

Perancangan *Panel Motor Control Center Reverse Osmosis Water System*

Design of Motor Control Center Panel Reverse Osmosis Water System

Renita Ramdani¹, Muhammad Hasan Zein², Reyhana Mazhab Islami³, Ajeng Bening Kusumaningtyas⁴, Fatahula⁵, Silawardono⁶

Teknik Otomasi Listrik Industri, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425

ajeng.beningkusumaningtyas@elektro.pnj.ac.id

ABSTRAK

Abstrak. *Motor Control Center (MCC)* merupakan pusat pengontrolan operasi motor listrik dan sebagai penyuplai kebutuhan daya. Pada *plant* ini, MCC dibutuhkan sebagai pusat kontrol dan daya untuk proses RO. RO (*Reverse Osmosis*) adalah salah satu metode dalam proses WWTP (*Waste Water Treatment Plant*). Air akan didorong oleh pompa bertekanan tinggi melewati membran dan memisahkannya dari komponen-komponen yang tidak diinginkan. Sebelum membuat panel, dibutuhkan perancangan panel. Dalam menentukan suatu peralatan kontrol dianjurkan untuk mengacu pada standar yang berlaku, seperti PUIL. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai perhitungan untuk menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan pada panel MCC yang dibuat. Metode penelitian yang digunakan adalah merancang suatu panel. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah berasal dari *sequence logic* proses WWTP dan studi literatur. Teknik pengolahan datanya yaitu dengan memperhitungkan dan memilih tiap komponen menggunakan data *power list* ataupun *sequence logic*. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa perhitungan komponen kabel, MCB, kontaktor, *thermal overload relay (TOR)*, dan *terminal block* menggunakan rumus yang mengacu pada PUIL 2011.

Kata kunci: Panel, MCC, *Reverse Osmosis*, Komponen, Perhitungan

ABSTRACT

Abstract. *Motor Control Center (MCC)* is the center for controlling electric motor operations and supplies power needs. In this plant, MCC is needed as a control and power center for the RO process. RO (*Reverse Osmosis*) is one of the methods in the WWTP (*Waste Water Treatment Plant*) process. Water will be pushed by a high-pressure pump through the membrane and separate it from unwanted components. Before making a panel, panel design is needed. When determining control equipment, it is recommended to refer to applicable standards, such as PUIL. The aim of this research is to obtain calculated values to determine the component specifications that will be used in the MCC panels being made. The research method used is designing a panel. The data collection techniques used are derived from the *sequence logic* of the WWTP process and literature studies. The data processing technique is to calculate and select each component using a data *power list* or *sequence logic*. The results of this research are in the form of calculations of cable components, MCB, contactors, *thermal overload relay (TOR)*, and *terminal blocks* using formulas that refer to PUIL 2011.

Keywords: Panel, MCC, *Reverse Osmosis*, Components, Calculation

1. PENDAHULUAN

Motor induksi adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [1]. Berbagai proses pada industri yang menggunakan motor listrik sebagai bagian dari proses produksinya diperlukan suatu media pengontrolan pusat operasi motor listrik yang dinamakan MCC (*Motor Control Center*) untuk mengefisienkan pengoperasian motor-motor listrik [2]. Panel *Motor Control Center* atau MCC merupakan salah satu jenis panel listrik. *Motor Control Center* (MCC) merupakan pusat pengontrolan operasi motor listrik dan sebagai penyuplai kebutuhan daya [3]. Panel sebagai pusat pengontrolan, artinya suatu MCC mampu mengontrol operasi beberapa motor secara bersamaan. *Motor Control Center* (MCC) adalah kumpulan beberapa komponen yaitu motor *starter*, busbar, dan peralatan kontrol, yang semuanya berfungsi untuk melakukan pengontrolan operasi motor listrik dan menempatkan komponen-komponen tersebut di dalam suatu panel-panel yang terintegrasi [4]. Panel MCC inilah diperlukan pada proses WWTP agar dapat dengan mudah mengetahui kondisi atau masalah yang terjadi pada motor atau pompa yang dipakai dan memproteksi jika terjadi gangguan karena terdapat pengaman dalam panel [5]. Panel *Motor Control Center* merupakan pusat pengendali dari motor pada industri atau gedung [6]. Motor listrik tiga fasa digunakan pada dunia industri sebagai alat penggerak pompa distribusi yang bekerja sehari penuh dalam setiap hari [7].

Perancangan panel MCC penting dilakukan untuk mengetahui pemilihan spesifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada panel yang akan dibuat. Mengingat sangat pentingnya pompa tersebut sehingga motor-motor listrik yang digunakan dituntut dapat beroperasi secara handal. Dengan fungsi strategis tersebut, dibutuhkan kualitas MCC yang handal pula. Keandalan MCC ditentukan oleh standar perancangan yang melibatkan faktor keamanan dalam perhitungan dan spesifikasi teknis perancangan. Selain itu juga melibatkan faktor kemudahan dalam pengoperasian yang akan mengurangi terjadinya kesalahan pengoperasian. Kombinasi semua ini akan menghasilkan umur operasi MCC yang panjang dan juga tingkat keamanan yang selalu terjaga dengan baik [8].

Untuk mengoperasikan RO *Water System*, maka dibutuhkan panel MCC. RO (*Reverse Osmosis*) adalah salah satu metode dalam proses WWTP (*Waste Water Treatment Plant*). WWTP yaitu bangunan utama pengolahan air bersih [9]. Pada awalnya, *Reverse Osmosis* (RO) dirancang untuk mencukupi kebutuhan air tawar, yang seringkali diterapkan pada pelayaran jarak jauh kapal. *Reverse Osmosis* mampu mendesalinasi air laut dengan nilai kandungan yang sesuai dengan batas yang diijinkan dan dapat dikonsumsi, sehingga sistem RO dapat memenuhi kebutuhan air tawar dalam kapal pesiar [10]. Pada sistem ini, air akan didorong oleh pompa bertekanan tinggi supaya dapat melewati membran dan memisahkannya dari komponen-komponen yang tidak diinginkan [11]. *Reverse Osmosis* menghilangkan kontaminan dari air melalui membran semipermeabel. Membran semipermeabel adalah suatu selaput penyaring skala molekul yang dapat ditembus oleh molekul air dengan mudah, akan tetapi tidak dapat atau sulit sekali dilalui oleh molekul lain yang lebih besar dari molekul air [12].

Teknologi desalinasi dengan proses *Reverse Osmosis* (RO) merupakan salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk merubah air berkualitas buruk menjadi air bersih dan siap minum [13]. Unit RO merupakan sebuah panel yang mengatur suatu sistem kerja dari plant agar dapat mengelola kebutuhan air bersih pada suatu industri. Unit RO adalah suatu alat yang dapat memurnikan air dengan metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring) [14]. Dalam melakukan prosesnya tersebut unit RO tidak bisa bekerja sendiri maka diperlukan panel khusus (Panel RO unit) yang dapat mengontrol agar RO unit dapat bekerja sesuai fungsinya. Panel RO unit adalah sebuah panel berisikan berbagai komponen listrik yang dirancang sedemikian rupa supaya mampu bekerja menjalankan proses *plant* tersebut dengan deskripsi kerja yang diinginkan.

Pada kaitannya dengan mesin RO, pada panel MCC hanya menyiapkan *dry* kontak (kontrol) waktu kerja dari mesin RO itu sendiri. RO unit pada suatu industri adalah tahapan terakhir dalam suatu proses untuk mengolah air menjadi air bersih, maka dari itu RO unit tidak bisa berdiri sendiri. Dalam prosesnya, air yang berasal dari karbon filter akan mengalir menuju tangki 1 melalui *water softener* yang dikontrol oleh *motorize valve* berdasarkan ketinggian dari level air pada tangki 1, setelah itu air dari tangki 1 akan dialirkan menuju tangki *antiscalant dosing system*. Kemudian, air yang telah mengalami berbagai proses penyaringan akan menuju RO unit dan air akan ditampung di tangki 2. Tahap-tahap tersebut terjadi pada mesin RO. Untuk melakukan proses ini diperlukan Panel RO unit. Oleh karena itu, permasalahan yang akan timbul jika tidak ada panel MCC adalah filterisasi air menjadi tidak efektif atau bahkan dapat membuat mesin RO itu sendiri rusak.

Perancangan Panel Motor Control Center ...

Sebelum membuat panel, dibutuhkan perancangan panel. Perancangan diartikan sebagai suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada [15]. Perancangan panel berarti mempersiapkan peralatan ataupun komponen-komponen yang dibutuhkan dalam panel. Komponen listrik pada panel terdiri dari komponen *power*, komponen *indicator*, komponen *control*, dan komponen pengamanan. Namun dalam artikel ini, komponen panel dikelompokkan menjadi komponen daya, komponen kontrol, dan komponen pendukung. Komponen daya merupakan komponen yang berhubungan dengan bagian daya masukan ke beban pada suatu sistem. Komponen kontrol adalah komponen yang digunakan untuk kontrol pengoperasian suatu sistem. Komponen pendukung adalah komponen yang digunakan untuk membantu dalam menghubungkan antar komponen.

Dalam menentukan suatu peralatan kontrol dianjurkan untuk mengacu pada standar yang berlaku, seperti Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). *Reverse Osmosis Water System* yang akan dibuat pada artikel ini berdasarkan data *power list* yang tersedia. Komponen daya dan kontrol bekerja berdasarkan urutan deskripsi pengoperasiannya (*sequence logic*). Dari *Sequence logic* yang tersedia, dapat diterjemahkan menjadi gambar instalasi panel. Gambar instalasi panel ini terdiri dari *wiring diagram* dan *layout panel*. *Wiring diagram* adalah gambar yang terdapat koneksi pengkabelan antar komponen yang diwakilkan dengan simbol-simbol. *Layout panel* merupakan gambar rancang bangun panel yang mencakup tata letak komponen-komponen pada panel baik di dalam panel maupun bagian luar panel.

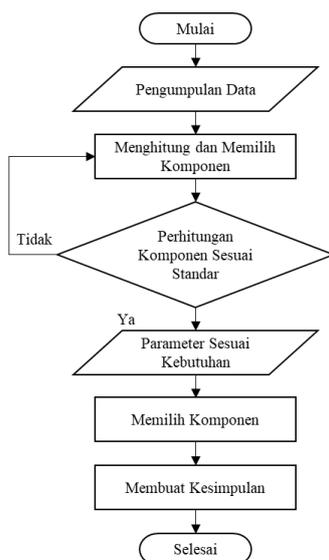
Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan pada panel MCC yang akan dibuat. Oleh karena itu, perhitungan terhadap pemilihan spesifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada panel ini perlu untuk dilakukan. Komponen-komponen yang akan melalui proses pemilihan, antara lain:

1. Kabel daya dan kabel kontrol
2. Lampu indikator
3. *Circuit breaker* (CB)
4. Kontaktor
5. *Thermal Overload Relay* (TOR)
6. *Limit Switch* (LS)
7. *Terminal Block Rail* (TBR)

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menentukan komponen yang akan digunakan. Komponen yang digunakan tersebut nantinya akan dihitung terlebih dahulu agar dapat menjalankan beban atau bekerja sesuai *sequence logic*. Langkah-langkah penelitian dapat ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Perancangan Panel Motor Control Center ...

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang berasal dari *sequence logic dan power list* yang tersedia. Berdasarkan data tersebut, tahap penentuan spesifikasi komponen yang akan digunakan dapat dilakukan. Selain itu, sumber data juga bisa didapatkan dari studi literatur. Studi literatur yang dilakukan yaitu kajian penulis berupa buku ataupun karya-karya ilmiah yang berasal dari buku maupun internet/jurnal sebagai referensi-referensi yang berkaitan dengan penulisan artikel ini. PUIL 2011 dan katalog komponen adalah literatur yang digunakan dalam penelitian ini. Menurut Moleong (2007) [16], sumber data penelitian kualitatif adalah tampilan yang berupa kata-kata lisan atau tertulis yang dicermati oleh peneliti, dan benda-benda yang diamati sampai detailnya agar dapat ditangkap makna yang tersirat dalam dokumen atau bendanya.

2.3. Teknik Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan menelaah secara mendalam data yang telah dikumpulkan, kemudian digolongkan sesuai dengan kebutuhan. Langkah selanjutnya yaitu memperhitungkan dan memilih tiap komponen menggunakan data pada *power list* ataupun *sequence logic*.

KHA sebuah kabel bergantung pada luas penampang kabel tersebut. Semakin besar luas penampang kabel listrik semakin besar pula nilai hantarnya [17]. Rumus yang digunakan untuk menentukan jenis / tipe maupun spesifikasi komponen yang akan dipilih yaitu dengan menghitung arus beban (I_B), Kuat Hantar Arus (KHA), dan pemilihan masing-masing kabel adalah sebagai berikut :

Arus beban (I_B) 3 fasa,

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

Arus beban (I_B) 1 fasa,

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

Kuat Hantar Arus (KHA),

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

Tahap terakhir dalam pengolahan data adalah menarik kesimpulan yang akan menjadi sebuah informasi yang terkait dengan objek penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan perhitungan dan pemilihan bagi setiap komponen sesuai parameter komponen yang ada pada proses WWTP. Perhitungan parameter komponen menggunakan rumus-rumus sesuai standar yang berlaku sehingga hasil perhitungan dapat digunakan sebagai acuan dalam memilih komponen. Perhitungan komponen pada panel ini meliputi perhitungan komponen kabel, MCB, kontaktor, *Thermal Overload Relay* (TOR), dan *Terminal Block*.

Tabel 1. Power List Panel RO Water System

No.	Equipment Name	Install Power	Power Rate
1	RO Feed Pump	1,1 kW	1Ph/220V/ 50Hz
2	RO Water Distribution Pump	0,85kW	1Ph/220V/ 50Hz
3	RO Unit	3,7kW	3Ph/380V/ 50Hz
4	Antiscalant Dosing System	200VA	1Ph/220V/ 50Hz
5	Outgoing Feeder Power Supply Carbon Filter		1Ph/220V/ 50Hz
6	Outgoing Feeder Power Supply Water Softener		1Ph/220V/ 50Hz
7	Motorized Valve		1Ph/220V/ 50Hz

3.1 Pemilihan kabel

Fungsi utama dari kabel adalah menyalurkan energi [18]. Kabel listrik dari sumber ke beban. Kabel yang digunakan adalah kabel NYAF karena lebih fleksibel sehingga memudahkan penginstalasian kabel di dalam panel. Seluruh kabel pada panel ini menggunakan kabel NYAF merk Jembo dengan masing-masing ukuran berdasarkan perhitungan.

Hal pertama yang dilakukan untuk memilih kabel adalah menghitung arus yang mengalir ke beban. Kemudian menentukan Kuat Hantar Arus (KHA) yang dibutuhkan. Besar KHA digunakan untuk

Perancangan Panel Motor Control Center ...

menentukan besar penampang kabel berdasarkan daftar tabel KHA kabel. Kemampuan Hantar Arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu [19].

Type of Cable	: NYAF	Specification	: SPLN 42-3 : 1992 SNL 04-3236 : 1992 IEC, 60227-3 IEC, 02				
Rated Voltage	: 450/750 Volt						
CONSTRUCTION							
Size	Conductor		Insulation Thickness	Approx Overall Diameter	Approx Net Weight	Standard Length	Packing
	Construction	No. of Wire					
mm ²	-	-	mm	mm	Kg/km	m	-
1,5	f	0,26	0,7	3,5	22	100	Coil
2,5	f	0,26	0,8	4,2	35	100	Coil
4	f	0,31	0,8	4,8	49	100	Coil
6	f	0,31	0,8	6,3	71	100	Coil
10	f	0,41	1,0	7,6	113	100	Coil
16	f	0,41	1,0	8,8	182	100	Coil
25	f	0,41	1,2	11,0	294	1000	Drum
35	f	0,41	1,2	12,5	388	1000	Drum
50	f	0,41	1,4	14,5	540	1000	Drum
70	f	0,51	1,4	17,0	735	1000	Drum
95	f	0,51	1,6	19,0	1014	1000	Drum
120	f	0,51	1,6	21,0	1236	500	Drum
150	f	0,51	1,8	23,5	1542	500	Drum
185	f	0,51	2,0	26,5	1870	500	Drum
240	f	0,51	2,2	29,5	2410	500	Drum

Gambar 2. Kabel Jembo untuk Jenis Kabel NYAF

RO Feed Pump

Terdapat sebuah *RO Feed Pump* dengan arus bebannya (I_{B01}). Pompa memiliki spesifikasi daya sesuai pada Tabel 1.

$$I_{B01} = \frac{P}{V \times \cos\theta} = \frac{1,1 \text{ kW}}{220V \times 0,85} = 5,88A$$

Maka,

$$KHA = 125\% \times I_{B01} = 125\% \times 5,88A = 7,35A$$

Berdasarkan katalog kabel, ukuran kabel NYAF yang digunakan adalah 1,5mm². Dengan mempertimbangkan terjadinya *voltagedrop*, maka kabel yang akan digunakan adalah 2,5mm².

RO Water Distribution Pump

Panel akan melayani sebuah *RO Water Distribution Pump* dengan arus beban (I_{B02}). Pompa memiliki spesifikasi sesuai pada Tabel 1.

$$I_{B02} = \frac{P}{V \times \cos\theta} = \frac{0,85 \text{ kW}}{220V \times 0,85} = 4,55A$$

Maka,

$$KHA = 125\% \times I_{B02} = 125\% \times 4,55A = 5,69A$$

Berdasarkan katalog kabel, ukuran kabel NYAF yang digunakan adalah 1,5mm². Dengan mempertimbangkan terjadinya *voltagedrop*, maka kabel yang akan digunakan adalah 2,5mm².

RO Unit (Power Only)

Panel akan melayani sebuah *RO Unit* dengan beban (I_{B03}) yang terhubung ke panel khusus. Penulis akan menyediakan kontrol daya untuk beban terkait.

$$I_{B03} = \frac{P}{V \times \cos\theta \times \sqrt{3}} = \frac{3,7kW}{380V \times 0,85 \times \sqrt{3}} = 6,61A$$

Maka,

$$KHA = 125\% \times I_{B03} = 125\% \times 6,61A = 8,26A$$

Perancangan Panel Motor Control Center ...

Berdasarkan katalog kabel, ukuran kabel NYAF yang digunakan adalah 1,5mm². Dengan mempertimbangkan terjadinya *voltagedrop*, maka kabel yang akan digunakan adalah 2,5mm².

Antiscalant Dosing System

Terdapat sebuah sistem *Antiscalant Dosing* dengan arus bebannya (I_{B04}). Sistem yang bekerja memiliki daya sesuai pada Tabel 1.

$$I_{B04} = \frac{S}{V} = \frac{200VA}{220V} = 0,91A$$

Maka,

$$KHA = 125\% \times I_{B04} = 125\% \times 0,91A = 1,14A$$

Berdasarkan katalog kabel, ukuran kabel NYAF yang digunakan adalah 1,5mm². Dengan mempertimbangkan terjadinya *voltagedrop*, maka kabel yang akan digunakan adalah 2,5mm².

Incoming Power

Arus *Incoming* merupakan akumulasi dari arus-arus beban yang bekerja pada panel.

$$KHA = I_{nQ00} = 125\% \times I_{B0} = I_{nQ00} = 25,28A$$

Berdasarkan katalog kabel, ukuran kabel NYAF yang digunakan adalah 6mm².

3.2. Pemilihan Lampu Indikator

Pemilihan lampu indikator disesuaikan dengan tegangan kerjanya yaitu 220-230V dengan nilai arus $\leq 20mA$. Masing-masing fasa dibedakan dengan warna lampu indikator. Fasa R menggunakan lampu pilot berwarna merah. Fasa S menggunakan lampu pilot berwarna kuning. Fasa T menggunakan lampu pilot berwarna hijau. Setiap lampu indikator fasa dilengkapi dengan pengaman *fuse*. *Fuse* yang digunakan berjenis sekering. Pemilihan *fuse* untuk lampu indikator pada sisi *incoming* panel adalah 2A. Hal ini dikarenakan daya lampu indikator sangat kecil, maka dipilih *fuse* dengan rating terendah adalah 2A.

3.3. Pemilihan Circuit Breaker (CB)

Dalam pemilihan *Circuit Breaker* perlu memperhitungkan arus nominal (I_{nQ}) yang mengalir dalam rangkaian. Rating MCB yang terhubung harus lebih besar dibanding arus yang mengalir. Perhitungan *Circuit Breaker* cabang adalah sebagai berikut :

$$I_{nQ} = 125\% \times I_B \quad (5)$$

$$I_{nQ01} = 125\% \times I_{B01} = 125\% \times 5,88A = 7,35A$$

Maka, MCB Q01 yang digunakan adalah MCB Schneider IC60N A9F74110 dengan spesifikasi 10A, 1*pole*.

$$I_{nQ02} = 125\% \times I_{B02} = 125\% \times 4,55A = 5,69A$$

Maka, MCB Q02 yang digunakan adalah MCB Schneider IC60N A9F74110 dengan spesifikasi 10A, 1*pole*.

$$I_{nQ03} = 125\% \times I_{B03} = 125\% \times 6,61A = 8,26A$$

Maka, MCB Q03 yang digunakan adalah MCB Schneider IC60N A9F74316 dengan spesifikasi 16A, 3*poles*. MCB 16A dipilih karena apabila memilih MCB 10A rating MCB hanya memiliki perbedaan yang kecil dibanding arus nominalnya.

$$I_{nQ04} = 125\% \times I_{B04} = 125\% \times 0,91A = 1,14A$$

Maka, MCB Q04 yang digunakan adalah MCB Schneider IC60N A9F74102 dengan spesifikasi 2A, 1*pole*.

Untuk beban Q05, Q06 dan Q07 *client* hanya meminta pembagian daya dari MCB pusat ke MCB cabang. Maka, MCB cabang dipilih 4A 1 pole untuk beban-beban tersebut. F01, F03 dan F04 merupakan MCB untuk membagi daya kontrol *internal* panel. Sedangkan F02 merupakan percabangan dari F01 sehingga arusnya telah terwakilkan oleh F01. Komponen kontrol umumnya tidak membutuhkan daya yang besar. Sehingga pada artikel ini penulis memilih MCB 4A 1 *pole* untuk F01 dan F03 serta MCB 6A 1 *pole* untuk F04 dengan pertimbangan jumlah beban yang dilayani.

Perancangan Panel Motor Control Center ...

Panel akan mendapat lebih banyak beban 1 fasa dibandingkan beban 3 fasa sehingga beban perlu dibagi ke 3 fasa yang tersedia dari MCB *incoming*. Maka Perhitungan MCB utama (Q00) tiap fasa, adalah sebagai berikut:

$$I_{nQ00} = [(125\% \times I_{B\text{Terbesar}}) + (I_{B\text{lain}})] \quad (5)$$

$$I_{nQ00R} = [(125\% \times I_{B03}) + (I_{B01}) + (I_{B04}) + (Q07) + (F04)] = 25,28A$$

$$I_{nQ00S} = [(125\% \times I_{B03}) + (I_{B02}) + (Q05) + (F01)] = 20,81A$$

$$I_{nQ00T} = [(125\% \times I_{B03}) + (Q06) + (F03)] = 16,26A$$

Perhitungan menunjukkan bila arus terbesar akan timbul pada Fasa R dengan nilai 25,28A. maka MCB utama yang akan digunakan adalah MCB Schneider IC60N A9F74332 dengan spesifikasi 32A, 3 *poles*.

3.4. Pemilihan Kontaktor

Kontaktor dipilih berdasarkan tipe kontaktor yang digunakan, nilai arus beban, jenis beban dan tegangan yang dibutuhkan *coil*. Panel hanya akan melayani 2 motor secara langsung, yaitu *RO Feed Pump* dan *RO Water Distribution Pump*. Daya yang diminta oleh *client* yaitu untuk *RO Feed Pump* sebesar 1,1kW dan untuk *RO Water Distribution Pump* sebesar 0,85kW. Berdasarkan daya yang diminta oleh *client* dan komponen pada katalog acuan, maka kontaktor yang dipilih adalah Schneider LC1D09 untuk dengan spesifikasi AC-3, 415VAC, 9A, 220VAC *coil*, 1 NO, 1 NC.

Asosiasi 3 Komponen				
AC-3 400/415 V P (kW)	Ie (A)	CB untuk motor	Kontaktor	Relai termal
0.06	0.2	GV2L03	LC1D09**	LRD02
0.09	0.3	GV2L03	LC1D09**	LRD03
0.12	0.44	GV2L04	LC1D09**	LRD04
0.18	0.6	GV2L04	LC1D09**	LRD04
0.25	0.85	GV2L05	LC1D09**	LRD05
0.37	1.1	GV2L05	LC1D09**	LRD05
0.55	1.5	GV2L06	LC1D09**	LRD06
0.75	1.9	GV2L07	LC1D09**	LRD07
1.1	2.7	GV2L08	LC1D09**	LRD08
1.5	3.6	GV2L08	LC1D09**	LRD08
2.2	4.9	GV2L10	LC1D09**	LRD10
3	6.5	GV2L14	LC1D09**	LRD12
4	8.5	GV2L14	LC1D09**	LRD14
5.5	11.5	GV2L16	LC1D25**	LRD16
7.5	15.5	GV2L20	LC1D25**	LRD21
9	18.1	GV2L22	LC1D25**	LRD22
11	22	GV2L22	LC1D25**	LRD22
15	29	GV2L32	LC1D40A**	LRD332
18.5	35	GV3L40	LC1D50A**	LRD340
22	41	GV3L50	LC1D50A**	LRD350
37	55	GV3L65	LC1D65A**	LRD365
37	66	NS89HMA	LC1D80**	LRD3363

Catatan:
* Untuk mempermudah koneksi, gantikan GV2L32 dengan GV3L40 (koneksi EverLink)

Gambar 3. Daftar Pemilihan Motor Starter DOL Performa Tinggi Asosiasi 3 Komponen [20]

3.5. Pemilihan Thermal Overload Relay (TOR)

Pemilihan *overload relay* ditentukan berdasarkan nilai arus proteksi beban lebih (I_{nOL}). Perhitungan rentang *Thermal Overload Relay* adalah sebagai berikut :

$$I_{nOL} = 110\% - 115\% \times I_B \quad (7)$$

$$I_{nOL01} = 6,47A - 6,76A$$

Berdasarkan perhitungan nilai arus beban *RO Feed Pump* dan komponen di pasaran, maka *Thermal Overload Relay* yang dipilih adalah Schneider LRD12 dengan range 5,5A s.d. 8A.

$$I_{nOL02} = 5,01A - 5,23A$$

Berdasarkan perhitungan nilai arus beban *RO Water Distribution Pump* dan komponen di pasaran, maka *Thermal Overload Relay* yang dipilih adalah Schneider LRD12 dengan range 4A s.d. 6A.

3.6. Pemilihan Limit Switch

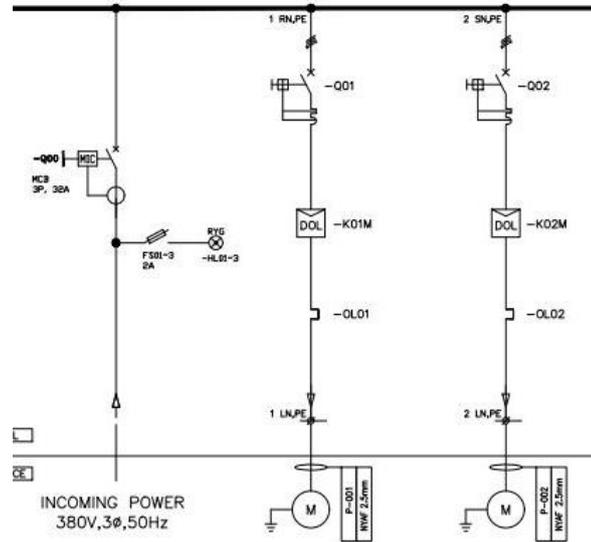
Pemilihan *limit switch* yang digunakan menyesuaikan tegangan kerja yaitu 220VAC. *Limit Switch* yang digunakan adalah Schneider XCJ128 dengan spesifikasi 250VAC, 10A, 1 NC/NO.

Perancangan Panel Motor Control Center ...

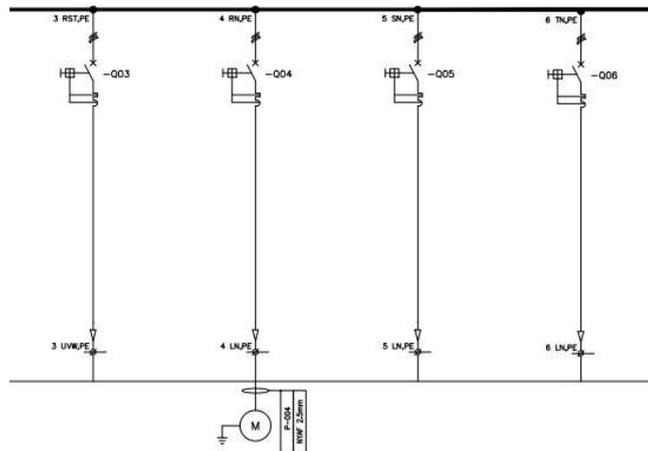
3.7. Pemilihan Terminal Block Rail

Terminal yang digunakan perlu menyesuaikan KHA kabel. Panel ini menggunakan TBR-30 dengan rating arus 30A, TBR-20 dengan rating arus 20A dan TBR-10 dengan rating arus 10A.

Setelah melakukan perhitungan dan pemilihan komponen kemudian dilakukan perancangan *Single Line diagram* berdasarkan standar yang berlaku. Berikut adalah hasil rancangan gambar *Single Line Diagram*.



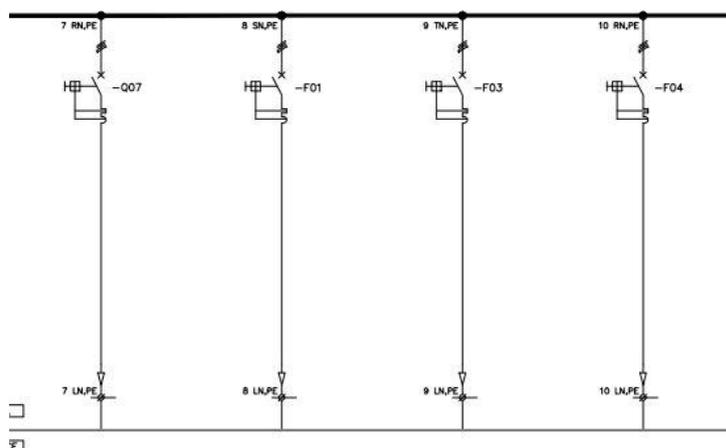
	01	02
INCOMING	1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz
MCB	1.1 kW	0.85 kW
IC60N	DOL STARTER	DOL STARTER
	MCB	MCB
	1	1
	IC60N	IC60N
	LC1D09	LC1D09
	LRD12	LRD10
	10A	10A
INCOMING	RO FEED PUMP	RO WATER DP
	P-001	P-002



	03	04	05	06
INCOMING	3Ph, 380V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz
MCB	3.7 kW	220 VA	-	-
IC60N	MCB	MCB	MCB	MCB
	3	1	1	1
	IC60N	IC60N	IC60N	IC60N
	-	-	-	-
	16A	2A	4A	4A
RO UNIT (POWER ONLY)	ANTISCALANT DS	OPFS CARBON FILTER	OPFS WATER SOFTENER	-
	P-003	P-004	-	-

Perancangan Panel Motor Control Center ...

Gambar 4. Single Line Diagram Incoming Power, RO Feed Pump dan RO Water, RO Unit, Antiscalant DS, OFPS Carbon Filter dan OFPS Water Softener



07	08	09	10
1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz	1Ph, 220V, 50Hz
—	—	—	—
MCB	MCB	MCB	MCB
1	1	1	1
IC60N	IC60N	IC60N	IC60N
—	—	—	—
4A	4A	4A	6A
MOTORIZED VALVE MBV-01	CONTROL +24VDC	EXHAUST FAN	CONTROL 220VAC

Gambar 5. Single Line Diagram Motorized Valve dan Sistem Kontrol

4. SIMPULAN

Simpulan yang didapat adalah hasil perhitungan dari daftar komponen yang akan digunakan pada panel *Motor Control Center Reverse Osmosis Water System*, yaitu kabel yang berukuran 2,5mm² dan 6mm², lampu indikator yang digunakan yaitu warna merah untuk fasa R, warna kuning untuk fasa S, dan warna hijau untuk fasa T. *Rating* arus *fuse* yaitu 2A. MCB *main* yang digunakan yaitu kode IC60N A9F74332 dengan spesifikasi 32A, 3 *poles*. Sedangkan MCB *branch* yang digunakan yaitu kode IC60N A9F74110 dengan spesifikasi 10A, 1 pole, IC60N A9F74316 dengan spesifikasi 16A, 3 poles, IC60N A9F74102 dengan spesifikasi 2A, 1 pole, serta MCB 4A 1 pole dan 6A 1 pole. Kontaktor yang digunakan berspesifikasi AC-3, 415VAC, 9A, 220VAC *coil*, 1 NO, 1 NC. TOR yang dipilih yaitu Schneider LRD12 dengan *range* 5,5A s.d. 8A dan Schneider LRD12 dengan *range* 4A s.d. 6A. *Limit Switch* yang digunakan berspesifikasi 250VAC, 10A, 1 NC/NO. *Terminal Block Rail* yang dipakai yaitu TBR-10, TBR-20, dan TBR-30.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. F. Fakhri, Y. A. Deavy, and M. Putri, “Analisis Pengaruh Kendali Putar Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Vfd Siemens,” *Pros. Konf. Nas. ...*, pp. 674–683, 2022, [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/894%0Ahttps://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/894/479>
- [2] A. A. Akbar and A. Stefanie, “Implementasi Human Machine Interface untuk Panel Motor Control Center Perusahaan Kelapa Sawit di PT. Solusi Indosistem Otomat,” *MITOR J. Tek. Elektro*, vol. 233, no. 1, pp. 78–86, 2023, doi: 10.23917/emitor.v1i1.21095.
- [3] A. S. P. RAHDA, *PERAKITAN MOTOR CONTROL CENTER MCC di PT PG Gorontalo*. Gorontalo: Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Negeri Gorontalo, 2017., 2017. [Online]. Available: https://www.academia.edu/34988234/PERAKITAN_MOTOR_CONTROL_CENTER_MCC_di_PT_PG_Gorontalo
- [4] R. Briankli, F. Tarigan, and I. Santoso, “Perencanaan Panel MCC Di PT Tristar Engineering.” pp. 1–8, 2018.

Perancangan Panel Motor Control Center ...

- [5] A. Farizi *et al.*, “Perancangan Panel Motor Control Centre Dosing System for Clarifier,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 7, pp. 139–145, 2022.
- [6] I. Halimi, M. F. Adam, and Kusnadi, “Perancangan Panel Motor Control Centre untuk Pengendalian Dua Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis PLC dan VSD Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 8 Tahun 2023,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 8, pp. 69–73, 2023.
- [7] U. Sultan, A. Tirtayasa, M. Fatkhurrohman, U. Sultan, and A. Tirtayasa, “Panel MCC-300 Sebagai Alat Pengontrol Mesin Pompa Distribusi Air Bersih di Spam Perumdam Tirta Madani Kota Serang,” vol. 1, no. 2, 2023.
- [8] Y. Apriani, “Analisa Sistem Pengaman Motor Listrik Dengan Menggunakan Maine 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.
- [9] D. Murdianto and D. Adzkiya, “Pemodelan Instalasi Pengolahan Air Bersih Menggunakan Hybrid Petri Net,” *Proceeding 6th Annu. Basic Sci. Int. Conf.*, pp. 1–10, 2016.
- [10] A. A. Ragetisvara and H. S. Titah, “Studi Kemampuan Desalinasi Air Laut Menggunakan Sistem Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) pada Kapal Pesiar,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 68–75, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.63933.
- [11] D. Ariyanti and I. N. Widiasa, “APLIKASI TEKNOLOGI REVERSE OSMOSIS UNTUK PEMURNIAN AIR SKALA RUMAH TANGGA,” *Teknik*, vol. 32, no. 3, pp. 193–197, 2011.
- [12] D. Sulistio, “UJI KEBERADAAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN *Salmonella thypi* PADA AIR MINUM ISI ULANG DI KELURAHAN ANTANG KOTA MAKASSAR Skripsi,” 2012.
- [13] I. Royana, “Perancangan Teknologi Energi Surya untuk Mengatasi Kekeringan di Daerah Perbatasan (Studi Kasus di Desa Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur),” *J. DIALOG PENANGGULANGAN BENCANA*, vol. 11, no. 2, pp. 123–137, 2020.
- [14] D. Rubiyanto, “Metode Kromatografi Prinsip Dasar, Praktikum dan Pendekatan Pembelajaran Kromatografi.” pp. 68–87, 2017.
- [15] R. dan M. A. S. Nur, “Perancangan Mesin-Mesin Industri,” *Grup CV BUDI UTAMA*, pp. 5–6, 2017.
- [16] M. A. Siyoto, Sandu dan Sodik, *Dasar Metodologi Penelitian*, no. 1. 2015.
- [17] S. 0225 National Standardization Body (BSN), “General electrical installation requirements (PUIL) 2011, 8-21: Emergency (genset) generator installation,” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [18] M. F. Isworo, T. Sukmadi, and Karnoto, “PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PENGELOLAAN AIR TERPRODUKSI STUDI KASUS W.T.I.P KAWENGAN PT. PERTAMINA EP REGION JAWA,” pp. 1–7, 2012, [Online]. Available: eprints.undip.ac.id
- [19] B. S. Nasional, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. PUIL, 2000.
- [20] Schneider, *Daftar Harga 2014*. 2014.