

Perancangan Panel *Motor Control Centre* Mixing Cream Starter Star-Delta

Design of Motor Control Center Mixing Cream Panel Starter Star-Delta

Opi Isra Yuspita¹, Virzha Rafiq Ahmad¹, Nuha Nadhiroh^{1*}, Danang Widjajanto¹

¹ Teknik Otomasi Listrik Industri, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Email: nuha.nadhiroh@elektro.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pada dunia industri diperlukan keandalan dan efektifitas kinerja pada suatu motor. Motor digunakan sebagai penggerak *mixer* yang bertujuan untuk menyampurkan beberapa bahan menjadi satu kesatuan. Untuk pengontrolan kinerja motor agar dapat bekerja dengan handal dan efektif maka diperlukannya sebuah panel *Motor Control Centre* (MCC). Tujuan dari penelitian ini adalah agar mendapatkan hasil perhitungan untuk menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan pada panel MCC yang akan dibuat sesuai dengan standar yang berlaku. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun. Pengumpulan data dilakukan dengan cara *observasi site*. Teknik pengolahan data dilakukan dengan cara memperhitungkan dan memilih tiap komponen menggunakan data yang tersedia pada *power list*. Hasil dari penelitian ini yaitu menggunakan penghantar NYAF 10mm² untuk 3 *phase*, NYAF 2,5mm² untuk 1 *phase*, fuse 2A, MCCB 125 A, MPCB 24A-32A, MCB 1P 2A, kontaktor 18A 310/415V, TOR 24-32A, *terminal block* UK5 untuk PLC, dan *terminal block* UK6 untuk *power* motor menggunakan rumus yang mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011).

Kata kunci: *MCC, Mixer, Kontrol, Motor, PUIL*

ABSTRACT

In the industrial world, reliability and effectiveness of performance on a motor are required. The Motor is used as a mixer actuator which aims to mix several materials into a mixture. To control the motor performance in order to its reliability and effectively, a panel Motor Control Center (MCC) is needed. The purpose of this research is to determine component specifications based on calculations according to applicable regulations to be used on the panel. The research method used is design method. Data processing techniques are carried out by calculating and selecting each component using the data available on the power list. The results of this study are using NYAF 10mm² conductor for 3 phase, NYAF 2.5mm² for 1 phase, fuse 2A, MCCB 125 A, MPCB 24A-32A, MCB 1P 2A, contactor 18A 310/415V, TOR 24-32A, terminal block UK5 for PLC, and terminal blocks UK6 for power motors using a formula that refers to Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011).

Keywords: *MCC, Mixer, Kontrol, Motor, PUIL*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi di perusahaan-perusahaan industri terus berkembang mengikuti inovasi-inovasi terbaru dari teknologi industri. Perkembangan teknologi memberikan kemudahan dalam melakukan berbagai aktivitas dan membantu pekerjaan menjadi lebih efisien [1]. Salah satu mesin penting yang digunakan dalam industri makanan dan minuman adalah *mixer* yang bertujuan untuk mencapai tingkat produktivitas maksimal dengan efektifitas yang meningkat untuk memenuhi kebutuhan pasokan bahan [2]. *Mixer* digunakan untuk mencampur bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan suatu [3]. Penggunaan *mixer* sangat berpengaruh dalam meningkatkan efisiensi waktu homogenisasi bahan-bahan untuk membuat suatu produk [4].

Perancangan Panel Motor Control Centre...

Dalam penggunaannya, *mixer* membutuhkan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Motor listrik tersebut dapat dikendalikan melalui panel kontrol. Panel kontrol berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan motor listrik [5]. Oleh karena itu, perlu dirancang panel *Motor Control Centre* (MCC) untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan pengoperasian *mixer* pada industri [6].

Pada perancangan panel *Motor Control Centre* (MCC) dibutuhkan komponen yang bekerja sesuai dengan tugasnya masing-masing. Penggunaan komponen tersebut berdasarkan kebutuhan beban, salah satunya proteksi. Proteksi dalam perancangan panel MCC bertujuan untuk memastikan keandalan sistem kelistrikan serta melindungi motor dari gangguan abnormal. Pemeriksaan arus elektronik merupakan hal pendukung yang memberikan informasi tentang interfrekuensi yang harus dilakukan dengan cepat, bahkan tidak ada waktu tunda.

Panel MCC adalah system yang dapat beroperasi secara manual atau otomatis menyesuaikan beberapa set motor di industri dalam kotak panel. *Remote control* dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) atau *Distributed Control System* (DCS) pada sistem kendali, dan motor diaktifkan secara manual dengan mengaktifkan komponen *Miniature Circuit Breaker* (MCB) pada panel. Pada panel MCC terdapat berbagai peralatan dan komponen yang fungsinya untuk mengontrol operasi motor listrik dan semua peralatan atau komponen tersebut ditempatkan pada sebuah kotak panel yang terbuat dari lempengan besi karbon dan besi metal yang sudah ditata secara horizontal maupun vertikal [7].

Namun, masalah yang sering dihadapi dalam penggunaan *mixer* pada industri makanan dan minuman adalah kerusakan motor listrik ataupun kerusakan pada komponen di dalam panel akibat kesalahan dalam pengaturan dan penggunaan. Selain itu, kesalahan dalam pemilihan sistem *starter* juga dapat mempengaruhi kinerja motor listrik dan mengakibatkan kerusakan pada peralatan [8].

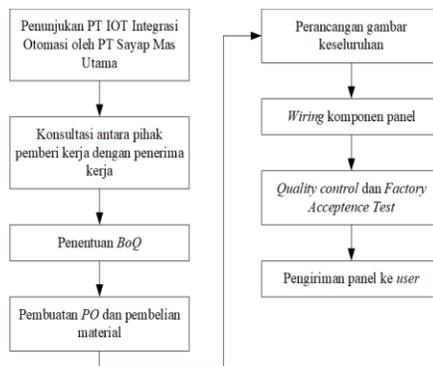
Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang panel *Motor Control Centre* (MCC) dengan starter *Star-Delta* untuk pengendalian motor *mixer* pada industri makanan dan minuman.

Berdasarkan paparan latar belakang diatas, penulis akan menjelaskan bagaimana perancangan panel MCC dengan *starter Star-Delta* yang efektif dan efisien untuk menunjang pengendalian motor pada industri makanan dan minuman.

2. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan pembuatan panel *Motor Control Center* Peneliti memilih metode penelitian terapan yaitu penelitian yang mempunyai alasan praktis, keinginan untuk mengetahui, bertujuan agar dapat melakukan sesuatu yang jauh lebih baik, lebih efektif dan efisien. Langkah penelitian terapan yaitu sebagai berikut:

2.1 Perencanaan Perakitan Panel



Gambar 1. *Flowchart Purchase Order Panel*

Pada gambar 1. Menunjukkan gambaran perjalanan dalam merancang sebuah panel MCC.

2.2 Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan guna mendapatkan sebuah referensi dalam penyusunan dan juga sebagai rujukan dalam pemecahan masalah yang didapatkan lewat media artikel, jurnal dan sebagainya [9].

Perancangan Panel Motor Control Centre...

2.3 Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi site, yang bertujuan untuk mengetahui spesifikasi beban yang akan digunakan serta kondisi lapangan penempatan panel agar sesuai dengan standar yang berlaku. Berikut ini adalah data beban motor yang digunakan sebagai penggerak *mixer*:

Tabel 1. *Power List*

Beban	Total Instal (Unit)	Instal Power	Power Rate
Pompa Transfer Mixer 5	1	15kW	3P / 410V / 50Hz
Pompa Transfer Mixer 6	1	15kW	3P / 410V / 50Hz
Pompa Transfer Mixer 7	1	15kW	3P / 410V / 50Hz
Pompa Transfer Mixer 8	1	15kW	3P / 410V / 50Hz

Catatan: 410V adalah besar pengukuran tegangan saat dilakukannya FAT (*Factory Acceptance Test*)

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Memperhitungkan spesifikasi komponen berdasarkan *Power List*.
- Merancang gambar kerja (*wiring*)
- Membuat analisa dan kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan pemilihan komponen dalam suatu panel harus berdasarkan standar yang berlaku serta perhitungan yang ada. Hal tersebut dilakukan agar panel dapat bekerja secara efektif dan efisien. Berikut penjelasan terkait mekanisme menghitung dan memilih komponen yang tepat. Berikut penjelasannya:

3.1 Pemilihan Penghantar

Kabel yang sering ditemukan pada panel adalah kabel jenis NYAF. NYAF adalah jenis kabel tembaga serabut. Dengan tipe serabutnya kabel ini sering digunakan pada panel listrik yang mempunyai banyak lekukan. Begitu pula pada panel MCC ini menggunakan tipe kabel NYAF.

Dalam memilih kabel untuk dijadikan penghantar ialah dengan cara menghitung arus yang melayani beban. selanjutnya, menentukan Kuat Hantar Arus (KHA). Hasil perhitungan Kuat Hantar Arus menentukan besar ukuran penampang kabel berdasarkan daftar tabel.

SNI 0225:2011/Amd 1:2013

Tabel K.52.3.1 – KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi PVC pada suhu ambien 30 °C dan suhu konduktor maksimum 70 °C

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam conduit ^(a) sesuai 7.13		Pemasangan di udara	
		A	A	A	A
1	2	3	4	5	6
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
NYFA	4	25	42	20	35
NYFAF	6	33	54	25	50
NYFAZ	10	45	73	35	63
NYFAD	16	61	98	50	80
NYA	25	83	129	63	100
NYAF	35	103	158	80	125
NYFAw	50	132	198	100	160
NYFAFw	70	165	245	125	200
NYFAZw	95	197	292	160	250
NYFADw dan NYL	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	6085	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

CATATAN ^(a) Untuk satu atau lebih kabel tunggal tanpa selubung
^(b) Untuk kabel tunggal dengan jarak sekurang-kurangnya sama dengan diameternya

Gambar 2. Tabel KHA kabel

Berikut ini adalah rumus untuk menghitung arus beban (I_B) 3P, Arus beban (I_B) 1P.

Arus beban (I_B) 3 Phase

Perancangan Panel Motor Control Centre...

$$I_B = \frac{P}{V \times \cos\pi \times \sqrt{3}} \quad (1)$$

Arus beban (I_B) 1 Phase

$$I_B = \frac{P}{V \times \cos\pi} \quad (2)$$

Kuat Hantar Arus (KHA)

$$KHA = 125\% \times I_B \quad (3)$$

Motor *Mixer*

Terdapat 4 buah motor 3 Phase yang digunakan untuk menggerakkan *mixer* untuk homogenisasi bahan-bahan. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$I_B = \frac{15kW}{410 \times 0,85 \times \sqrt{3}}$$
$$I_B = 24,55 \text{ A}$$

Arus saat *Star*

$$I_s = \frac{I_b}{3}$$
$$I_s = \frac{24,55}{3}$$
$$I_s = 8,18 \text{ A}$$

Arus saat *Delta*

$$I_d = \frac{I_b}{\sqrt{3}}$$
$$I_d = \frac{24,55}{\sqrt{3}}$$
$$I_d = 14,17 \text{ A}$$

Kuat Hantar Arus (KHA)

$$KHA = 125\% \times 24,55 \text{ A}$$
$$KHA = 30,69 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dan menyesuaikan hasil perhitungan dengan PUIL 2011 mengenai kabel instalasi, maka luas penampang untuk kabel yang digunakan adalah 10 mm² [10].

3.2 Pemilihan Lampu Indikator

Pemilihan lampu indikator disesuaikan dengan tegangan kerjanya yaitu 220-240V dengan nilai arus $\leq 20\text{mA}$. Masing-masing fasa dibedakan berdasarkan warna. Fasa R menggunakan lampu indikator warna merah. Fasa S menggunakan lampu indikator warna kuning. Fasa T menggunakan lampu indikator warna hijau.

3.3 Pemilihan MPCB

Setting arus pada *Motor Protection Circuit Breaker* (MPCB) disesuaikan dengan arus nominal (I_n) motor induksi [11].

$$P = V_{L-L} \times I_n \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$$
$$I_n = \frac{15kW}{410V \times 0,85 \times \sqrt{3}}$$
$$I_n = 24,55 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dan menyesuaikan dengan katalog Schneider maka MPCB yang dipakai adalah tipe GV2ME32 24 A-32A.

3.4 Pemilihan MCCB

Dalam memilih *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) perlu memperhitungkan besar arus nominal (I_nQ) yang mengalir pada rangkaian [12].

Perancangan Panel Motor Control Centre...

$$I_n = \frac{4 \times 15k W}{410V \times 0,85 \times \sqrt{3}}$$
$$I_n = 99,4 A$$

$$I_n Q = 125\% \times I_B$$
$$I_n Q = 125\% \times 99,4 A$$
$$I_n Q = 124,25 A$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dan menyesuaikan dengan katalog schneider, maka MCCB yang digunakan yaitu Schneider NSXm 125A.

3.5 Pemilihan MCB

Pemilihan MCB ini berdasarkan apa yang di proteksi. Dikarenakan pemakaian MCB ini hanya diperuntukkan untuk *relay* maka MCB yang digunakan adalah MCB C32N dengan rating arus 2A.

3.6 Pemilihan Kontaktor

Kontaktor Star:

$$I_s = \frac{I_b}{3}$$
$$I_s = \frac{24,55}{3}$$
$$I_s = 8,18 A$$

Kontaktor Delta:

$$I_d = \frac{I_b}{\sqrt{3}}$$
$$I_d = \frac{24,55}{\sqrt{3}}$$
$$I_d = 14,17 A$$

Pemilihan kontaktor ditentukan berdasarkan tipe kontaktor yang digunakan, nilai arus beban, jenis beban, dan tegangan yang diperlukan *coil*. Berdasarkan perhitungan nilai arus beban dan komponen pada katalog acuan, maka kontaktor yang dipilih adalah, sebagai berikut:

- Schneider LC1D18M7 dengan spesifikasi 18 A 308/415V (Kontaktor *Delta*)
- Schneider LC1D09M7 dengan spesifikasi, 9A 308/415V (Kontaktor *Star*).

3.7 Pemilihan TOR

Pemilihan kontaktor ditentukan berdasarkan nilai arus proteksi beban lebih ($I_n OL$). Perhitungan *Thermal Overload Relay* (TOR), adalah sebagai berikut:

$$I_n OL = 110\% - 115\% \times (I_B)$$
$$I_n OL = 110\% - 115\% \times (24,55A)$$
$$I_n OL = 27,005A - 28,2325A$$

Berdasarkan perhitungan nilai arus beban dan komponen di pasaran, maka *Thermal Overload Relay* (TOR) yang dipilih adalah Schneider LRD32 dengan *range* 23A s.d. 32A.

3.8 Pemilihan Fuse

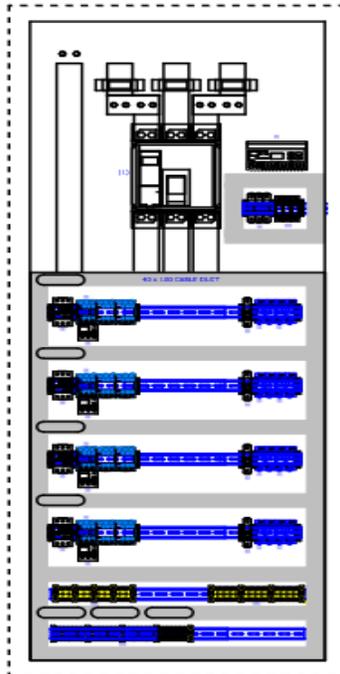
Masing-masing lampu indikator juga dilengkapi dengan pengamanan *fuse*. Pemilihan *fuse* untuk lampu indikator fasa pada sisi *incoming* panel adalah 2A. Hal ini dikarenakan daya lampu indikator sangat kecil, maka *fuse* yang digunakan adalah *fuse* dengan *rating* terendah, yaitu 2A. Jenis *fuse* yang digunakan adalah sekring yang dilengkapi dengan *fuse holder*.

3.9 Pemilihan Terminal Block

Perancangan Panel Motor Control Centre...

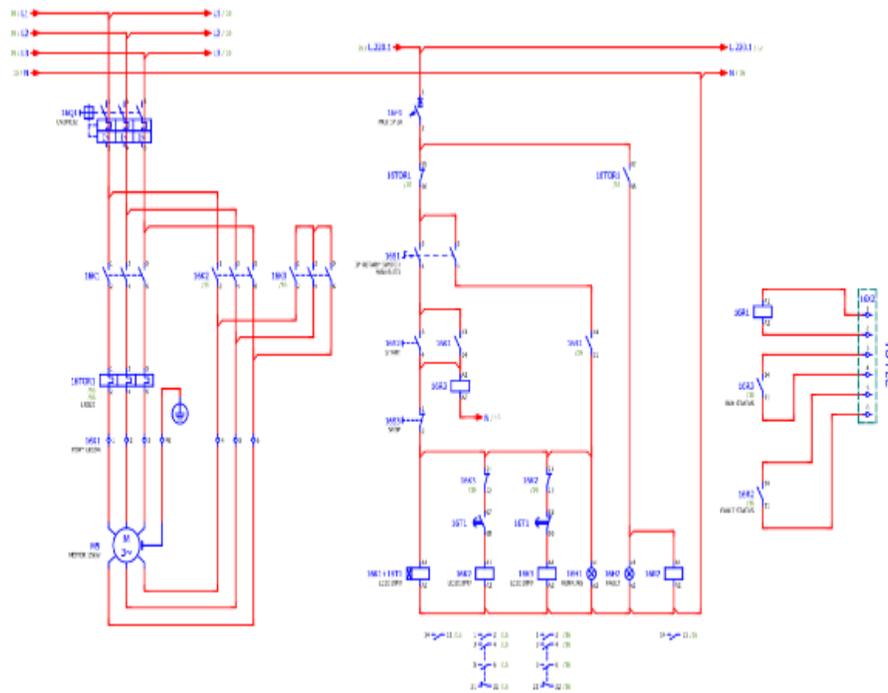
Pemilihan *terminal block* disesuaikan dengan KHA kabel. *Terminal power 220V AC* dan *Terminal to PLC* menggunakan UK5. *Terminal for motor* menggunakan UK 16 karena mengikuti KHA penghantar untuk motor dan rating arus pada motor.

3.10 Pemetaan Komponen pada Panel



Gambar 3. Part Layout Panel

3.11 Gambar Wiring Kontrol



Gambar 4. Wiring Kontrol

Perancangan Panel Motor Control Centre...

Dari gambar *wiring* rangkaian kontrol pada Gambar 4 kita lihat bahwa pengoperasian motor dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu secara manual dan auto. Hal ini dapat terlihat pada gambar *wiring* rangkaian kontrol terdapat *selector switch* 3 posisi (*Manual*, *Off*, dan *Auto*).

Saat posisi *selector switch* menunjukkan mode *auto* maka sistem akan bekerja secara otomatis yang dapat dikontrol dengan menggunakan PLC.

3.12 Analisa Data

Pada pengolahan data diatas telah ditentukan spesifikasi komponen yang tepat untuk diinstalasi pada panel MCC yang sesuai dengan standarisasi PUIL 2011. Untuk pemilihan komponen minimal harus sesuai dengan perhitungan. Jika tidak ditemukan maka boleh menggunakan spesifikasi komponen 1 tingkat diatas *rating* yang telah dihitung. Tidak diperbolehkan menggunakan komponen dibawah *rating* arus yang telah dihitung dikarenakan akan membuat kinerja panel tidak maksimal bahkan dapat menimbulkan bahaya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka kesimpulan yang didapat adalah untuk pengawatan 3 Phase memakai kabel NYAF berukuran 10mm², sedangkan untuk pengawatan 1 phase memakai kabel NYAF berukuran 2,5mm². Lampu indikator pada pintu panel memakai warna merah (R), Kuning (S), Hijau (T). Untuk pengaman lampu tanda memakai Fuse dengan *rating* 2A dan *fuse holder* FORT yang terdapat lampu. *Motor Protection Circuit Breaker* mengacu pada perhitungan maka, yang digunakan adalah MPCB Schneider GV2ME32 24A-32A. *Moulded Case Circuit Breaker* yang digunakan adalah Schneider NSXm 125A. *Miniature Circuit Breaker* yang digunakan adalah Schneider IC60N 1P 2A. Untuk *terminal block power* dan *terminal block* PLC menggunakan tipe UK5 merk Fort yang disesuaikan dengan penghantar dan rating arusnya. Sedangkan untuk *terminal block* motor menggunakan tipe UK16 merk Fort dengan menyesuaikan luas penampang kabel dan rating arus pada motor. Kontaktor yang digunakan yaitu Schneider LC1D18M7 dengan spesifikasi 18 A 308/415V. *Thermal Overload Relay* yang dipilih adalah Schneider LRD32 dengan range 23A s.d. 32A. *Selector switch* yang digunakan adalah Schneider XB5-ADD3. *Push button* yang digunakan Schneider XB5AW-M5. *Busbar* yang digunakan sebanyak 4 batang dengan ukuran 10 mm x 60 mm x 400 mm. *Power meter* yang digunakan yaitu Allen-Bradley 1408-TS3A-ENT PM1000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Akbar and A. Stefanie, "Implementasi Human Machine Interface untuk Panel Motor Center Perusahaan Kelapa Sawit di PT Solusi Indosistem Otomat," *J. Tek. Elektro*, vol. 23, no. 01, pp. 78–86, 2023, doi: 10.23917/emitov.v1i1.21095.
- [2] I. Yuniwati, D. R. Pamuji, R. T. Handoko, and N. Alfiyah, "PENINGKATAN EFEKTIVITAS PEMBUATAN JAJANAN PASAR DENGAN PEMANFAATAN MIXER VERTIKAL ADONAN OTOMATIS PADA HOME INDUSTRY DI DESA GITIK KECAMATAN ROGOJAMPI Ika," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. ISAS Publishing*, vol. 8, no. 3, pp. 1–23, 2022.
- [3] N. H. Amiludin, "Analisa Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 35–40, 2014.
- [4] S. Suttibak, K. Deesapa, C. Saengmanee, and A. Chuntanapum, "Development Of A Herbal Cream Mixer With A Homogenizer-Stirrer And Calculating Water Cooling System," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1137, no. 1, p. 012024, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1137/1/012024.
- [5] R. Amelia, "Sistem Kendali 2 Heater Guna Mencegah Kerusakan Panel Kontrol 150 KV di Gardu Induk," *J. J-Innovation*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [6] Y. Apriani, "Analisa Sistem Pengaman Motor Listrik Dengan Menggunakan Main Control Center (MCC) Pt. Perta-Samtan Gas Sungai Gerong," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 45–55, 2021, doi: 10.36546/jte.v9i1.378.
- [7] H. Istiqlalayah, "Analisis Pengaruh Penggunaan Sistem Star Delta Dengan Rangkaian Manual Dan Plc Pada Motor Listrik 3 Phasa," *Al Jazari J. Mech. Eng.*, vol. 02, no. 03, pp. 1–14, 2017.
- [8] H. N. Handoko, T. Sukmadi, and Karnoto, "Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Programmable Logic Control (PLC) Untuk Pengolahan Kapuk," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 29–36, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/4868>.
- [9] A. Farizi, A. R. Adyannisa, D. S. Majid, and Kusnadi, "Perancangan Panel Motor Control Centre Dosing System for Clarifier," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 139–145, 2022.
- [10] S. 0225 National Standardization Body (BSN), "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011," *DirJen*

Perancangan Panel Motor Control Centre...

- Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [11] U. P. Anggraini and D. Aribowo, “Motor Protection Circuit Breaker (MPCB) Sebagai Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Phase Pada Mesin Wide Belt Sander SR-RP 1300 PT. Sejin Lestari Furniture,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2022.
- [12] N. I. Hamma, “Perencanaan Gardu Distribusi PT. Maccon Indonesia,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, no. September, pp. 136–141, 2021.