seperti industri, perkantoran, apartemen dan lain sebagainya. Panel Capacitor Bank merupakan panel yang berisi rangkaian yang terdiri dari beberapa unit kapasitor. Fungsi Panel Capacitor Bank adalah memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$) untuk meningkatkan kapasitas daya dan meningkatkan kemampuan pemanfaatan peralatan listrik konsumen

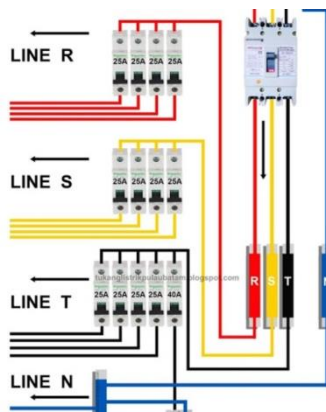
II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Menurut Susanto (2018) Desain adalah suatu proses terperinci untuk menciptakan solusi berbasis komputer terhadap permasalahan atau masalah setelah dipilih dalam tahap penyelidikan (analisis). Tahap perancangan meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah proses penyusunan spesifikasi produk, kemudian menentukan perbandingan (skala) instrumen, memperbaiki petunjuk pokok, merancang bentuk asli produk, dan mengembangkan produk instrumen berdasarkan hasil desain produk yang telah dirancang

sebelumnya (Hamid, 2019). Kegiatan dalam suatu desain mempunyai satu ciri, salah satunya adalah perancangan selalu dimulai dari awal sampai akhir, artinya kegiatan dalam desain selalu terfokus pada titik akhir penggambaran produk. Hasil perancangan ini akan membuat proses pembuatan menjadi lebih mudah dari segi produktivitas. Oleh karena itu, proses desain merupakan proses utama sebelum menghasilkan sesuatu.

A. Panel Listrik

Panel listrik adalah peralatan listrik yang mempunyai fungsi menyalurkan, membagi dan mendistribusikan energi listrik yang berpusat dari sumber listrik yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara) ke instalasi dan peralatan konsumen listrik (Suryono, 2018).



Gbr. 1 Panel Distribusi

Panel listrik memiliki beberapa fungsi diantaranya:

1. Penghubung

Konektor, artinya panel yang digunakan untuk menghubungkan suatu rangkaian listrik dengan rangkaian listrik lainnya berdasarkan prinsip kerjanya. Panel listrik menghubungkan catu daya listrik yang berasal dari panel utama dengan beban instalasi listrik.

2. Pengaman

Fungsi dari panel listrik pengaman ini dimaksudkan untuk lebih memperhatikan komponen-komponen yang terdapat pada panel yaitu *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) dan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) yang berfungsi untuk melindungi panel listrik ketika terjadi gangguan atau ada masalah pada rangkaian listrik.

3. Pembagi

Pembagian yang dapat dilakukan adalah pada instalasinya, baik pada instalasi penerangan maupun instalasi kekuatan. Pembagian ini bekerja dengan membagi penyediaan listrik berdasarkan banyak beban. Selain dapat membagi beban, panel listrik juga berfungsi untuk membagi fasa R, S, T sehingga terdapat beban yang sebanding antara satu fasa dengan fasa lainnya.

4. Penyuplai

Panel juga dapat berfungsi sebagai penyuplai atau penyedia pasokan dasar daya listrik dari sumber ke beban. Panel berperan sebagai penyalur dan penyalur tenaga listrik yang dimulai dari panel utama dan cabang ke pusat beban yang berfungsi untuk penerangan instalasi listrik.

5. Pengontrol

Fungsi utama panel listrik adalah sebagai pengontrol. Hal ini disebabkan oleh semua beban yang ada yang terdapat pada panel dapat dikontrol atau dikontrol hanya dari tempat yang sama.

B. Faktor Daya

Faktor daya adalah rasio daya aktif (dalam watt) terhadap daya. Daya semu atau total (VA) atau juga sudut kosinus antara daya aktif dan daya semu atau daya total. Semakin tinggi daya reaktif maka semakin tinggi pula daya reaktifnya semakin tinggi nilai cosinusnya. Faktor tersebut dapat dikatakan baik jika nilai faktor dayanya mendekati 1. Sebaliknya, Faktor daya dikatakan buruk apabila nilai faktor dayanya mendekati 0. Nilai faktor daya tersebut dapat dihitung dengan membagi daya aktif (P) dengan daya semu (S). Berikut rumus yang digunakan kapan mencari perhitungan faktor daya.

$$\text{Faktor Daya}(S) = \frac{\text{Daya Aktif}(P)}{\text{Cos}\phi}$$

C. Daya Listrik

Daya listrik adalah laju perpindahan energi listrik dalam suatu rangkaian listrik. arus yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik membuatnya bekerja. Perangkat mengubah pekerjaan ini menjadi berbagai bentuk yang berguna seperti panas, cahaya, energi kinetik dan suara (Hakim, 2014). Tenaga listrik terbagi menjadi tiga yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), daya semu (S). Dalam kekuatan yang terkait erat dengan istilah hubungan segitiga kekuasaan, yaitu hubungan yang terdiri dari tiga jenis Kekuatan. Berikut ini adalah gambar segitiga daya.



Gbr. 2 Segi Tiga Daya

1. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang benar-benar digunakan dan dapat diukur pada beban. Pada Dalam penggunaannya, daya aktif dapat dibedakan menjadi dua jenis fasa, yaitu satu fasa dan tiga fasa

2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan daya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan medan magnet. Medan Magnet yang dihasilkan kemudian akan membentuk fluks medan magnet

3. Daya Semu

Daya semu dihasilkan dengan mengalikan tegangan dan arus yang melewati distributor (pengiriman)

D. Kapasitor Bank

Bank kapasitor adalah rangkaian yang terdiri dari kumpulan kapasitor dengan Kapasitansi menjelaskan bahwa besarnya daya reaktif diperoleh dari frekuensi dan tegangan Unit VAR (Brunello, 2018). Kapasitor ini mempunyai sifat kelistrikan yaitu kapasitansi (konduksi), oleh karena itu, Bank kapasitor mempunyai sifat yang dapat menghilangkan atau mengurangi sifat induktif. Selain itu, kapasitor bank juga bertindak sebagai

penyeimbang karakteristik induktif. Berikut gambar kapasitor bank



Gbr. 3 Panel Kapasitor Bank

E. Power Factor Regulator

Power Factor Regulator merupakan suatu peralatan kendali yang mempunyai fungsi sebagai pengatur mengkompensasi kapasitas pada kapasitor untuk menyuplai daya reaktif ke sistem sesuai kebutuhan. Pada dasarnya pengatur faktor daya sama dengan Human *Machine Interface* (HMI), HMI merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghubungkan manusia dengan mesin pada industri yang biasa digunakan untuk menampilkan, mengamati, dan mengendalikan atau mengendalikan mesin yang sedang beroperasi.



Gbr. 4 Panel Kapasitor Bank

III.METODE PENELITIAN

Penulis melakukan penelitian dengan menggunakan metode observasi langsung dan wawancara. Observasi ini dilakukan terhadap perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR yang meliputi komponen-komponen yang digunakan, konstruksi kotak panel, prinsip kerja, dan perhitungan kebutuhan dalam perancangan panel. Sedangkan wawancara dilakukan kepada supervisor di industri dan karyawan PT. Raya Sinergi Elektrikal untuk menambah pemahaman dan pengetahuan. Hasil observasi dan wawancara yang penulis lakukan, kemudian mencari referensi dari jurnal dan *e-book* terkait topik yang penulis bahas yang dituangkan dalam bentuk laporan.

A. Spesifikasi Komponen Panel Kapasitor Bank 1200KVAR

Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan Panel kapasitor Bank 1200KVAR diantaranya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

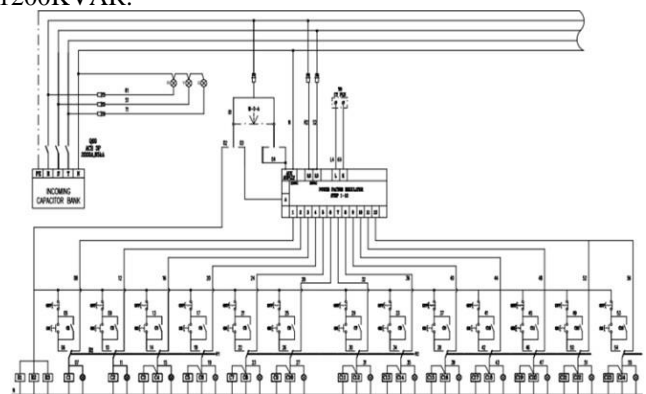
TABEL I
SPESIFIKASI KOMPONEN PANEL KAPASITOR BANK 1200KVAR

No	Kompon	Brand	Tipe	Jumlah
1	Box Panel	3 Kreasi	Freestanding Indoor 2100 x 2700 x	1 Unit

			1400 mm RAL 7032	
2	ACB 3P 2000A 85KA	Shihlin	BW 2000 - HS	1 pcs
3	MCCB 3P, 200A, 30KA	Shihlin	BM 125 - SN	11 pcs
4	MCCB 3P, 125A, 22KA	Shihlin	BM 125 - SN	2 pcs
5	Power Factor Control 12 Step	ABB	RVC - 12	1 pcs
6	Kontaktor 75kVAR/400VAC	Lovato	BF110K230	24 pcs
7	Kapasitor Bank 50KVAR 525V	ABB	CLMD 63 080 525	24 pcs
8	Detuned Reactor 50KVAR/525V	ABB	178815	24 pcs
9	Selector M-O-A	Howig		1 pcs
10	Push Button	Howig		26 pcs
11	Fuse + Cartridge	Howig		5 pcs
12	Pilot Lamp	Howig		12 pcs
13	Relay 2 C/O, 220VAC + Socket	Idec		1 Lot
14	Exhaustfan	CKE	10"	4 pcs
15	Thermostat	Schneider		1 pcs
16	Lampu TL + Limit Switch	Philips		4 Set

B. Single Line Diagram dan Wiring Diagram Panel Kapasitor Bank 1200 KVAR

Dalam pemasangannya, diagram garis tunggal menjelaskan letak komponen yang digunakan dihubungkan oleh satu garis. Sedangkan wiring diagram merupakan gambar yang disajikan secara detail yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar komponen secara detail. Berikut gambar diagram garis tunggal dan *Wiring Diagram Panel Capacitor Bank 1200KVAR*.



Gbr. 5 Wiring Diagram Panel Kapasitor Bank 1200 KVAR

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan perancangan, hal penting lainnya adalah melakukan perhitungan untuk memperkirakan jumlah kebutuhan komponen yang digunakan. Berikut tabel berisi perhitungan data pada Panel Capacitor Bank berkapasitas 1200KVAR.

TABEL II
DATA KEBUTUHAN HASIL PANEL KAPASITOR BANK 1200KVAR

Sebelum				Setelah		
Daya Aktif (P)	Daya Total (S1)	Daya Reaktif (Q1)	Beban (Amps)	Daya Total (S2)	Daya Reaktif (Q2)	Beban (Amps)
1508 kW	2010,7kV	1329 kVAR	2418,5 Amps	1587 kVA	494,4 kVAR	1909,3 Amps

Berdasarkan Tabel 2 di atas, yang mana merupakan hasil perhitungan kebutuhan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR. Diketahui bahwa cos phi awal sebesar 0,75 dengan target cos phi sebesar 0,95. Berikut ini adalah proses perhitungan dari hasil data

- a. Perhitungan Daya Aktif Diketahui:

$$\text{Cos phi awal} = 0,75$$

$$\text{Daya total (S1)} = 2010,7 \text{ kVA}$$

Ditanya:

$$\text{Daya Aktif (P)} = ?$$

$$\text{Jawab: } P = \cos \phi \times S1$$

$$P = 0,75 \times 2010,7 = 1508 \text{ kW}$$

- b. Perhitungan Daya Reaktif Awal (Q1)

Diketahui:

$$\text{Daya Aktif (P)} = 1508 \text{ kW}$$

$$\text{Daya total (S1)} = 2010,7 \text{ kVA}$$

Ditanya:

$$\text{Daya Reaktif Awal (Q1)} = ?$$

Jawab:

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q1 = \sqrt{2010,7^2 - 1508^2}$$

$$Q1 = 1329 \text{ kVAR}$$

- c. Perhitungan Faktor Daya (S2)

Diketahui:

$$\text{Daya Aktif (P)} = 1508 \text{ kW}$$

$$\text{Cos phi target} = 0,95$$

$$\text{Ditanya: Faktor daya (S)} = ?$$

Jawab:

$$S = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \frac{1508}{0,95} = 1587 \text{ kVAR}$$

- d. Perhitungan Daya Reaktif Target (Q2)

Diketahui: Faktor daya (S) = 1587 kVA

$$\text{Daya aktif (P)} = 1508 \text{ kVA}$$

Ditanya:

$$\text{Daya Reaktif Target (Q2)} = ?$$

Jawab:

$$Q2 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q2 = \sqrt{1587^2 - 1508^2}$$

$$Q2 = 494,4 \text{ kVAR}$$

Analisa Kerja Kapasitor Bank 1200KVAR.

Prinsip kerja Panel Kapasitor Bank 1200KVAR terbagi menjadi dua yaitu dapat dilakukan secara manual atau dapat dilakukan secara otomatis (automation). Pengoperasian manual menggunakan tombol tekan start dan stop. Bila ingin memilih sistem operasi secara manual, langkah pertama yang

dilakukan adalah memutar saklar pemilih ke posisi manual. Setelah itu relay akan mendapatkan daya dimana awalnya kontak-kontak tersebut berada pada posisi 2 sampai 6 menjadi kontak 6 sampai 4. Dengan kata lain kontak-kontak tersebut berubah dari posisi biasanya terbuka (NO) menjadi biasanya tertutup (NC) dan sebaliknya. Ketika tombol push ditekan, kontak A1 kontaktor terhubung atau mendapat daya dan kontaktor otomatis berfungsi dengan kontak awalnya berada pada posisi normal terbuka (NO) hingga normal tertutup (NC) yang dibuktikan dengan indikator berupa lampu pilot. Sistem operasi selanjutnya adalah sistem operasi otomatis. Pada sistem operasi ini, saklar pemilih diputar ke posisi otomatis. Secara otomatis kontak-kontak pada masing-masing kontaktor akan terhubung dan menghidupkan kapasitor. Pada sistem operasi otomatis hal ini berkaitan dengan pengendalian faktor daya yang telah diatur sebelumnya. Berikut gambar diagram sistem Panel Kapasitor Bank 1200KVAR.

Langkah awal adalah pengendalian faktor daya yaitu melakukan pembacaan nilai cos phi dibantu dengan trafo arus (CT). Kemudian pengontrolan faktor daya mulai menghitung untuk mengetahui besarnya kapasitas kapasitor yang dibutuhkan untuk mengoreksi cos phi. Selanjutnya pengontrol faktor daya mengatur relay agar on atau terhubung untuk menghidupkan kontaktor sesuai langkah yang diinginkan. Ketika kontaktor hidup atau terhubung, maka kapasitor mulai mengkompensasi daya reaktif. Jika nilai cos phi sudah masuk minimal 0,85 maka perhitungan yang dilakukan oleh kontrol faktor daya akan terhenti. Sebaliknya jika nilai cos phi belum mencapai minimal 0,85 maka pengontrol faktor daya akan terus melakukan perhitungan hingga mencapai nilai cos phi minimal 0,85

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pada proses perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR terdapat beberapa hal yang harus dipersiapkan dalam proses perancangan, antara lain menyiapkan diagram garis tunggal dan diagram pengkabelan, pada tahap perancangan. juga melakukan perhitungan yang digunakan untuk menentukan kebutuhan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan. Prinsip kerja Panel Capacitor Bank terbagi menjadi dua sistem operasi yaitu sistem operasi manual dan sistem operasi otomatis. Pengoperasian manual menggunakan tombol start dan stop, sedangkan pengoperasian otomatis menggunakan kontrol faktor daya

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brunello, G. (2018). Shunt Capacitor Bank Fundamental and Protection, Conference for Protective Relay Engineers, Texas A&M University
- [2] Esye, Y. (2021). Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan. Jurnal Sains dan Teknologi, 11(1).
- [3] Hakim, M., F. (2018). Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang. Jurnal ELTEK, 12(1), 105-118.
- [4] Hamid, M. A. (2019). Pengembangan Instrumen Penilaian Hasil Belajar Siswa Berbasis TIK Pada Pembelajaran Dasar Listrik Elektronika. Jurnal VOLT, 1(1), 37-46.
- [5] Harten, P., V., & Setiawan, E. (1992). Instalasi Listrik Arus Kuat 1. Bandung: Bian Cipta.
- [6] Noor, F., A. (2017). Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket. Jurnal Teknik Elektro, 9(2).

- [7] Septiansyah, F. (2018). Rekontruksi Panel Distribusi Daya Listrik PP-IB Laboraturium Instalasi Listrik POLBAN Menurut Standar SNI PUIL 2000. Bandung: JBPTPOLBAN.
- [8] Suryono., & Supriyati. (2018). Rancang Bangun Pengontrol panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID). *ORBITH*, 14 (1), 28-39.
- [9] Susanto, A. (2004). Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya. Bandung: Lingga Jaya.
- [10] Syaefulloh, A., & Darmawan, I., A. (2020). Aplikasi PLC Omron CP1E-N40 DT1-D sebagai Sistem Kontrol Exit Roll Kiln 1 dalam Pembuatan Keramik di PT. Satyaraya Keramindoindah. *Jurnal Elektro KOmputer Teknik*, 4(2), 209-218