

BAB III METODE DAN PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem dilakukan sebagai langkah awal, sebelum alat siap direalisasikan untuk memastikan agar sistem dapat berjalan sesuai fungsinya. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi perancangan desain bentuk *trainer* dan rangkaian elektrikal, perancangan blok diagram, perancangan *flowchart*, perancangan diagram langkah, dan perancangan penempatan komponen kelistrikan yang di gabungkan dengan desain *trainer*.

3.1. Analisa Kebutuhan

Kebutuhan dalam perancangan sistem pada alat ini meliputi kebutuhan akan perangkat mekanik, komponen kelistrikan, dan peralatan pendukung, kebutuhan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

3.1.1. Analisa Kebutuhan Perangkat mekanik

Komponen mekanik meliputi perlengkapan yang di gunakan dalam membuat kerangka *trainer*, dengan di rancang menyerupai bentuk meja dengan di lengkapi papan, pada papan terseut terdiri dari miniatur jaringan distribusi, komponen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Kebutuhan Perangkat mekanik

No.	Perangkat mekanik	Keterangan
1.	Besi Hollow 1,2 mm	Sistem kerangka pada <i>trainer</i>
2.	Papan melamin 3 mm	Sebagai media tampilan untuk <i>trainer</i>
3.	Papan triplek plywood 8 mm	Di gunakan untuk pelapis dan menambah ketebalan dari melamin
4.	Mur dan boud 4 inc 6 cm	Untuk menyatukan papan kayu dengan kerangka <i>trainer</i>
5.	Mur dan boud 2 inc 5 cm	Untuk menyatukan kerangka papan dengan papan <i>trainer</i>
6.	Papan kayu 2cm	Sebagai papan untuk dudukan motor
7.	Walpaper pelapis papan kayu	sebagai pelapis papan kayu dan memberikan tampilan rapih.

3.1.2. Analisa Kebutuhan Perangkat Kelistrikan

Pada *trainer* ini memerlukan komponen kelistrikan yang meliputi kelengkapan untuk *monitoring*, instalasi dan proteksi. Perangkat kelistrikan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2. Kebutuhan kerangka sistem trainer

No.	Perangkat Keras	Jumlah	Fungsi
1.	MCB 1 Fasa 6 A	1 buah	Memutus dan menghubungkan serta proteksi terhadap rangkaian 1 fasa
2.	MCB 3 Fasa 6 A	2 buah	Memutus dan menghubungkan serta proteksi terhadap rangkaian 3 fasa
3.	Motor induksi 1 fasa 220 v	1 buah	Sebagai pengubah energi listrik menjadi gerak pada jaringan instalasi 1 fasa
4.	Motor induksi 3 fasa 380 v	1 buah	Sebagai pengubah energi listrik menjadi gerak pada jaringan instalasi 3 fasa
5.	VFD	1 buah	Sebagai pengatur kecepatan pada motor 3 fasa
6.	Magnetik kontaktor	1 buah	Sebagai komponen kendali <i>forward-reverse</i> pada rangkaian motor 1 fasa
7.	<i>Push button normaly oppen</i>	2 buah	Sebagai tombol <i>forward-reverse</i> pada rangkaian motor 1 fasa
8.	<i>Push button normaly closed</i>	1 buah	Sebagai tombol off yang memutuskan rangkaian motor 1 fasa
9.	<i>Thermal overload relay</i>	1 buah	Sebagai proteksi terhadap motor 1 fasa jika terdapat gangguan beban lebih
10.	Skun kabel merah,kunin	4 pak	Sebagai pembungkus kabel yang akan di koneksikan pada

	g, hitam, biru 2,5 mm		rangkaian dan komponen kelistrikan
11.	Lampu indikator merah, kunin g, hijau	3 buah	Sebagai penanda bahwa rangkaiannya telah di aliri oleh listrik
12.	Volt meter fasa R,S,T	3 buah	Sebagai monitoring dan mengukur arus pada masing- masing fasa rangkaian
13.	Ampere meter Fasa R,S,T	3 buah	Sebagai monitoring dan mengukur arus pada masing- masing fasa rangkaian
14.	Frekuensi Meter	1 buah	Sebagai alat untuk mengukur frekuensi
15.	Cos Phi Meter	1 buah	Sebagai pengukur pada faktor daya
16.	Volt meter pengukur antar fasa dan fasa- netral	3 buah	Sebagai monitoring dan mengukur tegangan pada masing-masing fasa rangkaian
17.	Selektor volt meter	1 buah	Sebagai pemindah pengukuran
18.	Kotak Panel 40x20x60	1 buah	Tempat meletakkan seluruh komponen
19.	NFB 50 Ampere	1 buah	Sebagai pengaman dan pembatas utama
20.	Terminal kabel	2 buah	Sebagai konektor
21.	Kabeltiss pengikat	Secu- kunya	Sebagai pengikat kabel untuk kerapihan kabelnya
22.	Spiral kabel	Secu- kunya	Sebagai pengikat kabel untuk kerapihan instalasi kelistrikan
23.	Busbar	3 buah	Sebagai konektor
24.	<i>Curent Transformer</i>	3 buah	Sebagai penurunan arus listrik yang akan di ukur

25.	<i>Banana plug male</i> merah,kuning,hitam,biru	Masing-masing 1 pak	Sebagai konektor untuk kabel yang di gunakan dalam rangkaian sistem sebagai pasangan dari <i>Banana plug female</i>
26.	<i>Banana plug female</i> merah,kuning,hitam,biru	Masing-masing 1 pak	Sebagai konektor untuk kabel yang di gunakan dalam rangkaian sistem sebagai pasangan dari <i>Banana plug male</i>
27.	Konektor stop kontak kabel 3 fasa	1 buah	Sebagai konektor yang menghubungkan rangkaian terhadap sumber listrik 3 fasa
28.	Kabel NYAF 0,75 mm merah,kuning,hitam,biru	secukupnya	Di gunakan untuk menghubungkan rangkaian yang berada di dalam kotak panel
29.	Kabel NYAF 1,5 mm merah,kuning,hitam,biru	Secukupnya	Di gunakan untuk menghubungkan rangkaian yang berada di dalam kotak panel
30.	Kabel dak	3 M	Sebagai tempat meletakkan kabel dan jalur merapikan kabel pada kotak panel
31.	Rel omega	40 cm	Tempat dudukan komponen kelistrikan seperti kontaktor magnetik, dan MCB

3.1.3. Peralatan Pendukung

Pembuatan alat ini membutuhkan peralatan pendukung yang digunakan untuk pemasangan perangkat mekanik dan rangkaian kelistrikan. Peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

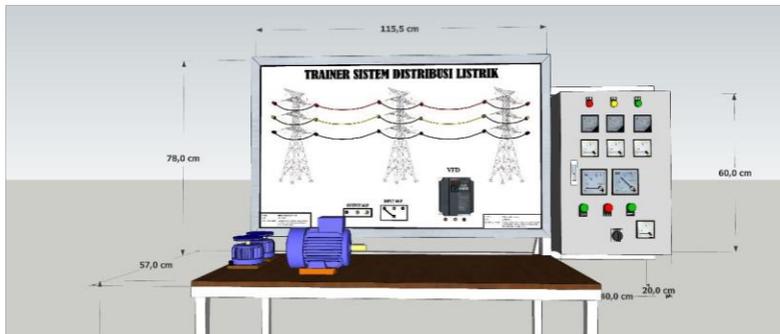
Tabel 3. 3. Kebutuhan Peralatan

No.	Alat	Fungsi
1.	Multimeter	Mengetes pengujian <i>monitoring</i> tegangan, arus, dan daya
2.	Tang crimping	Mengetes pengujian <i>monitoring</i> temperatur
3.	Tang kombinasi	Mengetes pengujian <i>monitoring</i> RPM
4.	Obeng	Memasang baut dan skrup
5.	Bor listrik	Melubangi panel
6.	Gerinda potong	Membuat kotak pada panel untuk LCD
7.	Mesin las dan elektroda	Di gunakan untuk menyatukan rangkaian mekanik pada kerangka mekanik trainer
8.	Gergaji	Sebagai pemotong papan kayu
9.	Penggaris	Membuat ukuran pasti pada suatu benda kerja
10.	Alat pelindung diri	Peralatan safety untuk melindungi diri terhadap potensi terjadinya kecelakaan kerja
11.	Gerinda penghalus	Di gunakan sebagai penghalus benda kerja supaya rapih
12.	Tang Ampere	Mengukur arus untuk perbandingan dengan alat ukur instrumen
13.	Taco meter	Mengetahui berapa kecepatan motor dalam satuan rpm
14.	Software Sketchupp	Melakukan perancangan dan desain terhadap trainer
15.	Software Autocad	Membuat desain tiang listrik distribusi pada papan verikal trainer
16.	Software Corel draw	Untuk membuat desain keterangan yang di tempatkan pada seluruh <i>trainer</i>

3.2. Perancangan Sistem

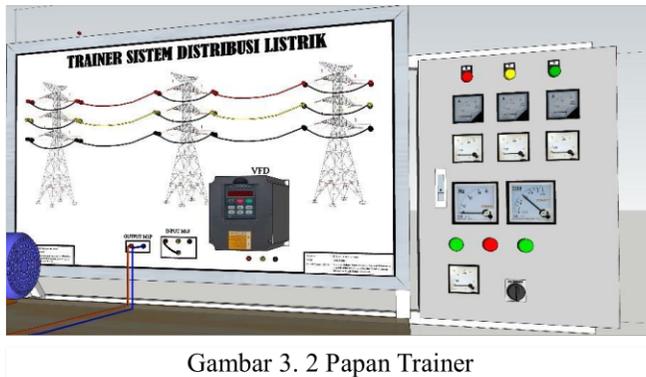
3.2.1 Desain *Trainer*

Pada 2.1 desain trainer sistem distribusi listrik ini berorientasi pada skala laboratorium, dengan bentuk yang terdiri dari meja dan papan dan terdapat komponen yang di gunakan sebagai trainer seperti yang akan di jelaskan dalam gambar berikut.



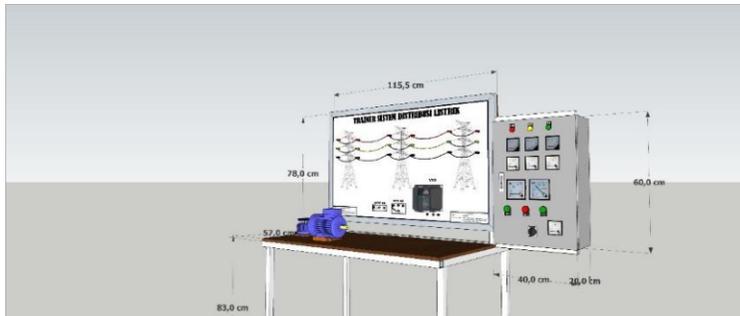
Gambar 3. 1 Desain *trainer* sistem distribusi

Pada *trainer* Sistem Distribusi listrik ini terdiri dari beberapa komponen dan fungsi nya dalam sistem mekanisme diantaranya adalah panel bok berukuran $4 \times 20 \times 60$ cm panel ini merupakan tempat peletakan komponen kelistrikan yang ada di dalam panel bok diantaranya adalah berbagai komponen seperti pemutus sirkuit (MCB, MCCB, NFB), Busbar, Magnetik Kontaktor, *Current Transformer*, *Thermal Overload Relay*, dan terminal kabel dan pada pintu bok panel terdiri dari 3 buah lampu indikator untuk masing masing fasa, tiga buah Ammeter untuk marus masing masing fasa, tiga buah volt meter untuk tegangan masing masing fasa dan tambahan satu buah volt meter lagi yang di lengkapi dengan selektor untuk mengukur tegangan antar fasa R-S,S-T,T-R, dan mengukur tegangan Fasa-Netral pada masing masing fasa R-N,S-N,T-N. Dan terdapat juga frekuensi meter untuk mengukur frekuensi yang di gunakan pada rangkaian dan Cos-Phi meter untuk mengukur faktor daya pada rangkaian. Dan terdapat tiga buah PB (*Push Button*) yang di gunakan untuk mengontrol motor listrik 1 fasa yang berputar secara bolak balik (*Forward-Reverse*) desain panel bok *trainer* pada gambar berikut.



Gambar 3. 2 Papan Trainer

Desain *trainer* gambar 2.2 pada papan vertikal *trainer* terdapat beberapa komponen yang di gunakan diantaranya terdapat gambar miniatur jaringan transmisi distribusi kelistrikan yang terdiri dari gambar tiang transmisi distribuai listrik yang di simulasi kan dan terdapat plug male-vefemale untuk menghubungkan dari masing masing ketiga tiang transmisi distribusi listrik. Dan kemudain terdapat juga plug male-vefemale untuk menghubungkan antara motor 1 fasa terhadap rangkian instalasi dan juga menghubungkan vfd terhadap rangkaian dan koneksi motor nya. Pada papan vertikal trainer juga terdapat VFD yang di pasang pada papan vertikal trainer yang di gambarkan pada gambar di atas.



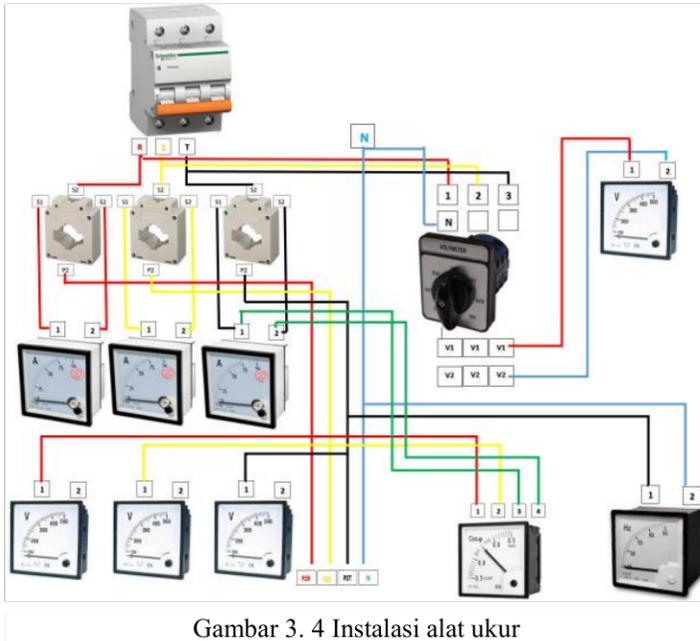
Gambar 3. 3 Desain dimensi trainer

Meja horizontal yang di gambarkan pada gambar 3.3 diatas, trainer akan di tempatkan beberapa komponen kelistrikan di antaranya adalah motor listrik 1 fasa yang di kendalikan oleh magnetik kontaktor untuk perputaran motor secara bolak balik (*forward-reverse*). Kemudian terdapat juga satu buah motor listrik 3 fasa yang di hubungkan ke VFD (*Variable Frequency Drive*) yang berfungsi untuk mengubah kecepatan motor dengan melakukan manipulasi atau perubahan terhadap frekuensi dari output VFD.

Dari ketiga bagian *Trainer* yaitu panel bok, papan vertikal dan papan meja horizontal di pasang rangkaian elektrikal dan di inter koneksi sehingga menjadi satu buah *trainer* sistem distribusi listrik yang lengkap dengan simulasi dan variasi pembebanan nya. Sebagai media pembelajaran trainer sistem distribusi listrik ini akan dilengkapi dengan petunjuk dan panduan yang jelas tentang penggunaan dan eksperimen yang dapat dilakukan, sehingga pengguna dapat memahami konsep-konsep dasar dan melakukan percobaan dengan aman.

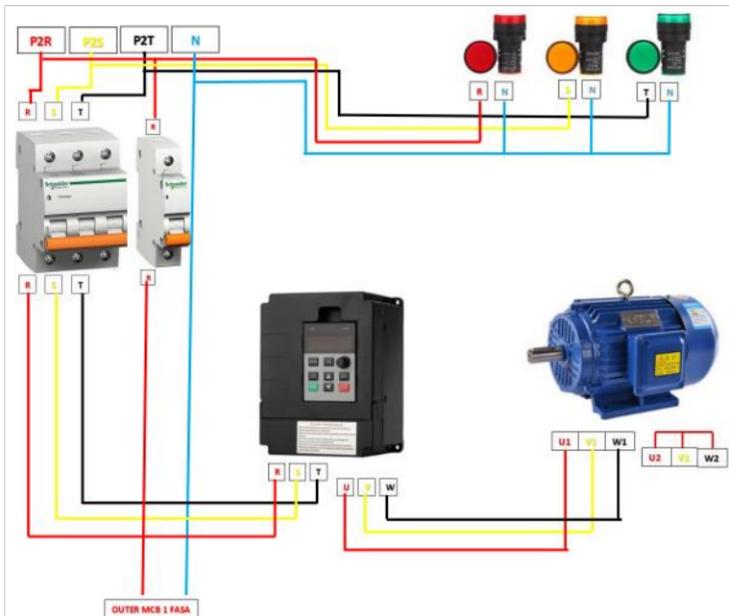
3.2.2 Rangkaian Instalasi *Trainer*

Rangkaian instalasi *Trainer* sistem distribusi menggunakan perlengkapan (*No Fuse Breaker*) sebagai pengaman utama rangkaian.



Pada gambar 3.4 di atas merupakan gambar rangkaian instalasi sistem monitoring dengan alat ukur. Menggunakan (*Miniature Circuit Breaker*) MCB 3 fasa sebaga pengaman lebur yang berfungsi untuk memutuskan rangkaian instalasi seara otomatis apabila rangkaian mengalami hubung singkat atau melebihi daya dari kapasitas MBC tersebut. Kemudian *output* atau keluaran dari MCB di hubungkan terhadap selektor Volt meter dengan koneksi Fasa R pin 1, fasa S pin 2, fasa T pin 3 dan netreal di koneksikan dengan pin 4, output dari saklar di *jumper* kemudian pin V1 output di koneksika dengan pin 1 volt meter da pin V2 selektor di koneksikan dengan pin 2 pada volt meter. Pemasangan selektor dan volt meter ini berfungsi untuk memonitoring secara *realtime* tegangan Fasa Netral yaiu R-N,S-N,T-N dan tegangan antar fasa R-S,S-T,T-R dengan cara merubah posisi selektor sesuai tegangan yang akan kita ukur.

Keluaran MCB di koneksi masing masing fasa terhadap (*Current Transformer*) CT pada pin P1 dan pin P2 sebagai keluaran nya. Terdapat tiga buah amere meter yang di hubungkan dengan tiga buah CT, untuk koneksi nya yaitu pin S1 ke pin 1 ampere meter dan pin S2 ke pin 2 ampere meter. Untuk koneksi pada Cos Phi meter untuk mengetahui faktor daya nya di pasang instalasi pin 1 di koneksi dengan fasa R, pin 2 di koneksi dengan fasa S, pin 3 di koneksi dengan pin S1 salah satu CT dan pin 4 di koneksi dengan S2 pada CT yang sama dari pin 3. Dan untuk tiga buah volt meter di koneksi dengan Volt meter 1 pin 1 di hubungkan ke fasa R dan pin 2 ke Netral, Volt meter 2 pin 1 di hubungkan ke fasa S dan pin 2 ke Netral, Volt meter 3 pin 1 di hubungkan ke fasa T dan pin 2 ke Netral. Dan untuk frekuensi meter kita bisa memasangnya dengan salah satu dari tiga fasa dan yang sudah di terangkan pada gambar pin 1 ke fasa T dan pin 2 ke Netral.



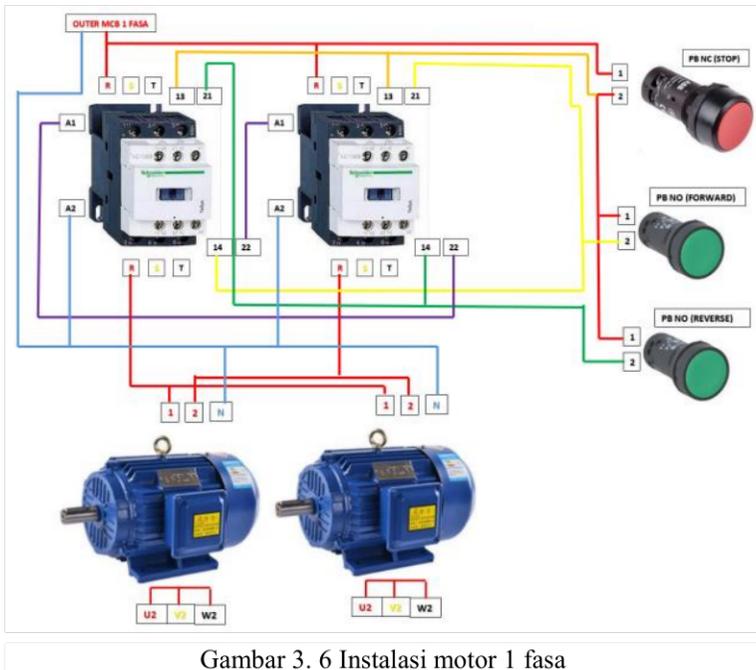
Gambar 3. 5 Instalasi VFD dan motor 3 fasa

Pada gambar di atas merupakan gambar rangkain untuk koneksi (*variable Frequency Drive*) VFD untuk di hubungkan dnegan motor

listrik 3 fasa, dengan adanya VFD ini berfungsi sebagai manipulasi terhadap frekuensi output yang akan di hubungkan ke motor listrik dan berpengaruh pada kecepatan motor listrik nya.

Output pada CT yaitu pin P2R di hubungkan ke fasa R MCB, pin P2S di hubungkan ke fasa S MCB, pin P2T di hubungkan ke fasa T MCB. Dan untuk masing masing fasa juga di koneksikan dengan lampu indikator yang akan memberikan indikasi bahwa rangkain instalasi telah ter aliri arus listrik untuk koneksi lampu indikator merah di kneksikan dengan fasa R, Kuning di koneksikan dengan fasa S dan hijau di koneksikan dengan fasa T, dan dari ketiga buah lampu indikator di atas memonitoring tiap fasa nya.

Untuk instalasi VFD, keluaran dari MCB 3 fasa di koneksikan Fasa R dengan Pin pertama FVD untuk fasa R, Fasa S dengan Pin kedua FVD untuk fasa S, Fasa T dengan Pin ketiga FVD untuk fasa T. Dan output dari VFD pin U di koneksikan dengan U1 motor, pin V di koneksikan dengan V1 motor dan pin W di koneksikan dengan W1 motor, dan motor listrik di hubungkan dengan koneksi bintang (*star*).

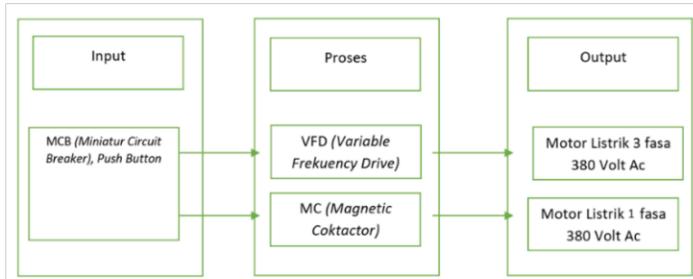


Rangkaian instalasi pada gambar 3.6 di atas ini merupakan rangkaian elektrikal untuk kendali motor listrik 1 fasa dengan dua buah motor listrik yang di hubung secara seri dan menggunakan dua buah magnetik kontaktor untuk kendali motor listrik 2 arah putar kanan kiri (*Forward-Reverse*).

Magnetik kontaktor (MC) adalah perangkat elektromagnetik yang digunakan untuk mengendalikan aliran daya listrik pada motor. Prinsip kerja rangkaian yaitu ketika push button putar kanan atau putar kiri ditekan, masing-masing magnetik kontaktor akan diaktifkan oleh arus listrik, dan motor akan berputar sesuai dengan arah yang diinginkan. Saat push button stop ditekan, kedua magnetik kontaktor akan mati dan menghentikan aliran daya listrik ke motor, sehingga motor berhenti berputar. Dengan menggunakan dua magnetik kontaktor, kita dapat mengontrol motor untuk berputar ke kanan atau kiri dan menghentikannya dengan push button yang sesuai.

3.2.3 Blok Diagram

Blok diagram merupakan salah satu bagian dalam perancangan untuk mengetahui prinsip kerja alat secara keseluruhan. Membuat blok diagram akan mempermudah dalam perancangan pembuatan alat karena telah terkonsep, sehingga pembuatan sistem alat sesuai dengan perencanaannya. Blok diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 7 Blok diagram

Gambar di atas menjelaskan garis besar sistem mulai dari input, proses dan output yang akan dijelaskan sebagai berikut:

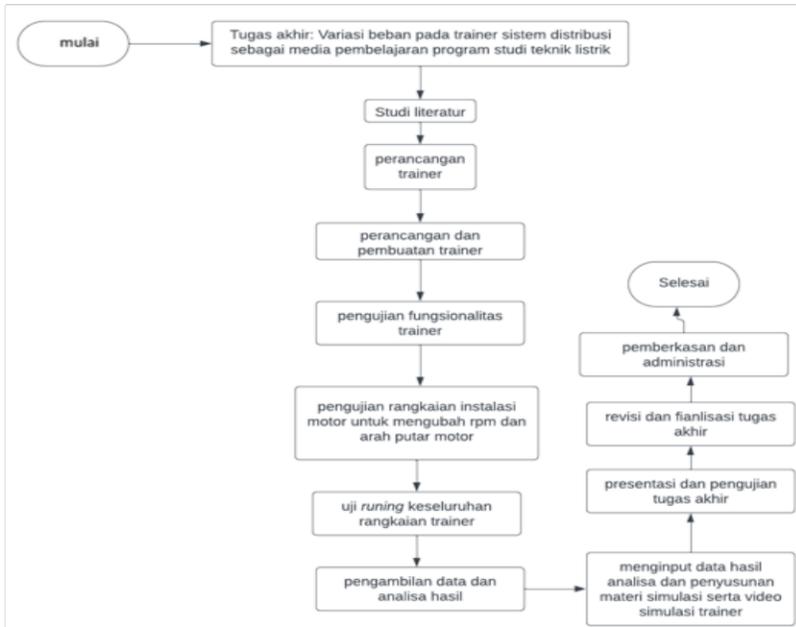
1. MCB merupakan komponen input yang berfungsi sebagai pengaman pada rangkaian listrik apabila terjadi *Short Circuit* atau hubung singkat.
2. *Push Button* saklar tekan yang di gunakan untuk menyalurkan dan memutuskan rangkaian listrik yang menjadi sumber untuk motor induksi dalam melakukan simulasi terhadap beban.
3. VFD (*Variable Frequency Drive*) merupakan komponen pemrosesan yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor induksi 3 fasa, dengan menggunakan komponen VFD ini motor induksi dapat di atur kecepatannya sehingga rpm pada motor bersifat variabel, prinsip kerja dari komponen ini dengan cara pengaturan pada frekuensi yang di atur dalam *interface* VFD.

4. MC (*Magnetic Contactor*) merupakan komponen pemrosesan untuk mengunci aliran listrik pada motor 1 fasa sehingga motor induksi dapat beroperasi.
5. Motor induksi 3 fasa dan 1 fasa digunakan sebagai variasi beban pada sistem trainer, motor induksi 1 fasa beroperasi pada tegangan 220 volt Ac.

3.2.4 *Flowchart*

Flowchart (Diagram alir) adalah jenis diagram yang mewakili algoritma, alur kerja / proses suatu standar untuk menggambarkan proses secara berkesinambungan. Setiap langkah dalam sistem dinyatakan dalam sebuah simbol-simbol grafis dan aliran setiap langkahnya dinyatakan dengan garis panah. *Flowchart* berisi ilustrasi penyelesaian masalah tahapan alur kerja dari *trainer*.

3.2.4.1 Flowchart pembuatan tugas akhir



Gambar 3. 8 Flowchart pembuatan tugas akhir

Pada gambar tersebut di jelaskan rangkaian pembuatan variasi pembebanan untuk tugas akhir trainer ini. Tahapan awal yang di laksanakan yaitu melakukan riset tentang penelitian sejenis yang telah di laksanakan sebelumnya di tahap studi literatur kemudian di lanjutkan dengan perancangan desain ukuran dimensi dan tata letak komponen untuk pembebanan pada *trainer*.

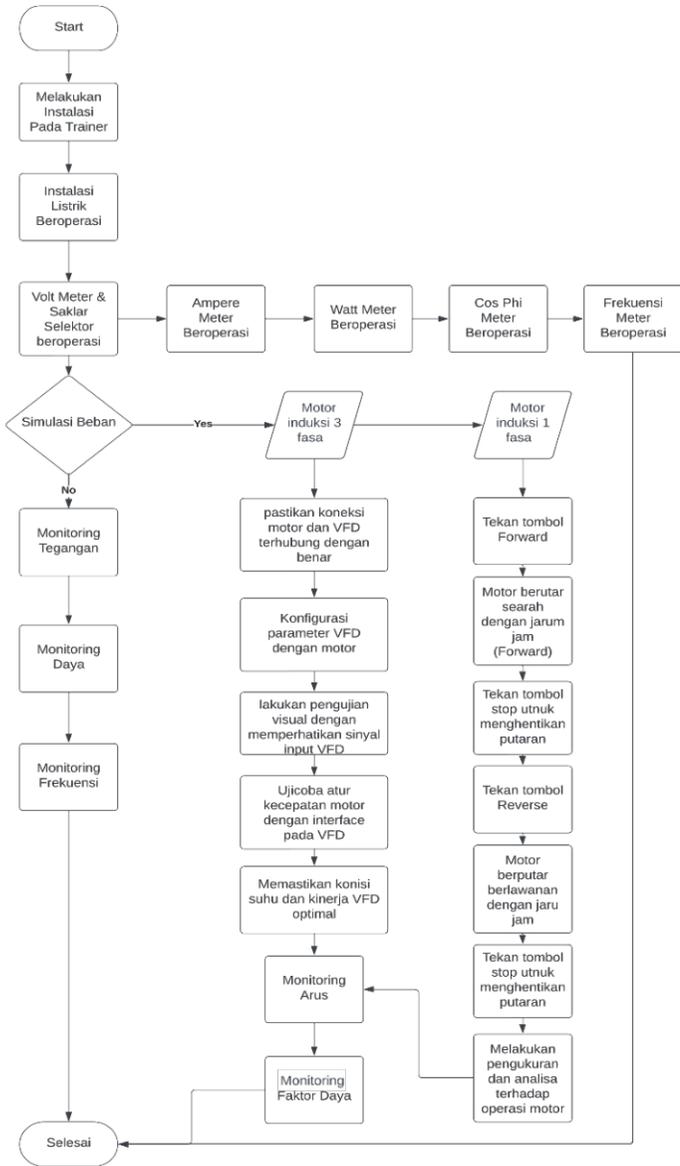
Setelah perancangan dan perencanaan penggunaan komponen yang akan di gunakan telah selesai maka berikutnya tahap ujicoba komponen dan fungsionalitas nya dalam hal ini yang di uji yaitu koneksi motor 3 fasa terhadap *Variable Frequency Drive*(VFD) dan koneksi *Magnetic Contactor* (MC) terhadap motor 1 fasa. Dan setelah di lakukan pengujian terhadap komponen elektrikal telah selesai langsung di lanjutkan dengan tahap instalasi keseluruhan rangkaian.

Pada saat rangkaian instalasi telah terpasang dan dipasitikan terkoneksi secara benar dan sesuai fungsinya maka dilanjutkan dengan uji *Runing* untuk menjalankan rangkaian dan dilanjutkan dengan pengambilan data yang dibutuhkan. Setelah melakukan pengambilan data terhadap *trainer* tahapan berikutnya adalah penginputan data dan penyusunan materi untuk manual book petunjuk penggunaan *trainer* dan kemudian tahapan akan dilanjutkan dengan konsultasi dengan dosen pembimbing terkait revisi dan pengembangannya.

3.2.4.2 *Flowchart* variasi beban pada *trainer*

Pada gambar 3.9 tersebut dijelaskan untuk diagram alir sistem dan teknis kerja untuk melakukan simulasi variasi pembebanan pada *trainer*. Langkah awal yaitu memasang *plug trainer* yang sudah tersedia dan pastikan koneksi yang telah terpasang telah terpasang secara benar sesuai dengan panduan penggunaan *trainer*. Kemudian *switch on* pengaman untuk memasukan daya listrik sumber ke rangkaian instalasi kelistrikan nya, setelah itu maka tiga buah volt meter akan menunjukkan tegangan masing masing fasanya, frekuensi meter juga akan menunjukkan nilai frekuensi yang ada pada rangkaian instalasi secara *realtime*.

Kemudian kita akan dihadapkan dengan dua hal, yang pertama apakah kita akan melakukan simulasi pembebanan atau tidak, jika tidak maka kita hanya akan mengetahui nilai tegangan masing masing fasa dan frekuensinya saja. Kemudian untuk melakukan simulasi pembebanan untuk 3 fasa kita harus memastikan koneksi terasannya secara benar dan dilanjutkan dengan konfigurasi parameter VFD, mengatur frekuensinya kemudian *set* pada poin yang akan diuji dan motor 3 fasa akan beresasi. Kemudian jika kita akan melakukan simulasi pada beban motor 1 fasa langkah awal pastikan koneksi terpasang dengan benar dan tekan tombol *forward* untuk memutar motor ke kanan, sebelum memutar sebaliknya yaitu *reverse* tekan tombol stop terlebih dahulu.



Gambar 3. 9 flowchart pengoperasian

~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~