

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian oleh Reny Nadlifatin yang berjudul “Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Produk Kerajinan Tangan untuk Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Sendang Dajah” dinyatakan dalam penelitiannya bahwa untuk mengurangi limbah plastik dan meningkatkan perekonomian warga, dilakukan pelatihan kepada ibu-ibu PKK di Desa Sendang Dajah dalam mengolah limbah bungkus kopi menjadi produk kerajinan seperti tas dengan metode anyaman, dilengkapi pelatihan desain, pengemasan, dan pemakaian alat bantu seperti mesin jahit, sehingga dihasilkan produk bernilai jual tinggi dan bermanfaat secara ekonomi dan lingkungan.[2]

Pada penelitian oleh Ananda Nur Hidayat, Paniran, dan Budi Dermawan yang berjudul “Perancangan Pengendali Mesin Teabags Otomatis Pembuat Teh Kelor Menggunakan Pengendali PLC Mitsubishi FX3U 24MR” dinyatakan dalam penelitiannya bahwa untuk meningkatkan efisiensi produksi teh celup kelor dirancang mesin otomatis yang dikendalikan oleh PLC Mitsubishi FX3U 24MR, yang mengatur kerja mesin penggiling, mixer, oven, dan pembungkus teh. Sistem diuji melalui pengujian hardware dan software, termasuk pengaturan tegangan dan frekuensi motor AC menggunakan PWM, serta pengukuran RPM motor dengan dan tanpa beban yang membuktikan hubungan linier antara tegangan suplai dan kecepatan putar motor.[3]

Pada penelitian oleh Ahmad Jupri, Anang Juaniardi Prabowo, Baiq Ria Aprilianti, dan Diya Unnida yang berjudul “Pengelolaan Limbah Sampah Plastik dengan Menggunakan Metode Ecobrick di Desa Pesanggrahan” dinyatakan dalam penelitiannya bahwa untuk mengurangi sampah plastik dilakukan sosialisasi dan pelatihan pembuatan ecobrick melalui metode pengisian limbah plastik ke dalam botol bekas secara padat, yang kemudian dijadikan produk bermanfaat seperti kursi, meja, dan pagar taman, dengan tujuan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan serta memanfaatkan limbah menjadi barang bernilai guna dan ekonomi.[4]

Pada penelitian oleh Nurul Safina, Ety Jumiati, dan Miftahul Husna yang berjudul “Pengaruh Komposisi Penambahan Limbah Plastik LDPE dan Serbuk Sabut Kelapa Terhadap Nilai Densitas dan Kuat Tekanan Batako Ringan” dinyatakan dalam penelitiannya bahwa untuk menghasilkan batako ringan digunakan metode pencampuran limbah plastik LDPE dan serbuk sabut kelapa dengan variasi komposisi 5%:35%, 10%:30%, dan 15%:25%, lalu diuji menggunakan mesin hot press dan diuji nilai densitas serta kuat tekan sesuai standar SNI 8640:2018.[5]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 SEE Electrical

SEE Electrical merupakan perangkat lunak (*software*) *Computer Aided Design* (CAD) yang digunakan untuk membuat, mengedit, dan mendokumentasikan gambar rangkaian kelistrikan atau diagram kontrol listrik. Software ini dikembangkan oleh IGE+XAO dan dirancang khusus untuk keperluan perancangan instalasi listrik industri, otomasi, dan sistem panel kontrol.

SEE Electrical menyediakan berbagai fitur *otomatisasi* dan pustaka simbol kelistrikan yang lengkap, seperti simbol relay, kontaktor, MCB, push button, motor, hingga PLC. Dengan antarmuka yang user-friendly, software ini memudahkan pengguna dalam membuat skematik listrik yang profesional dan efisien.

SEE Electrical sering digunakan oleh teknisi listrik, desainer kontrol panel, dan insinyur otomasi dalam proyek industri untuk memastikan rancangan rangkaian listrik yang efisien, mudah dibaca, dan sesuai standar.



Gambar 2.1 Software See Electrical

2.2.2 PLC (Programmable Logic Control)

Dalam bidang otomatisasi industri, PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sistem kendali elektronik yang berperan untuk mengatur jalanya proses mesin atau proses secara otomatis. Perangkat ini dikembangkan sebagai pengganti kontrol berbasis relay tradisional dikarenakan menawarkan proses yang lebih tinggi, kemudahan dalam program ulang, serta kemampuan untuk mengolah berbagai input dan output, baik dalam bentuk digital maupun analog. PLC menjalankan fungsinya dengan membaca data dari sensor sebagai masukan, memproses informasi tersebut berdasarkan instruksi yang tertanam dalam program, dan kemudian mengaktifkan perangkat output seperti motor, lampu, atau katup untuk menjalankan perintah sesuai kebutuhan proses.[6]

2.2.2.1. PLC FX3U-14MR

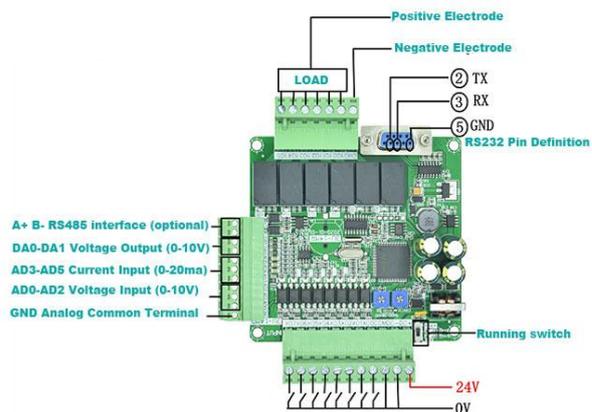
salah satu jenis PLC yang digunakan dalam sistem otomasi adalah FX3U-14MR. PLC ini kompatibel dengan sistem pemrograman Mitsubishi dan menggunakan *visual programming* berbasis *ladder diagram* melalui software GX Developer atau GX Works2. FX3U-14MR dilengkapi dengan 8 input digital (X0-X7) dan 6 output relay (Y0-Y5), serta memiliki fitur tambahan berupa 6 input analog (AD0-AD5) dan 2 output analog (DA0-DA1). Selain itu, tersedia port komunikasi RS323, dan RS485 (A+, B-) untuk koneksi

antar perangkat atau integritasi dengan HMI. PLC ini bekerja pada tegangan DC 24V.



Gambar 2.2 PLC Mitsubishi FX3U-14MR

Pinout dari PLC Mitsubishi FX3U-14MR dapat dilihat pada gambar 2.3 dan spesifikasinya pada tabel 1.1



Gambar 2.3 Pinout PLC Mitsubishi FX3U-14MR

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC Mitsubishi FX3U-14MR

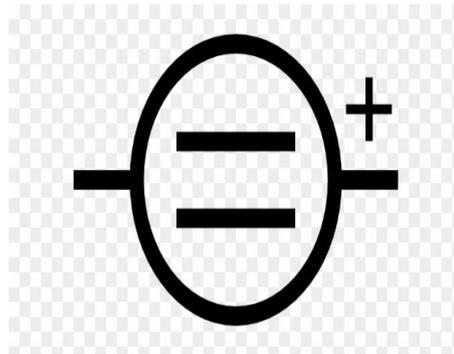
No	Item	Spesifikasi
1	Basis PLC	Mitsubishi FX3U-14MR
2	Bahasa Program	Ladder Diagram
3	Software Program	GX Developer, GX Works2
4	CPU	Berbasis CPU Mitsubishi FX3U
5	Kecepatan Eksekusi	0,065 μ s per instruksi dasar
6	Kapasitas Program	64.000 Langkah
7	Memory Internal	- Auxiliary Relay: 7.680 titik
		- Timers: 512 titik
		- Counters: 235 titik
		- Data Registers: 8.000 titik
8	Input Digital	8 Chanel (X0-X7)
9	Ouput Digital (relay)	6 Chanel (Y0-Y5)
10	Input Analog	6 Chanel (AD0-AD5) Resolusi
		12bit
11	Komunikasi	- RS232
		- RS485 (A+, B-)
12	Tegangan Operasional	24V Dc
13	Type Output Digital	Relay (kontak mekanik)
14	Type Konektor	Terminal Skrup

2.2.3 Power Suplay 24V DC

Power supplay terdiri dari dua jenis utama, yaitu *voltage regulator* dan *constant current regulator*. *Voltage regulator* adalah sumber daya yang tegangan keluarannya dapat diatur, sedangkan *constant current regulator* adalah perangkat yang mengatur arus keluaran agar tetap konstan, tidak terpengaruhi oleh perubahan hambatan beban. Sumber arus ini terbagi menjadi dua, yaitu sumber arus independent (bebas) dan dependent (terkontrol). Sumber arus independent memiliki arus tetap yang tidak dipengaruhi oleh elemen yang dalam rangkaian, sedangkan sumber arus dependent bergantung pada elemen lain, seperti tegangan atau arus dari sumber lain, sehingga sering disebut juga *controlled current source*.



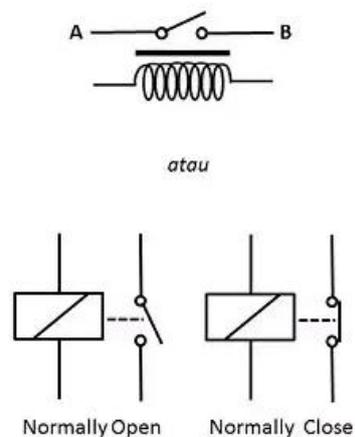
Gambar 2.4 Power Suplay 24V Dc



Gambar 2.5 simbol Power Suplay 24V Dc

2.2.4 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari dua bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklae/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklah sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. [7]



Gambar 2.6 Simbol relay

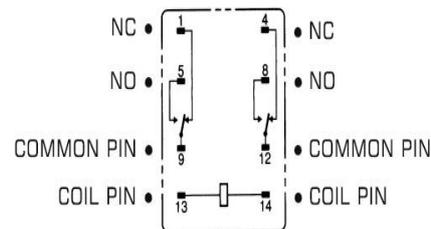
2.2.4.1 Relay My2n

Fungsi Relay MY2N yaitu untuk memutus dan menghubungkan kembali suatu arus listrik pada sistem kelistrikan. Caranya dengan memutus arus atau membari tegangan pada kaki coil.



Gambar 2.7 Relay My2n

pinout dari relay my2n terdapat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Pinout Relay My2n

2.2.4.2 Magnetik Kontaktor

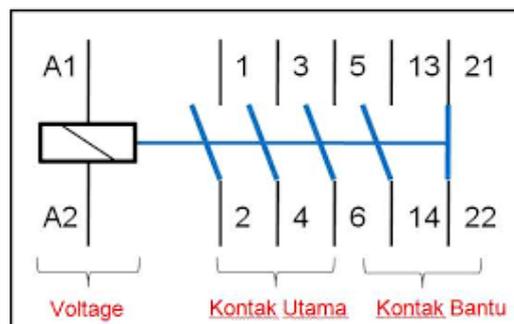
Kontaktor adalah saklah yang digerakan dengan gaya magnetik. Pada kontaktor ini ada yang di sebut *coil* yang berisikan lilitan tembaga sebagai penghasil medan magnet. Cara kerja kontaktor adalah apabila *coil* tersebut di hubungkan dengan sumber tengangan 220V maka akan

terjadi induksi magnet yang akan menarik setiap kontak (plastina) yang terdapat pada kontaktor itu sendiri baik itu NO (*Normaly Open*) maupun NC (*Normaly Closed*). Artinya kontak NO yang pada posisi *coil* tidak diberi tegangan tidak terhubung / tertutup akan tertarik menjadi terhubung (jadi NC), begitu pula kontak NC adalah kebalikanya(Jadi NO Terbuka/Terputus) [8]



Gambar 2.9 Magnetik Kontaktor

Pinout Magnetik Kontaktor terlihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Pinout Magnetik Kontaktor

2.2.5 Motor Gearbox DC

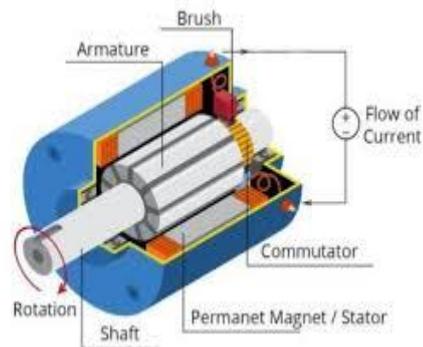
Prinsip kerja motor dc dengan *gearbox* didasarkan pada hukum fisika bahwa penghantar berarus yang diletakan didalam

medan magnet akan mengalami gaya. Ketika arus listrik dialirkan ke kumparan *rotor* yang berada diantara kutub magnet utara dan selatan, maka akan menimbulkan gaya elektromagnetik pada kumparan tersebut. Gaya ini menyebabkan *rotor* berputar. Arah dari gaya ini dapat ditentukan menggunakan kaidah tangan kiri (*fleming*), dimana telunjuk menunjukkan arah medan magnet, jari tengah arah arus listrik, dan ibu jari menunjukkan arah gaya (gerak putaran).

Putaran dari motor tersebut kemudia diteruskan ke *gearbox* yang terpasang pada poros motor. *Gearbox* adalah sistem roda gigi yang berfungsi untuk mengubah kecepatan dan torsi putaran motor. Dengan rasio gigi tertentu, *gearbox* akan mengurangi kecepatan putaran motor untuk menggerakkan beban berat. Ketika motor dipasangkan dengan *gearbox*, motor dapat menghasilkan torsi yang lebih besar, meskipun kecepatanya menjadi lebih rendah.



Gambar 2.11 Motor Gearbox DC



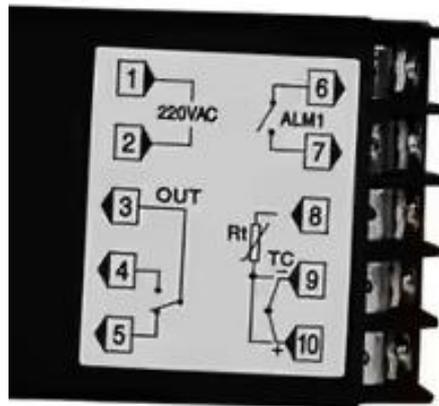
Gambar 2.12 simbol Motor DC

2.2.6 Termostat Pidrex C-100

Prinsip kerja *temperature controller* Pidrex C-100 didasarkan pada sistem kontrol otomatis yang memanfaatkan logika PID (*Proportional, Integral, Derivate*) untuk menjaga kestabilan suhu pada nilai yang telah ditentukan. Saat ini sensor suhu seperti *Termocouple type K* atau RTD mendeteksi suhu aktual dari suatu sistem, nilai ini akan dikirim ke unit kontrol sebagai PV (*Proces Value*). Kemudian unit kontrol akan membandingkan antara PV dan SV (*Set Value*), yaitu suhu target yang telah diatur sebelumnya.

Gambar 2.13 *Termostat* Pidrex C-100

Pinout Termostat Pidrex C-100 terdapat pada gambar 2.14



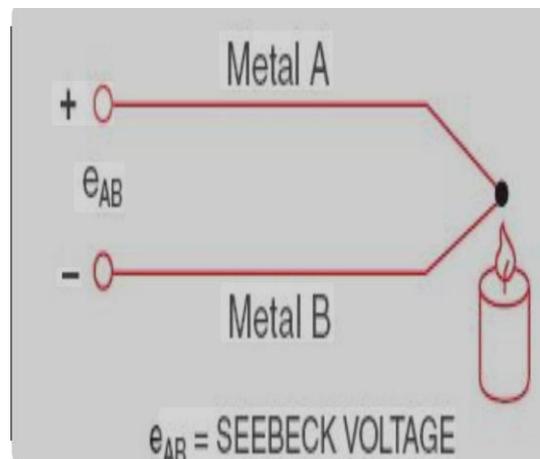
Gambar 2.14 Pinout Termostat Pidrex C-100

2.2.7 Termocouple Type K

Termocouple type K adalah sensor suhu yang terdiri dari dua logam berbeda, yaitu *Chrome* (paduan nikel-kromium) dan *Alumel* (paduan nikel -aluminium), yang disambungkan pada satu ujung untuk membentuk sambungan pengukuran. Saat sambungan ini terkena panas, maka akan menghasilkan tegangan listrik kecil (dalam satuan mili volt) yang *proposional* terhadap suhu oleh alat seperti *Temperature Controller* (misalnya Pidrex C-100).



Gambar 2.15 *Termocouple* Type K



Gambar 2.16 simbol *Termocouple* Type K

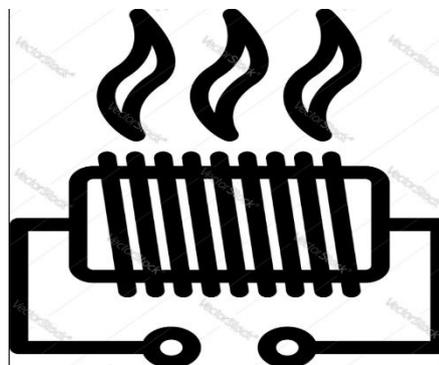
2.2.8 Band Heater

Band Heater adalah alat pemanas yang terdiri dari elemen pemanas *resistif* (biasanya terbuat dari kawat *nichorome*, yaitu paduan nikel dan kromium) yang dibungkus oleh lapisan isolasi termal dan pelindung logam, seperti *stainless steel*, dan dibentuk melingkar menyerupai gelang. Ketika arus listrik dialirkan ke elemen pemanas, kawat *nichorome* akan menghasilkan panas akibat adanya hambatan listrik (*Joule Effect*). Panas ini kemudian

diteruskan melalui lapisan isolasi ke *cassing* logam dan selanjutnya dihantarkan secara merata ke permukaan silinder (seperti *barrel* mesin *extruder* atau *nozzle injection plastic*) melalui proses konduksi. Suhu pada *band heater* dapat dikendalikan secara presisi menggunakan alat pengontrol suhu, seperti *Temperature Controller Pidrex C-100* yang bekerja berdasarkan masukan dari sensor suhu (*Termocouple*).



Gambar 2.17 Band Heater



Gambar 2.18 Gambar Rangkaian Band Heater

Tabel 2.2 Tabel Spesifikasi Band Heater

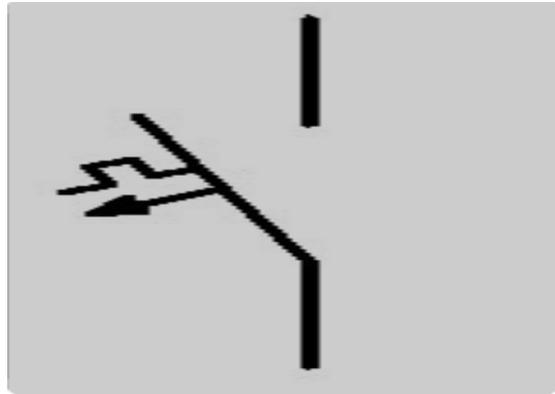
No	Spesifikasi	Band Heater
1	Tegangan kerja	220 V AC
2	Daya	900 W
3	Bahan pelindung	Stainless Stel
4	Isolasi	Mike tahan panas
5	Rentang suhu	Hingga ± 350 °C
6	Bentuk	Casing menyesuaikan diameter barrel Extruder melingkar

2.2.9 MCB

MCB (*Miniature Curcuit Breaker*) adalah perangkat pemutus arus sirkuit listrik otomatis yang dirancang untuk melindungi instalasi listrik dari gangguan arus lebih (*overcurrent*), seperti beban berlebih (*overload*) dan hubungan singkat (*short circuit*). MCB akan secara otomatis memutuskan aliran listrik ketika arus yang mengalir melebihi kapasitas nominal yang ditentukan, guna mencegah kerusakan pada peralatan listrik serta menghindari potensi kebakaran.[9]



Gambar 2.19 MCB (*Miniature Curcuit Breaker*)



Gambar 2.20 simbol MCB (*Miniature Curcuit Breaker*)

2.2.10 Under Over Voltage

Under over voltage satu fasa merupakan suatu sistem proteksi tegangan listrik yang berfungsi untuk menjaga kestabilan dan keamanan perangkat elektronik dari gangguan tegangan yang tidak normal. Sistem ini bekerja dengan cara memutus aliran listrik secara otomatis apabila terdeteksi adanya tegangan yang berada di luar batas normal yang telah ditentukan, baik berupa tegangan terlalu

rendah (under voltage) maupun tegangan terlalu tinggi (over voltage).



Gambar 2.21 *Under Over Voltage*

2.2.11 Tombol Emergensi

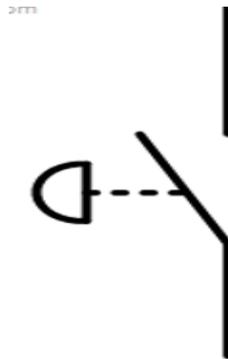
Tombol emergensi, atau sering disebut sebagai *emergency stop button*, adalah perangkat pengaman yang dirancang untuk menghentikan operasi mesin atau sistem secara cepat dalam situasi darurat. Tombol ini biasanya berwarna merah dan dilengkapi dengan latar belakang kuning agar mudah dikenali, serta memiliki mekanisme tekan-kunci (*push-to-lock*) yang membutuhkan tindakan manual untuk mengendalikannya ke posisi awal setelah ditekan.

Fungsi utama dari tombol emergensi adalah untuk melindungi operator, peralatan, dan lingkungan kerja dari potensi bahaya akibat kondisi yang tak terduga seperti kegagalan sistem, kerusakan

mekanik, atau resiko kecelakaan. Ketika tombol ini ditekan, maka aliran listrik ke mesin atau sistem yang dikendalikan akan langsung terputus, menghentikan oprasi secara instan.



Gambar 2.22 Tombol Emergensi



Gambar 2.23 simbol Emergensi

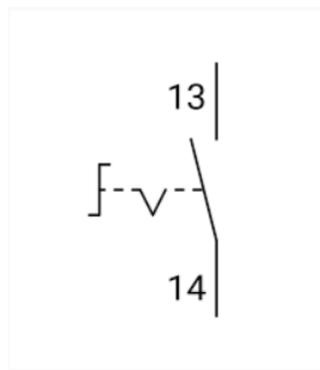
2.2.12 Slektor Switch

Slektor switch adalah sakelar pemilih yang digunakan untuk mengubah posisi atau mode operasi dalam suatu sistem kelistrikan atau kontrol, seperti memilih antara mode *ON*, *OFF*, *Forward*, *Reverse*, atau pengaturan lainnya. Perangkat ini biasanya berbentuk

kenop (*knop*) yang dapat diputar ke beberapa posisi berbeda, tergantung pada jumlah mode atau fungsi yang diinginkan.[10]



Gambar 2.24 Slektor Switch



Gambar 2.25 Simbol Slektor Switch

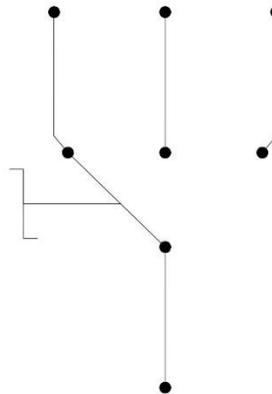
2.2.13 Selector Switch 3 posisi

Selector switch 3 posisi adalah saklar pemilih berjenis *rotary switch* yang digunakan untuk menentukan mode operasi sistem, seperti *Manual*, *Off*, dan *Automatic*. Komponen ini memiliki tiga posisi kerja yang masing-masing dihubungkan ke input PLC untuk mengatur jalannya sistem sesuai mode yang dipilih. Fungsi utamanya adalah memberikan kontrol fleksibel pada operator untuk mengalihkan sistem antara kendali manual, penghentian sistem, atau

pengoperasian otomatis sesuai logika program yang telah ditentukan dalam PLC



Gambar 2.26 *Selector Switch* 3 kutub



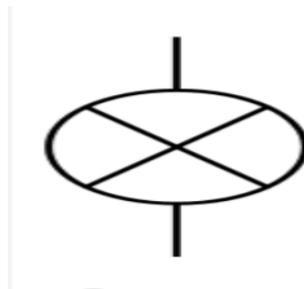
Gambar 2.27 Simbol *Selector Switch* 3 kutub

2.2.14 Lampu Indikator Panel

Lampu indikator panel adalah komponen visual yang digunakan pada panel listrik atau panel kontrol untuk memberikan informasi secara langsung tentang status operasional suatu sistem atau peralatan listrik. Lampu ini menyala dengan warna tertentu untuk menunjukkan kondisi tertentu.



Gambar 2.28 Lampu Indikator Panel



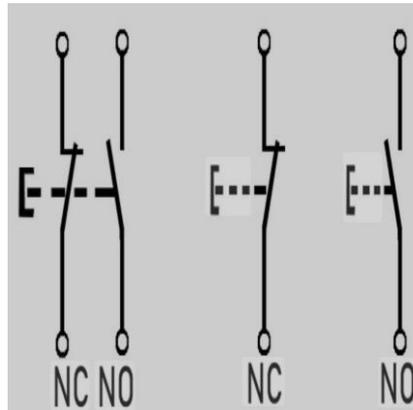
Gambar 2.29 simbol Indikator Panel

2.2.15 Push Button

Push button adalah sakelar tekan yang digunakan untuk mengendalikan arus listrik dalam suatu rangkaian dengan cara menekan tombol secara manual. Komponen ini bekerja secara *momentary*, artinya hanya aktif (terhubung atau terputus) selama tombol ditekan, dan akan kembali ke posisi semula saat dilepas.



Gambar 2.30 Push Button



Gambar 2.31 simbol Push Button

2.2.16 Kabel

Kabel listrik adalah media penghantar arus listrik yang terdiri dari inti kawat (konduktor) dan lapisan pelindung (isolator). Konduktor biasanya terbuat dari kawat tembaga (Cu) atau aluminium (Al), sedangkan isolator terbuat dari bahan plastik seperti PVC atau XLPE yang berfungsi untuk mencegah kebocoran arus dan memberikan perlindungan terhadap lingkungan sekitar.



Gambar 2.32 Kabel

Tabel 2.3 Jenis Kabel

No	Jenis Kabel	Isolator	Konduktor	Aplikasi
1	NYA	PVC	Tembaga Tunggal	Instalasi rumah, dalam Pipe/conduit
2	NYM	PVC Ganda	Tembaga Multi Inti	Instalasi tetap dalam gedung
3	NYY	PVC Tebal	Tembaga Multi Inti	Instalasi luar ruangan atau bawah tanah
4	NYAF	PVC	Tembaga serabut	Panel listrik, ruangan sempit
5	NYFGbY/NYRY	PVC + Lapisan baja	Tembaga	Instalasi bawah tanah, industri
6	AAAC/ACSR	tidak berisolasi	Alumunium + Baja	Jaringan udara pln

Tabel 2.4 Kemampuan Hantar Arus

No	Penampang kabel (mm ²)	Kemampuan Hantar Arus (Ampere)
1	0.75	12
2	1	15
3	1.5	18
4	2.5	26
5	4	34
6	6	44
7	10	61
8	16	82
9	25	108
10	35	135
11	50	168
12	70	207
13	95	250
14	120	292

2.2.17 Rel MCB

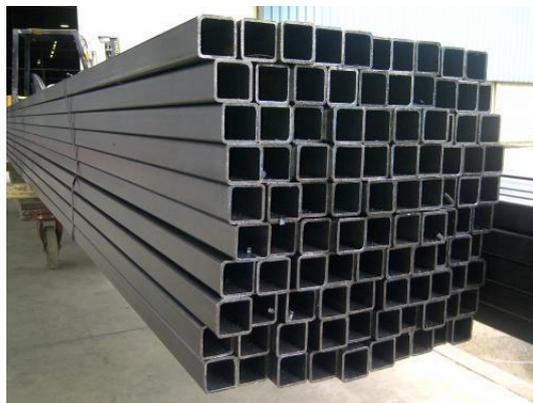
Rel MCB merupakan salah satu komponen penting yang digunakan dalam sistem kelistrikan panel kontrol pada mesin. Rel ini terbuat dari bahan logam seperti alumunium yang dirancang khusus sebagaiudukan standar untuk berbagai komponen listrik, seperti PLC (*Programmable Logic Controller*), MCB (*Miniature Circuit Breaker*), relay, kontaktor, Terminal block, dan komponen kontrol lainnya.



Gambar 2.33 Rel MCB

2.2.18 Hollow

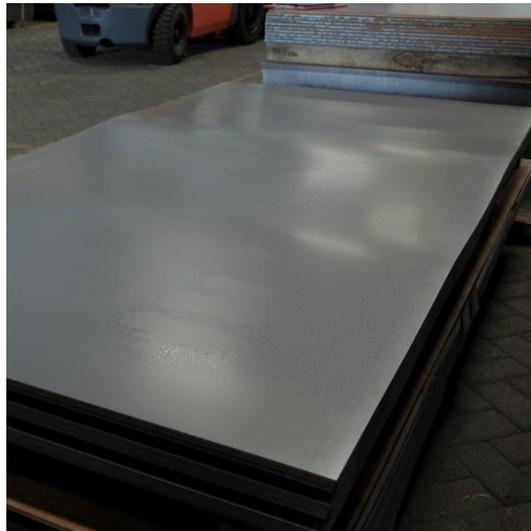
Dalam proses pembuatan rangka mesin, material yang harus digunakan harus memiliki struktural yang baik mampu tetapi ringan dan mudah dibentuk. Salah satu material yang memenuhi kriteria tersebut adalah besi hollow. Besi hollow merupakan batang besi berbentuk kotak atau persegi yang memiliki rongga dibagian dalamnya.



Gambar 2.34 Hollow

2.2.19 Plat Besi

Plat besi merupakan material utama yang digunakan dalam pembuatan *Hopper* dan bodi mesin *extruder*. Material ini dipilih karena memiliki kekuatan mekanis yang tinggi, daya tahan terhadap beban berat, serta ketahanan terhadap suhu tinggi yang dihasilkan selama proses pelelehan plastik. Lembaran plat baja ini umumnya dipotong dan dibentuk sesuai dengan desain konstruksi mesin.



Gambar 2.35 Plat Besi

2.2.20 As Solid

Dalam proses pembuatan mesin *extruder*, salah satu komponen utama yang sangat vital adalah *crew* atau ulir pengaduk yang berfungsi untuk mendorong dan mencampur material bahan plastik dari *hopper* menuju *Nozzle*. Komponen ini membutuhkan material dengan karakteristik kekuatan tarik tinggi, tahan aus, dan mampu bekerja dalam suhu tinggi. Oleh karena itu digunakan as besi solid sebagai bahan baku utama dalam pembuatan ulir screw.

2.2.21 Pipa Besi

Dalam konstruksi mesin *extruder*, komponen *barrel* memiliki peran penting sebagai tempat terjadinya proses peleburan dan pendorongan material bahan plastik. *Barrel* berfungsi sebagai saluran utama dimana ulir *screw* berputar dan mendorong material bahan plastik menuju *nozzle* setelah mengalami proses pemanasan. Untuk itu, dibutuhkan material yang memiliki ketahanan terhadap tekanan mekanis dan suhu tinggi.



Gambar 2.36 Pipa Besi

2.2.22 Gearbox WPA 40

Gerbox WPA 40 adalah salah satu type *gear reducer* atau pereduksi kecepatan yang menggunakan sistem *worm gear* (roda gigi cacing). Gearbox ini dirancang untuk mengurangi putaran motor listrik dan sekaligus meningkatkan torsi (daya puntir) pada poros keluar (*output shaft*). Angka 40 pada WPA 40 merujuk pada ukuran *center distance* (jarak antara poros) dalam satuan milimeter, yaitu 40mm.



Gambar 2.37 Gearbox WPA 40