

PERANCANGAN PANEL KAPASITOR BANK 1200KVARDI PT. TIGA KREASI INDONESIA

Maya Saralina^a, Bagus Dwi Cahyono^b

^aFakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, 2283200003@untirta.ac.id,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

^bFakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, bagus.dwicahyono@untirta.ac.id,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

ABSTRACT

Electricity is a very important requirement for human life, one of the things related to electricity is the electric panel which functions as a distributor of electrical energy. PT. Tiga Kreasi Indonesia is a company engaged in the manufacture of electrical panels with one of its products being a Capacitor Bank Panel which functions to improve power factor. The manufacture of Bank capacitor panels cannot be separated from the term design, which includes the components to be used, panel construction, wiring diagrams and single line diagrams, as well as calculating the needs of Bank Capacitor Panels. Bank Capacitor Panel can be operated manually and automatically. This research was conducted by direct observation and interview with PT. Tiga Kreasi Indonesia to get data related to the title. This research adds new knowledge and understanding regarding the design of the 1200KVAR Bank Capacitor Panel which is widely used in industry and offices to minimize the resulting power factor.

Keywords: Power Factor, Capacitor Bank, Electrical Panel.

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia, salah satu hal yang berkaitan dengan listrik ialah panel listrik yang berfungsi sebagai penyalur energi listrik. PT. Tiga Kreasi Indonesia merupakan suatu perusahaan yang bergerak pada bidang pembuatan panel listrik dengan salah satu hasil produksinya adalah Panel Kapasitor Bank yang berfungsi untuk memperbaiki faktor daya. Pembuatan Panel kapasitor Bank tidak lepas dari istilah perancangan, dimana meliputi komponen yang akan digunakan, kontruksi panel, wiring diagram dan single line diagram, serta perhitungan kebutuhan Panel Kapasitor Bank. Panel Kapasitor Bank dapat dioperasikan dengan cara manual dan otomatis. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi dan wawancara secara langsung ke PT. Tiga Kreasi Indonesia untuk mendapatkan data terkait judul. Penelitian ini menambah pengetahuan dan pemahaman baru terkait perancangan pada Panel Kapasitor Bank 1200KVAR yang banyak digunakan di industri maupun perkantoran untuk meminimalisir faktor daya yang dihasilkan.

Kata Kunci: Faktor Daya, Kapasitor Bank, Panel Listrik.

1. PENDAHULUAN

PT. Tiga Kreasi Indonesia merupakan suatu perusahaan yang bergerak pada bidang produksi panel listrik serta perusahaan kontraktor listrik yang berkualitas. PT. Tiga Kreasi Indonesia ialah perusahaan penyedia jasa beberapa hal yang berkaitan dengan distribusi listrik, seperti jasa perancangan, produksi, reparasi, dan instalasi berbagai jenis panel distribusi dan kontrol listrik untuk keperluan beberapa tempat seperti keperluan industri, gedung-gedung komersial, dan lain sebagainya. Produk-produk yang dihasilkan oleh PT. Tiga Kreasi Indonesia tentunya berkualitas yang dibuat dengan standar kualitas yang tinggi serta diproduksi atau dikerjakan oleh staf-staf yang telah memiliki pengalaman yang luas. Selain itu produk yang diproduksi di PT. Tiga Kreasi Indonesia telah memenuhi standar kelistrikan sesuai yang berlaku di Indonesia.

PT. Tiga Kreasi Indonesia berdiri pada tahun 2015 yang awalnya berlokasi di Serpong, Tangerang Selatan. Namun karena makin berkembang dan banyaknya pesanan dari konsumen, pada tahun 2017 PT.

Tiga Kreasi Indonesia memutuskan berpindah lokasi yang lebih luas menjadi di Bitung, Kabupaten Tagerang. Produk-produk yang dapat PT. Tiga Kreasi Indonesia hasilkan terbagi menjadi dua jenis panel berdasarkan tegangannya yaitu Panel Tegangan Rendah dan Panel Tegangan Menengah. Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. Tiga Kreasi adalah Panel Kapasitor Bank. Panel Kapasitor Bank merupakan sebuah panel yang biasanya dibutuhkan diberbagai tempat seperti pada industri, perkantoran, apartemen dan lain sebagainya. Panel Kapasitor Bank adalah panel yang didalamnya memiliki rangkaian yang terdiri dari beberapa unit kapasitor. Adapun fungsi dari Panel Kapasitor Bank itu adalah dapat memperbaiki *power factor* (*cos phi*) untuk meningkatkan kapasitas suatu daya serta meningkatkan kemampuan pemanfaatan peralatan listrik dari konsumen. Di PT. Tiga Kreasi Indonesia melayani berbagai sektor diantaranya, yaitu : Makanan dan Minuman, Otomotif, Kimia, Minyak Kelapa Sawit, *Woodworking*, Pembangkit Listrik, Hotel, Apartemen, Mall, dan Gedung Kantor. Selain itu layanan yang tersedia di PT. Tiga Kreasi Indonesia yaitu: *Design/Engineering*, Prototipe, Modifikasi Panel, Penggantian Panel, Tes Pabrik, *Testing Commissioning*, Pelatihan, Pengujian, Garansi, dan Layanan Telepon 24 Jam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan

Menurut Susanto (2004) Perancangan merupakan proses pembuatan secara terperinci dari pemecahan persoalan atau masalah berbasis komputer setelah dipilih dalam tahap penyelidikan (analisis). Dalam tahap *design* (perancangan), mencakup beberapa tahapan diantaranya yaitu proses menyusun spesifikasi pada produk, kemudian penentuan perbandingan (skala) instrumen, perbaikan petunjuk hal pokok, merancang bentuk asli produk, dan mengembangkan produk instrumental yang berdasar dari hasil *design* produk sudah dirancang sebelumnya (Hamid, 2016). Aktivitas dalam suatu perancangan memiliki ciri salah satunya adalah perancangan selalu dimulai dari awal sampai akhir, maksudnya ialah aktivitas dalam perancangan selalu terfokus pada titik akhir dari penggambaran produk. Hasil dari perancangan ini akan menjadikan lebih mudah proses pembuatan dalam produktivitas. Oleh karena itu, proses perancangan merupakan proses pokok sebelum memproduksi sesuatu.

2.2. Panel Listrik

Panel listrik merupakan peralatan listrik yang memiliki kegunaan untuk menyalurkan, membagi, dan mendistribusikan energi listrik yang berpusat dari sumber listrik yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara) menuju ke instalasi dan peralatan konsumen listrik (Suryono, 2018).



Gambar 1. Distribusi Panel
(Sumber: Septiansyah, 2013)

Menurut Harten (1992), panel listrik memiliki beberapa fungsi diantaranya berikut ini:

- 1) Penghubung
Penghubung, yang mana artinya panel digunakan untuk menghubungkan rangkaian listrik yang satu dengan rangkaian listrik lainnya berdasarkan prinsip kerjanya. Panel listrik menghubungkan persediaan tenaga listrik yang berasal dari panel utama sampai pada beban instalasi listrik.
- 2) Pengaman
Fungsi panel listrik pengaman ini dimaksudkan ialah lebih pada komponen yang terdapat di dalam panel yaitu Moulded Case Circuit Breaker (MCCB) dan Miniature Circuit Breaker (MCB) yang berfungsi untuk pengaman panel listrik ketika terjadi trouble atau masalah dirangkaiannya.
- 3) Pembagi
Pembagian yang dapat dilakukan pada instalasinya, baik pada instalasi penerangan ataupun instalasi tenaga. Pembagaian tersebut bekerja dengan cara membagi pasokan tenaga listrik berdasarkan banyaknya beban. Selain dapat membagi beban, panel listrik juga berfungsi untuk membagi fasa R, S, T supaya memiliki load yang sebanding antara fasa yang satu dengan fasa yang lainnya.
- 4) Penyuplai

Panel juga dapat berfungsi sebagai penyuplai atau memberikan persediaan tenaga listrik yang beralas dari sumber menuju beban. Panel berperan sebagai penyalur serta pendistribusi listrik mulai dari panel utama dan panel cabang hingga pada pusat beban yang berfungsi untuk penerangan instalasi listrik.

5) Pengontrol

Fungsi utama dari panel listrik ialah sebagai pengontrol. Hal tersebut dikarenakan seluruh beban yang terdapat di panel dapat dikendalikan atau dikontrol hanya dari satu tempat yang sama.

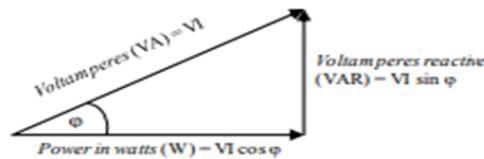
2.3. Faktor Daya

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 akan semakin tinggi nilai cosinus. Faktor dapat dikatakan baik apabila nilai faktor daya mendekati 1. Sebaliknya, faktor daya dikatakan kurang baik jika nilai faktor daya mendekati ke angka 0. Nilai faktor daya dapat dihitung dengan membagi daya aktif (P) dengan daya semu (S). Berikut ini merupakan rumus yang digunakan ketika mencari perhitungan faktor daya menurut (Esye, 2021).

$$\text{Faktor daya (S)} = \frac{\text{Daya aktif (P)}}{\text{Cos } \varphi} \dots\dots\dots(1)$$

2.4. Daya Listrik

Daya listrik ialah laju perpindahan energi listrik dalam suatu rangkaian listrik. arus yang mengalir pada rangkaian dengan hambatan listrik membuatnya bekerja. Perangkat mengubah pekerjaan ini menjadi berbagai bentuk yang berguna seperti panas, cahaya, energi kinetik dan suara (Hakim, 2014). Daya listrik terbagi menjadi tiga, yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), daya semu (S). Dalam suatu daya erat kaitannya dengan istilah hubungan segitiga daya, yang mana merupakan suatu hubungan yang terdiri antara ketiga jenis daya. Berikut ini merupakan gambar dari segitiga daya:



Gambar 2. Segitiga Daya
(Sumber: Noor, 2017)

1) Daya Aktif (P)

Daya aktif merupakan daya yang sebenarnya digunakan serta dapat diukur dibeban. Pada penggunaannya, daya aktif dapat dibedakan pada dua jenis fasa yaitu pada satu fasa dan tiga fasa (Esye, 2021).

2) Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan suatu daya yang dibutuhkan untuk proses membentuk medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan kemudian akan membentuk fluks medan magnet (Esye, 2021).

3) Daya Semu (S)

Daya semu dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus yang melewati suatu penyalur (penghantar) (Esye, 2021).

2.5. Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan suatu rangkaian yang terdapat dari sekumpulan kapasitor dengan kapasitansi menerangkan bahwasanya jumlah daya reaktif yang diperoleh dari frekuensi dan tegangan dengan satuan VAR (Brunello, 2003). Kapasitor ini memiliki sifat listrik kapasitansi (konduksi), oleh karena itu, kapasitor bank memiliki sifat yang dapat menghilangkan atau mengurangi sifat induktif. Selain itu, kapasitor bank juga bertindak sebagai penyeimbang karakteristik induktif. Berikut ini merupakan gambar dari kapasitor bank:



Gambar 3. Kapasitor Bank
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

2.6. Power Factor Regulator

Power Factor Regulator merupakan peralatan kontrol yang memiliki kegunaan sebagai pengaturan mengkompensasi kapasitas pada kapasitor untuk menyuplai daya reaktif ke sistem yang diperlukan. Pada dasarnya *power factor regulator* sama seperti *Human Machine Interface (HMI)*, HMI adalah peralatan yang memiliki fungsi untuk menghubungkan manusia dengan mesin-mesin di industri yang biasanya dimanfaatkan untuk mengemukakan, mengamati, serta mengendalikan atau mengontrol mesin yang sedang beroperasi (Syaefulloh, 2020). Berikut ini merupakan gambar dari *power factor regulator*.



Gambar 4. *Power Factor Control*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan dibersamai dalam suatu kegiatan akademik kampus yaitu kegiatan praktik industri yang dilaksanakan di PT. Tiga Kreasi Indonesia selama satu bulan terhitung dari tanggal 19 Juli 2022 sampai dengan tanggal 19 Agustus 2022 yang dilakukan secara *offline* setiap hari senin sampai dengan hari jumat dengan jam praktik dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00 WIB. Penulis melaksanakan penelitian dengan metode observasi dan wawancara secara langsung. Observasi tersebut dilakukan pada perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR yang meliputi komponen-komponen yang digunakan, kontruksi dari *box panel*, prinsip kerja, serta perhitungan kebutuhan dalam perancangan panel tersebut. Sedangkan wawancara dilakukan kepada pembimbing di industri dan para karyawan PT. Tiga Kreasi Indonesia untuk mendapatkan pemahaman dan pengetahuan lebih banyak. Hasil dari observasi dan wawancara yang penulis lakukan, kemudian mencari referensi yang berasal dari jurnal-jurnal maupun *e-book* terkait topik yang penulis bahas yang dituangkan dalam bentuk laporan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR

Dalam suatu perancangan, pastinya terdapat beberapa langkah yang harus dipersiapkan sebelum melakukan perancangan tersebut. Hal-hal yang dipersiapkan pada perancangan panel listrik diantaranya menyiapkan gambar untuk *wiring*, baik itu gambar *single line* diagram dan *wiring* diagram. Kemudian *part list* komponen yang dibutuhkan untuk panel listrik yang akan dibuat. Hal penting dalam suatu perancangan pada Panel Kapasitor Bank yaitu perhitungan pada komponen yang digunakan, perhitungan faktor daya, dan perhitungan tiap-tiap daya yang dibutuhkan. Berikut ini adalah beberapa hal yang dilakukan pada perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR.

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.

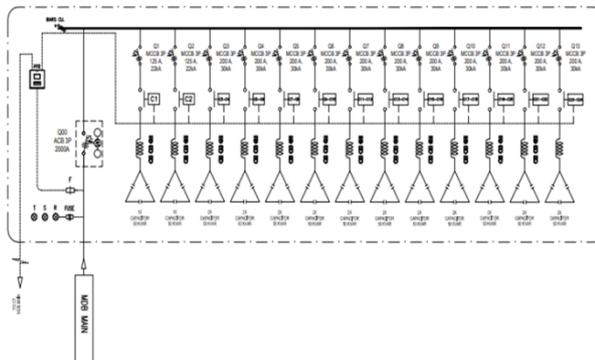
Tabel 1. Spesifikasi Komponen Panel Kapasitor Bank 1200KVAR

| No | Komponen | Brand | Tipe | Jumlah |
|----|-------------------|----------|---|--------|
| 1 | <i>Box Panel</i> | 3 Kreasi | <i>Freestanding Indoor</i> 2100 x 2700 x 1400 mm RAL 7032 | 1 Unit |
| 2 | ACB 3P 2000A 85KA | Shihlin | BW 2000 - HS | 1 Pcs |

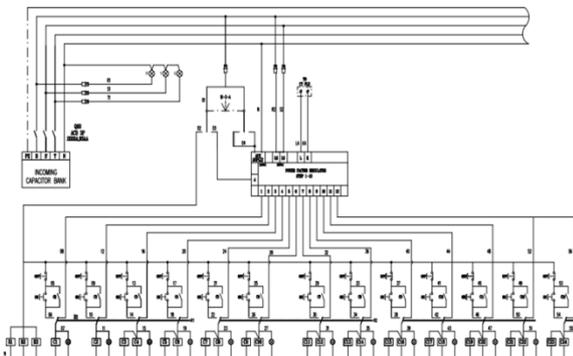
| | | | | |
|----|-------------------------------------|-----------|-----------------|--------|
| 3 | MCCB 3P, 200A, 30KA | Shihlin | BM 250 - SN | 11 Pcs |
| 4 | MCCB 3P, 125A, 22KA | Shihlin | BM 125 - SN | 2 Pcs |
| 5 | <i>Power Factor Control 12 Step</i> | ABB | RVC – 12 | 1 Pcs |
| 6 | Kontaktor 75kVAR/400VAC | Lovato | BF110K230 | 24 Pcs |
| 7 | Kapasitor Bank 50KVAR 525V | ABB | CLMD 63 080 525 | 24 Pcs |
| 8 | <i>Detuned Reactor 50KVAR/525V</i> | ABB | 178815 | 24 Pcs |
| 9 | <i>Selector M-O-A</i> | Howig | | 1 Pcs |
| 10 | <i>Push Button</i> | Howig | | 26 Pcs |
| 11 | <i>Fuse + Cartridge</i> | Howig | | 5 Pcs |
| 12 | <i>Pilot Lamp</i> | Howig | | 12 Pcs |
| 13 | <i>Relay 2 C/O, 220VAC + Socket</i> | Idec | | 1 Lot |
| 14 | <i>Exhaustfan</i> | CKE | 10'' | 4 Pcs |
| 15 | <i>Thermostat</i> | Schneider | | 1 Pcs |
| 16 | Lampu TL + <i>Limit Switch</i> | Philips | | 4set |

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

Dalam instalasi, single line diagram menerangkan tempat dari komponen-komponen yang digunakan yang dihubungkan terhadap satu garis. Sedangkan wiring diagram yakni gambar yang dipresentasikan secara detail yang difungsikan guna mengetahui hubungan antara komponen-komponen secara rinci. Berikut ini merupakan gambar dari single line diagram dan wiring diagram Panel Kapasitor Bank 1200KVAR.



Gambar 5. Single Line Diagram Panel Kapasitor Bank 1200 KVAR
(Sumber: PT. Tiga Kreasi Indonesia, 2022)



Gambar 6. Wiring Diagram Panel Kapasitor Bank 1200 KVAR
(Sumber: PT. Tiga Kreasi Indonesia, 2022)

c. Perhitungan Kebutuhan pada Kapasitor Bank 1200KVAR

Sebelum melakukan perancangan, salah satu hal penting lainnya ialah melakukan perhitungan guna estimasi besaran kebutuhan komponen-komponen yang digunakan. Berikut ini merupakan tabel yang berisi kalkulasi data pada Panel Kapasitor Bank berkapasitas 1200KVAR:

Tabel 2. Data Kebutuhan Hasil Panel Kapasitor Bank 1200KVAR

| Sebelum | | | | Sesudah | | |
|----------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------|
| Daya Aktif (P) | Daya Total (S1) | Daya Reaktif (Q1) | Beban (Amps) | Daya Total (S2) | Daya Reaktif (Q2) | Beban (Amps) |
| 1508 kW | 2010,7 kV | 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 pada Tabel 2.

1) Perhitungan Daya Aktif

Diketahui: *Cos phi* awal = 0,75
 Daya total (S1) = 2010,7 kVA
 Ditanya: Daya Aktif (P) = ?
 Jawab: $P = \cos \phi \times S1$
 $P = 0,75 \times 2010,7 = 1508 \text{ kW}$

2) Perhitungan Daya Reaktif Awal (Q1)

Diketahui: Daya Aktif (P) = 1508 kW
 Daya total (S1) = 2010,7 kVA
 Ditanya: Daya Reaktif Awal (Q1) = ?
 Jawab: $Q1 = \sqrt{S^2 - P^2}$
 $Q1 = \sqrt{2010,7^2 - 1508^2}$
 $Q1 = 1329 \text{ kVAR}$

3) Perhitungan Faktor Daya (S2)

Diketahui: Daya Aktif (P) = 1508 kW
Cos phi target = 0,95
 Ditanya: Faktor daya (S) = ?
 Jawab: $S = \frac{P}{\cos \phi}$
 $S = \frac{1508}{0,95} = 1587 \text{ kVA}$

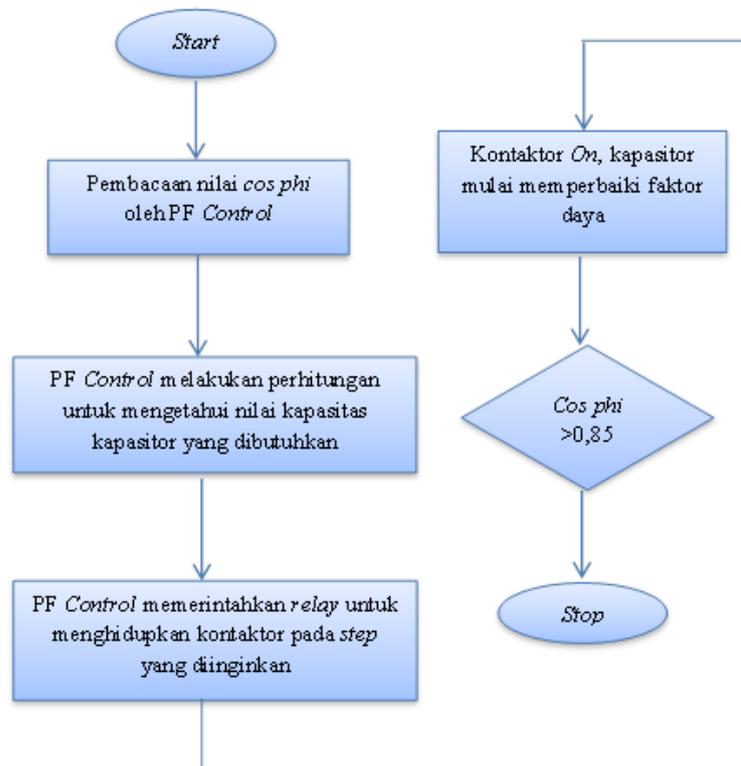
4) Perhitungan Daya Reaktif Target (Q2)

Diketahui: Faktor daya (S) = 1587 kVA
 Daya aktif (P) = 1508 kVA
 Ditanya: Daya Reaktif Target (Q2) = ?
 Jawab: $Q2 = \sqrt{S^2 - P^2}$
 $Q2 = \sqrt{1587^2 - 1508^2}$
 $Q2 = 494,4 \text{ kVAR}$

4.2 Prinsip Kerja Panel Kapasitor Bank 1200KVAR

Prinsip kerja pada Panel Kapasitor Bank 1200KVAR terbagi menjadi dua, yaitu dapat dilakukan secara manual maupun dapat dilakukan secara otomatis (*automation*). Pada pengoperasian secara manual dengan memanfaatkan *push button start dan stop*. Ketika hendak memilih sistem pengoperasian secara manual, langkah pertama ialah putar *selector switch* ke posisi manual. Setelah itu relay-relay akan

mendapatkan *power* yang mana awalnya kontak berkedudukan 2 ke 6 menjadi kontak 6 ke 4. Dengan kata lain, kontak berubah dari posisi *normally open* (NO) ke *normally close* (NC) begitupun sebaliknya. Ketika *push button* ditekan, maka kontak A1 kontaktor terhubung atau mendapat *power* dan secara otomatis kontaktor berfungsi dengan kontak yang awalnya pada posisi *normally open* (NO) ke *normally close* (NC) yang dibuktikan dengan indikator berupa *pilot lamp*. Sistem pengoperasian berikutnya ialah sistem pengoperasian secara otomatis. Pada sistem pengoperasian ini, *selector switch* diputar pada posisi otomatis. Secara otomatis kontak pada tiap-tiap kontaktor akan terhubung dan menhidupkan kapasitor. Pada sistem pengoperasian otomatis, berkaitan dengan *power factor control* yang telah *disetting* sebelumnya. Berikut ini merupakan gambar untuk bagan sistem Panel Kapasitor Bank 1200KVAR.



Gambar 7. Bagan Sistem Panel Kapasitor Bank 1200KVAR
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan Gambar 7 di atas, yang mana merupakan gambar dari alir sistem pada Panel Kapasitor Bank 1200KVAR dengan menggunakan *power factor control*. Langkah awal ialah *power factor control* melaksanakan pembacaan nilai *cos phi* yang dibantu oleh *current transformer* (CT). Lalu *power factor control* mulai menghitung guna mencari tahu besaran kapasitas kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki *cos phi*. Selanjutnya *power factor control* mengelola *relay* supaya hidup atau terhubung guna menyalakan kontaktor sesuai *step* yang sesuai keinginan. Ketika kontaktor telah menyala atau terhubung, kemudian kapasitor mulai melakukan kompensasi daya reaktif. Jika nilai *cos phi* telah memasuki seminimalnya 0,85 maka akan berhenti perhitungan yang dilakukan oleh *power factor control*. Sebaliknya, jika nilai *cos phi* belum mencapai seminimalnya 0,85 maka *power factor control* akan terus melakukan perhitungan supaya mencapai nilai *cos phi* minimal sebesar 0,85.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa proses perancangan Panel Kapasitor Bank 1200KVAR memiliki beberapa hal yang harus dipersiapkan pada proses perancangan diantaranya yakni menyiapkan gambar *single line* diagram dan *wiring* diagram, pada tahap perancangan juga melakukan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan. Prinsip kerja dari Panel Kapasitor Bank ini terbagi menjadi dua sistem pengoperasian, yaitu sistem pengoperasian manual dan sistem pengoperasian otomatis. Pada pengoperasian secara manual dengan memanfaatkan *push button start* dan *stop*, sedangkan pengoperasian secara otomatis memanfaatkan *power factor control*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brunello, G. (2003). *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.(2014). 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. (2016). 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. (2013). 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.