

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Sortasi Biji Kakao

Proses sortasi merupakan langkah awal yang dilakukan untuk memisahkan biji kakao dari kotoran yang menempel, serta mengelompokkan biji berdasarkan ukuran dan kondisi fisiknya. Di *warehouse* Berau Cocoa, mesin sortasi menggunakan tiga lapisan saringan (*screen*) untuk memisahkan biji kakao sesuai dengan ukurannya. Mesin sortasi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Mesin sortasi biji kakao
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

- **Rangka Mesin Sortasi**
 - Panjang : 205 cm
 - Tinggi : 48 cm
 - Lebar : 104 cm
- **Screen Mesin Sortasi**
 - *Screen 1* Mesin Sortasi
 - Panjang *Screen 1* : 321 cm
 - Lebar *Screen 1* : 100 cm
 - *Screen 2* Mesin Sortasi
 - Panjang *Screen 2* : 281 cm

Lebar *Screen* 2 : 100 cm

➤ *Screen* 3 Mesin Sortasi
 Panjang *Screen* 3 : 241 cm
 Lebar *Screen* 3 : 100 cm

➤ *Screen* 4 Mesin Sortasi
 Panjang *Screen* 4 : 221 cm
 Lebar *Screen* 4 : 100 cm

- **Ukuran *Mesh Screen* Mesin Sortasi**

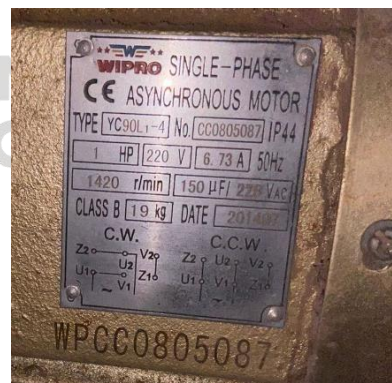
➤ *Mesh Screen* 1 : 19 mm
 ➤ *Mesh Screen* 2 : 10 mm
 ➤ *Mesh Screen* 3 : 7 mm

2.2 Motor *Asynchronous* 1 Phase

Motor *asynchronous* 1 fasa adalah jenis motor listrik yang rotornya berputar dengan kecepatan lebih rendah daripada motor sinkron. Motor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik untuk menghasilkan medan magnet pada rotor. Motor *asynchronous* menggunakan belitan pada stator untuk menghasilkan medan magnet berputar, yang kemudian memicu rotor untuk ikut berputar sesuai dengan medan magnet tersebut. Motor *asynchronous* 1 fasa dapat dilihat pada gambar 2.2.



(a)

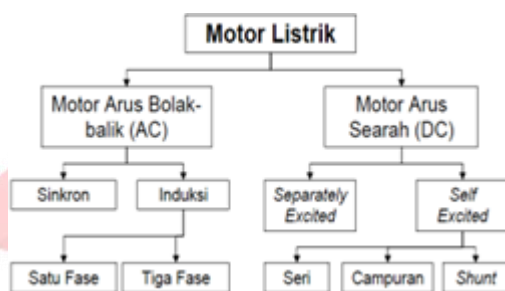


(b)

Gambar 2. 2 Motor *asynchronous* 1 phase (a) ; nameplate motor *asynchronous* 1 (b)
 (Otniel, 2024. Dokumen pribadi)

2.2.1 Jenis-jenis Motor Listrik

Macam-macam motor listrik berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi yang terangkum dalam klasifikasi motor listrik. Secara umum motor listrik ada 2 yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC. Motor listrik AC dan motor listrik DC juga terbagi lagi menjadi beberapa bagian-bagian lagi. Berikut merupakan bagan motor listrik yang dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Jenis-jenis motor listrik
(Sumber, 2024. Buku Motor Listrik)

2.2.2 Motor 1 Fasa

Motor induksi 1-fasa dioperasikan menggunakan sistem tenaga 1 fasa dan umumnya digunakan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, pompa air, dan mesin cuci, karena memiliki daya keluaran yang rendah. Motor induksi 1-fasa mendapatkan suplai dari sumber AC 1 fasa. Ketika sumber AC diberikan pada *stator winding* dari motor, maka arus dapat mengalir pada *stator winding*. *Fluks* yang dihasilkan oleh sumber AC pada *stator winding* tersebut disebut sebagai *fluks* utama. Karena munculnya *fluks* utama ini maka *fluks* medan magnet dapat dihasilkan oleh *stator*.

- **Spesifikasi Motor**
 - *Type* : ASYNCHRONOUS
 - *Horse Power* : 1 HP
 - *Voltage* : 220 V
 - *Ampere* : 6.73 A
 - *Revolution per minute* : 1420 rpm

2.3 Kabel NYM

Kabel NYM sering digunakan dalam instalasi listrik rumah dan gedung. Kabel ini cocok untuk digunakan di lingkungan kering maupun basah, namun tidak diperbolehkan untuk ditanam langsung di dalam tanah. Kabel NYM dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Kabel listrik 1 phase
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

- **Arti Kode Kabel**

N : Kabel dengan inti tembaga

Y : Isolasi berbahan PVC

M : Inti kabel lebih dari Satu

2.3.1 Arti Warna Kabel

Kabel yang digunakan dalam instalasi listrik di rumah biasanya dirancang dengan warna yang berbeda untuk membedakan fungsi dan tujuannya. Setiap warna kabel memiliki peran tertentu, yang memudahkan identifikasi dan pemasangan. Berikut merupakan kabel berdasarkan warna yang dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Arti warna kabel
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

1. Kabel *grounding* memiliki warna kuning bergaris hijau dan berfungsi sebagai penyedia jalur untuk mengirimkan arus lebih ke tempat yang aman agar mencegah bahaya yang disebabkan oleh aliran listrik.
2. Kabel netral adalah kabel yang mempunyai tegangan listrik rendah hampir mendekati nol. Fungsi dari kabel netral adalah membawa arus kembali ke

sumber listrik ketika terjadinya arus yang salah atau berlebih. Dan memiliki warna biru.

3. Kabel fasa adalah kabel yang memiliki tegangan yang dapat menghantarkan aliran listrik, kabel fasa biasa disebut kabel positif dan kabel fasa berwarna hitam.

2.4 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Miniature circuit breaker (MCB) merupakan komponen penting dalam sistem proteksi instalasi listrik yang melindungi dari arus lebih, baik karena beban berlebih maupun hubung singkat. Prinsip kerja MCB adalah sebagai proteksi beban lebih dan hubung singkat. Berdasarkan prinsip pemuaian, saat proteksi beban lebih terdapat strip bimetal yang bekerja saat arus yang melewati bimetal melebihi nilai arus nominalnya, sehingga bimetal akan melengkung dan memutuskan aliran listrik. Sedangkan proteksi hubung singkat terdapat induksi elektromagnetik, saat koil terinduksi maka daerah di sekitarnya terdapat medan magnet yang berpengaruh untuk menggerakkan poros dan mengoperasikan tuas pemutus. Semakin besar arus hubung singkat maka semakin cepat waktu pemutusan/*trip*. Arus hubung singkat berpotensi menimbulkan percikan api yang dapat menimbulkan kebakaran. Berikut merupakan MCB yang dapat dilihat pada gambar 2.6.

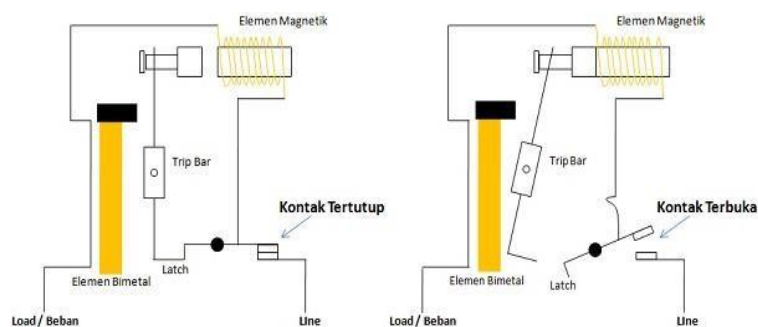


Gambar 2. 6 *Miniature Circuit Breaker*
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

- **Spesifikasi MCB**
 - *Voltage* : 230 V
 - *Ampere* : 10 A
 - *Kiloampere* : 6 kA
 - *Phase* : 1 Phase

2.4.1 Magnetic Tripping

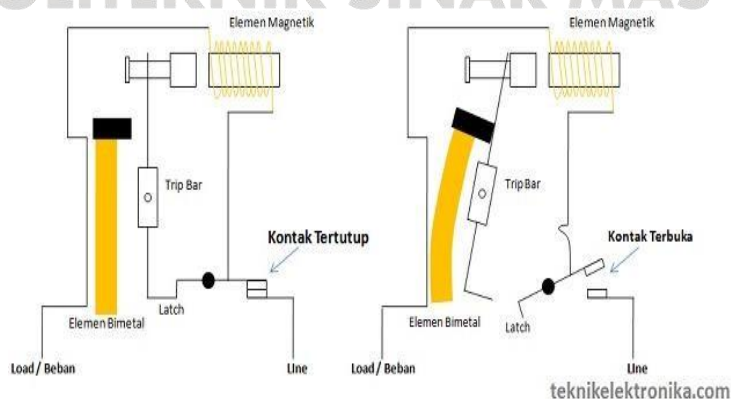
Magnetic tripping berbeda dengan *thermal tripping*. *Magnetic tripping* menggunakan medan magnet untuk memutuskan arus listrik. Ketika arus melebihi batas beban, medan magnet yang dihasilkan menarik palang pada MCB. Akibatnya, palang yang menghubungkan sirkuit akan terputus secara otomatis, seperti yang terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Magnetic Tripping
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

2.4.2 Thermal Tripping

Thermal tripping adalah pemutus arus akibat suhu yang tinggi, suhu yang sangat tinggi terjadi akibat adanya arus listrik yang mengalir melalui bimetal yang menyebabkan suhu bimetal menjadi tinggi. Ketika suhu pada bimetal meningkat, bimetal akan melengkung. Akibatnya, *trip* yang menghubungkan konektor atau sirkuit akan terputus, sehingga aliran listrik tidak dapat diteruskan dan secara otomatis memutuskan aliran listrik, dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Thermal Tripping
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

2.5 Contactor

Kontaktor merupakan suatu komponen listrik yang digunakan untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik bolak-balik (AC). Kontaktor biasa disebut *relay contactor*, yang biasanya terdapat pada panel kontrol. Kontaktor juga digunakan pada rangkaian elektronik lainnya sebagai pengendali arus listrik, dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Contactor
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

- **Spesifikasi Contactor**

- *Pole* : 3 Pole
- *Ampere* : 18 A
- *Kilowatt* : 7,5 KW
- *Horse power* : 10 HP
- *Voltage* : 220 V
- *Hertz* : 50 Hz

2.5.1 Prinsip Kerja Contactor

Dalam kontaktor, terdapat saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Terdapat tiga jenis saklar yaitu *NO (normal open)*, *NC (normal close)*, dan sebuah kumparan. Kontaktor berfungsi dengan cara mengalirkan listrik pada kumparan (*coil*). Ketika kontaktor diberi tegangan listrik AC, saklar akan terhubung atau berubah dari posisi *OFF* menjadi *ON*, dan sebaliknya.

2.6 Thermal Overload Relay (TOR)

Thermal overload relay adalah perangkat proteksi yang dirancang untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor dari pemanasan berlebihan akibat arus lebih. *Relay* ini berfungsi sebagai pengaman utama maupun cadangan dan digunakan di setiap zona proteksi dalam sistem tenaga. *Thermal overload relay* mendeteksi adanya beban lebih dalam jaringan yang dilindungi. Jika suhu yang terdeteksi oleh *relay* melebihi nilai yang telah diatur, *relay* akan bekerja untuk memutuskan aliran listrik, yang biasanya disebabkan oleh beban lebih.

Relay ini dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama 2, 4, 6 sebelum ke beban (motor listrik). Gunanya untuk mengamankan motor listrik atau memberi perlindungan kepada motor listrik dari kerusakan akibat beban lebih. Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain:

- Arus start yang terlalu besar atau motor listrik berhenti secara mendadak
- Terjadinya hubung singkat
- Terbukanya salah satu fasa dari motor listrik 1 fasa.

Berikut merupakan *Thermal Overload Relay (TOR)* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 *Thermal Overload Relay (TOR)*
(Otniel,2024. Dokumentasi pribadi)

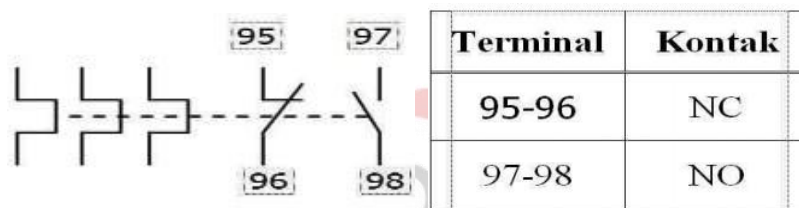
2.6.1 Prinsip Kerja TOR

Thermal overload relay bekerja saat arus pada beban melebihi dari batas penggunaannya dan TOR mengamankan atau memutuskan beban tersebut apabila mengakibatkan panas yang melebihi batas, jadi TOR ini terdapat sebuah setingan berapa maksimum ampere untuk melakukan *trip* jika *ampere* tersebut sudah

terpenuhi. Didalam TOR tersebut ada sebuah bimetal *element* yang menjadi panas saat *ampere* beban sudah melebihi *ampere setting* TOR.

2.6.2 Kontak TOR

Kontak *thermal overload relay* (TOR), terjadi ketika arus yang melewati resistansi kawat melebihi nilai nominalnya, bimetal di terminal 95-96 akan mengalami gesekan atau melengkung ke kiri. Hal ini akan menyebabkan bimetal memblokir dan menutup aliran arus berlebih ke motor listrik. Proses ini dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Kontak TOR
(Otniel,2024. Dokumentasi pribadi)

Pada dasarnya *thermal overload relay* mempunyai tingkat proteksi yang lebih efektif dan ekonomis, sebab dapat difungsikan sebagai pelindung beban lebih (*overload*), melindungi dari ketidak seimbangan fasa (*phase failure imbalance*) dan melindungi dari kerugian atau kehilangan tegangan fasa (*phase loss*). Adapun cara untuk mengatur besarnya arus maksimum yang dapat melewati TOR, dapat diatur dengan memutar penentu arus dengan menggunakan obeng sampai didapat harga yang diinginkan.

Adapun Setting Arus TOR menggunakan Rumus Berikut ini :

$$\text{Arus TOR} = I_n \times 10\% \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Arus Setting TOR} = I_n + \text{Arus TOR} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

I_n = Arus Nominal Motor Listrik

➤ **Karakteristik *Thermal Overload Relay* (TOR)**

Karakteristik *thermal overload relay* (TOR) adalah sebagai berikut:

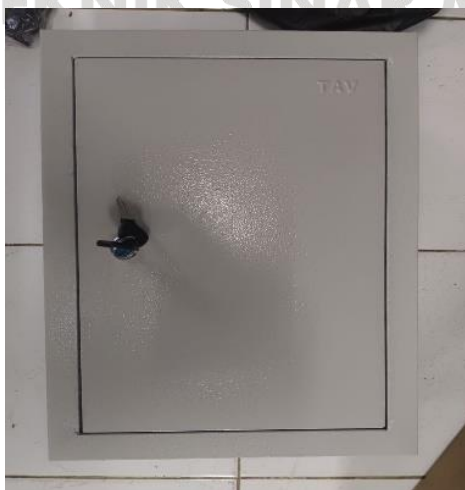
1. Terdapat konstruksi yang berhubungan langsung dengan terminal kontaktor magnet.
2. *Full automatic function*, manual reset, dan memiliki pengaturan batas arus yang dikehendaki untuk digunakan.
3. Tombol *trip* dan tombol reset *trip*, dan semua sekrup terminal berada di bagian depan.
4. Indikator *trip*

Thermal overload relay (TOR) mempunyai tingkat proteksi yang lebih efektif dan ekonomis, yaitu:

1. Pelindung beban lebih/*overload*
2. Melindungi dari ketidak seimbangan *phase/ phase failure imbalance*
3. Melindungi dari kerugian/kehilangan tegangan

2.7 **Box Panel**

Box panel adalah wadah yang digunakan untuk distribusi listrik dan di dalamnya terpasang berbagai peralatan listrik. Berdasarkan lokasi instalasi dan kondisi lingkungan sekitarnya, *box panel* dirancang untuk melindungi peralatan listrik dari benda asing, debu, dan hewan yang dapat merusak kabel instalasi. *Box panel* dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12 *Box Panel*
(Otniel, 2024. Dokumentasi pribadi)

2.8 Penelitian Terdahulu

Dari hasil penelitian sebelumnya, penulis mendapatkan referensi di dua jurnal yaitu: Penelitian yang dilakukan oleh Tiya Puspita, 2023 dengan judul “*Thermal Overload Relay (TOR)* Sebagai Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Pada Mesin *Molding Biofuel Pelletizer* Di PT. Sejin Lestari Furniture”.

Penelitian yang dilakukan oleh Mustika Nur Akhir, 2023 dengan judul “Rancang bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Arus Lebih Menggunakan MCB Dan TOR”.

Hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Perbandingan Kajian Pustaka

No.	Peneliti/ Tahun	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
1	Tiya Puspita, Ilham Akbar Darmawan, 2023	Pada saat melakukan proses membuat pelet kayu, sehingga motor induksi digunakan secara terus menerus sehingga rawan mengalami <i>trouble</i> pada motor induksi. Adapun gangguan yang sering terjadi pada motor induksi 3 fasa diantaranya arus lebih (<i>Over current</i>) dan beban berlebih (<i>Overload</i>)	Untuk mengatasi beberapa kerugian dan gangguan yang sering terjadi pada motor induksi, maka sistem proteksi memiliki peran yang sangat penting. Adapun komponen yang paling umum digunakan yaitu <i>thermal overload relay</i> (Hartono, 2020)	Semakin besar nilai arus nominal pada setiap motor induksi digunakan maka semakin besar juga nilai <i>setting trip</i> yang diperoleh. Hal ini dikarenakan pada kenyataannya nilai <i>seting trip</i> tersebut telah disesuaikan dengan kapasitas dari setiap motor. Oleh karena itu TOR berperan sebagai proteksi motor induksi, maka agar motor tidak mengalami arus berlebih dan <i>over heat</i> ataupun lonjakan arus maka settingan pada TOR harus berada di atas nilai arus normal

				motor.
2	Mustika Nur Akhir, Sunarto, Sudrajat, 2023	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum proteksi tegangan rendah terhadap arus lebih menggunakan <i>miniature circuit breaker</i> (MCB) dan <i>thermal overload relay</i> (TOR).	Komponen yang digunakan yaitu, trafo 1 fasa dengan tegangan di sisi primer dan sekunder sebesar 220 V dengan daya 1,1 kVA, MCB sumber yang digunakan C4 dan MCB uji yang digunakan C2, TOR yang digunakan TOR Schneider LRD04 range 0,4 - 0,63 A dan TOR Schneider LRD07 range 1,6 - 2,5 A, dan kabel yang digunakan NYAF 1,5 mm ² dan 2,5 mm ² .	Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat praktikum dapat berfungsi dan menguji koordinasi kerja antara MCB dan TOR dalam waktu pemutusan saat terjadi arus lebih. Waktu pemutusan arus lebih oleh MCB dan TOR berbanding terbalik dengan besarnya arus beban. Koordinasi proteksi antara MCB dan TOR berjalan sesuai perencanaan, dan sensitivitas proteksi tergantung pada nilai arus pengaturannya. Pengaturan arus yang lebih kecil menghasilkan sistem proteksi lebih sensitif. Sehingga sistem proteksi MCB dan TOR, jika nilai arus <i>setting</i> TOR $\leq$ In MCB, maka TOR

				akan lebih sensitif, sedangkan jika arus setting $TOR \geq I_n$ MCB, maka MCB yang lebih sensitif.
--	--	--	--	--



**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**