

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Mudjiono dkk. dari Politeknik Negeri Malang, dilakukan pemasangan lampu hias LED Neon Flex pada taman vertical garden di kawasan perumahan Cluster SPI Kota Malang. Lampu ini digunakan untuk membentuk tulisan “Vertical Garden” dan ornamen bunga monstera dengan warna hijau dan merah muda yang disusun di atas akrilik. Lampu LED Neon Flex dipilih karena fleksibel, hemat energi, dan tahan lama, dengan sumber daya 12V DC dan daya 40 watt per 5 meter. Instalasi dilakukan menggunakan adaptor 220V AC ke 12V DC dan disesuaikan dengan standar instalasi kelistrikan. Hasilnya, taman terlihat lebih menarik, memperkuat identitas lingkungan, serta meningkatkan kenyamanan warga sekitar[3].

Dalam penelitian Aditya Bagaskhara dari Politeknik Harapan Bersama, dirancang sistem otomatis pemindah dan penyortir barang menggunakan PLC Outseal Mega V2 sebagai pusat kendali utama. PLC ini dipilih karena memiliki keunggulan seperti input-output digital yang lengkap, dukungan komunikasi MODBUS RTU, serta daya tahan terhadap gangguan ESD dan tegangan tinggi industri (hingga 24V). Sistem dikendalikan melalui pemrograman ladder diagram menggunakan *software* Outseal Studio. Outseal PLC mengatur kerja konveyor, sensor proximity,

sensor warna, motor stepper, dan motor servo untuk mesin handling. Hasilnya, PLC Outseal mampu mengatur proses penyortiran secara presisi dan efisien, dengan pengendalian penuh terhadap urutan kerja dan logika pemrosesan sinyal dari sensor hingga aktuator[4].

Penelitian oleh Wasti Reviandani dkk. mengembangkan sistem penerangan jalan otomatis di Desa Raci Tengah menggunakan sensor *photo cell*. Sistem ini dirancang agar lampu menyala saat malam dan mati saat siang berdasarkan intensitas cahaya sekitar. Penerapan sistem ini mampu mengurangi konsumsi energi, menekan biaya operasional, dan mendukung keamanan lingkungan tanpa perlu intervensi manual [5].

Pada penelitian Sutrisno Mudjiono dkk, dari Politeknik Negeri Malang, dilakukan pengujian kinerja sensor photocell pada sistem penerangan otomatis dengan fokus pada perbandingan akurasi antara *wiring mode I* dan *wiring mode II*. Hasilnya, *wiring mode I* cenderung menghasilkan kesalahan deteksi (*false trigger*) saat terkena pantulan cahaya dari lampu sekitar, sedangkan *wiring mode II* mampu membedakan cahaya alami dan buatan dengan lebih baik sehingga mengurangi error pembacaan. Akurasi *wiring mode II* tercatat lebih tinggi karena penempatan sensor dan konfigurasi rangkaian mampu meminimalkan pengaruh cahaya tidak diinginkan. Namun, dengan pertimbangan biaya dan kemudahan instalasi, tim pengabdian memutuskan untuk menggunakan *wiring mode I*. Dengan konfigurasi yang dipilih, sistem tetap dapat beroperasi otomatis, responsif, dan efisien dalam konsumsi energi.

Pada penelitian Mohammad Gusti Anugrah dari Politeknik Harapan Bersama, dirancang dan dipasang sistem lampu hias ikonik berbentuk kapal 2D di depan SMA Negeri 1 Kota Tegal sebagai penanda identitas daerah. Sistem ini menggunakan PLC Mega V3 dan *LED strip* sebagai lampu hias yang dibentuk mengikuti bentuk kapal. Kendali nyala lampu dilakukan secara otomatis menggunakan sensor *photo cell* yang mendeteksi intensitas cahaya sekitar, sehingga lampu menyala pada malam hari dan mati di siang hari. Sumber daya berasal dari adaptor 220V AC ke 12V DC yang disesuaikan dengan kebutuhan lampu. Hasil menunjukkan sistem dapat bekerja otomatis sesuai kondisi cahaya dan variasi lampu yang banyak[2].

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa penggunaan *Neon Flex LED* memberikan keunggulan dari segi fleksibilitas bentuk, ketahanan, dan intensitas cahaya yang merata, sehingga lebih cocok untuk membentuk detail kapal.. PLC berperan penting dalam pengendalian pola nyala lampu secara presisi dan membuat variasi cahaya yang dinamis. Sensor *photo cell* digunakan untuk otomatisasi nyala dan mati lampu berdasarkan intensitas cahaya sekitar, dengan konfigurasi pemasangan yang meminimalkan kesalahan deteksi.

Pengembangan pada rancangan lampu hias kapal 2D di depan SMA Negeri 1 Kota Tegal dilakukan dengan mengubah bentuknya menjadi kapal 3D untuk memberikan kesan visual yang lebih nyata. Lampu hias diganti dari *LED strip* menjadi *Neon Flex LED*, sistem kendali menggunakan PLC

untuk mengatur pola nyala lampu yang lebih bervariasi, dan sensor *photo cell*. Perubahan ini diharapkan dapat meningkatkan keindahan tampilan sekaligus memperkuat ikon Kota Tegal sebagai Kota Bahari.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan dasar acuan yang digunakan untuk menjelaskan konsep, prinsip kerja, serta teknologi yang mendukung perancangan sistem lampu hias otomatis. Pemahaman teori ini diperlukan untuk memastikan perancangan dan implementasi sistem berjalan sesuai kaidah teknis, mulai dari proses deteksi cahaya, pengolahan sinyal, hingga pengaturan pola nyala lampu secara otomatis. Selain itu, kajian teori juga membantu dalam menganalisis hasil pengujian dan menentukan strategi perawatan agar sistem tetap bekerja optimal dalam jangka panjang.

2.2.1. Ikon Kota Tegal

Ikon kota merupakan simbol atau elemen khas yang merepresentasikan identitas, karakter, dan keunikan suatu daerah. Keberadaan ikon ini berperan penting dalam memperkuat citra daerah, baik secara visual maupun makna, sehingga dapat dikenal oleh masyarakat luas. Ikon dapat berupa bangunan, monumen, karya seni, maupun lambang daerah yang memiliki nilai sejarah dan budaya.



Gambar 2.1 Logo Kota Tegal

Kota Tegal, yang dikenal sebagai Kota Bahari, memiliki identitas kuat sebagai wilayah pesisir dengan tradisi kemaritiman yang kental. Salah satu wujud ikon yang merepresentasikan identitas tersebut adalah kapal pada logo Kota Tegal.

Dalam lambang daerah Kota Tegal, ombak berbuih putih melambangkan bahwa wilayah ini merupakan daerah pesisir atau pantai. Perahu layar dengan layar yang mengembang menggambarkan semangat dan keteguhan jiwa kenelayan masyarakatnya. Sementara itu, jalur berwarna kuning yang membentuk sinar cemerlang mencerminkan simpang lalu lintas

perekonomian yang menunjukkan masa depan cerah dan penuh harapan bagi Kota Tegal[8].

2.2.2. Lampu Hias

Lampu dekorasi, atau lampu hias, adalah jenis lampu yang dibuat khusus untuk mempercantik tampilan suatu ruangan atau area. Lampu ini tidak hanya berfungsi sebagai penerangan, tapi juga untuk menciptakan suasana yang lebih menarik. Biasanya digunakan untuk menambah kesan estetis dan menonjolkan bagian-bagian tertentu dalam desain ruangan atau area[6].



Gambar 2.2 Lampu Hias

2.2.3. 3 Dimensi

3D atau tiga dimensi adalah bentuk atau ruang yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Konsep ini menunjukkan bahwa suatu benda tidak hanya datar, tetapi memiliki volume atau kedalaman. Contoh benda tiga dimensi adalah bola, piramida, atau kotak sepatu. Ciri khas dari objek 3D adalah adanya tiga arah ruang, yaitu sumbu

X, Y, dan Z, yang menggambarkan posisi dan bentuk benda dalam ruang[7].



Gambar 2.3 Benda 3 Dimensi

2.2.4. Otomatisasi

Perkembangan sistem otomatisasi energi listrik dapat dilihat dari makin banyaknya penggunaan perangkat kontrol untuk pengendalian proses operasi yang memudahkan kegiatan dilakukan secara otomatis dengan campur tangan manusia seminimal mungkin. Sistem otomasi digunakan juga dibidang listrik, dimana otomasi yang digunakan mampu mengendalikan, mengawasi dan mengotomatisasi operasi sistem kelistrikan. Otomasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, dan meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan[9].

Sistem otomasi digunakan pada proyek ini untuk mengatur lampu hias ikonik secara otomatis menggunakan PLC. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi. *Photo cell* berperan mendeteksi cahaya sekitar, sehingga lampu hanya aktif saat malam

dan mati otomatis saat siang. Hal ini membuat sistem lebih hemat energi.

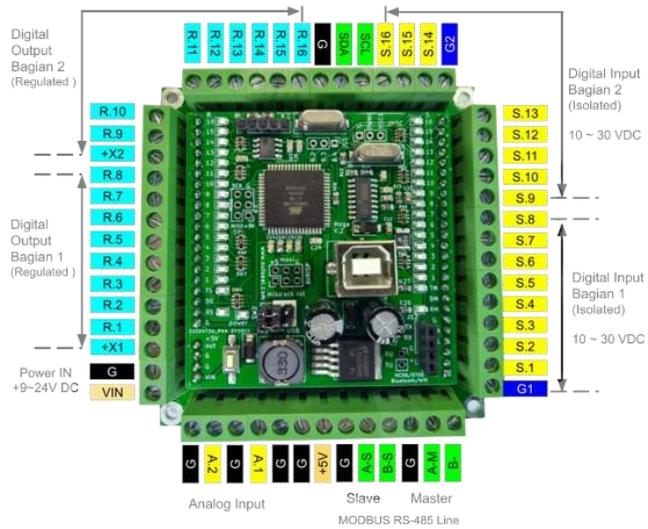
2.2.5. PLC (*Programmable Logic Control*)

Dalam sistem otomasi industri, PLC adalah perangkat kontrol yang digunakan untuk mengendalikan mesin atau proses secara otomatis. PLC dirancang untuk menggantikan sistem kontrol berbasis relay karena lebih cepat dan lebih fleksibel dalam pemrograman, dan dapat menangani berbagai jenis input dan output digital maupun analog. PLC bekerja dengan membaca sinyal masukan dari sensor, memproses logika berdasarkan program yang telah dibuat, lalu mengirimkan sinyal keluaran ke aktuator seperti motor, lampu, atau katup (*valve*).

A. PLC *Outseal Mega V2*

PLC Outseal Mega V2 adalah Mikrokontroler yang menggunakan prosesor ATMEGA128A. Digital input pada PLC ini sudah mengikuti international standard IEC 61131-2 type-3 dengan voltase high adalah 11V, berjenis sinking dan terisolasi secara optik. Isolasi optik ini membuat ground input dan ground system terpisah. Pemisahan ini bertujuan agar noise dari input tidak masuk ke system PLC[10].

Pinout dari PLC tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah dan spesifikasinya pada tabel 2.1



Gambar 2.4 PLC Outseal Mega V2

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC Mega V2

NO	Spesifikasi	PLC Outseal Mega V2
1	CPU	Atmega128a, Flash Memory 128kB, FRAM 64 kb
2	Power Supply	9 VDC – 24 VDC
3	Digital Input	16 Pin
4	Digital Output	16 Pin
5	Analog	2 Pin/0-5V atau 0- 20 mA
6	Komunikasi	UART/RS485/Modbus RTU
7	Komunikasi	I2C
8	Fitur	High Speed Counter, 2 ch
9	Fitur	PWM Generator, 2 ch

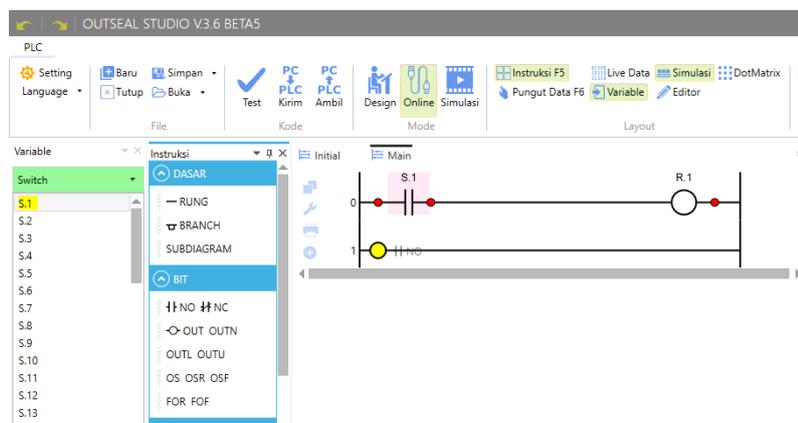
2.2.6. Outseal Studio

Outseal studio adalah software untuk mendesain sistem pengontrolan berbasis ladder diagram yang dapat digunakan dalam aplikasi pemograman seperti PLC pada umumnya [11].



Gambar 2.5 Outseal Studio

Software ini dibuat oleh anak-anak Indonesia, jadi menggunakan bahasa Indonesia. Software Outseal Studio sangat mudah digunakan, terutama bagi pemula atau siswa yang baru belajar sistem kendali otomatis. Pengguna dapat membuat logika kontrol hanya dengan menyeret dan menyusun elemen-elemen *ladder diagram* (diagram tangga).



Gambar 2.6 Ladder Diagram

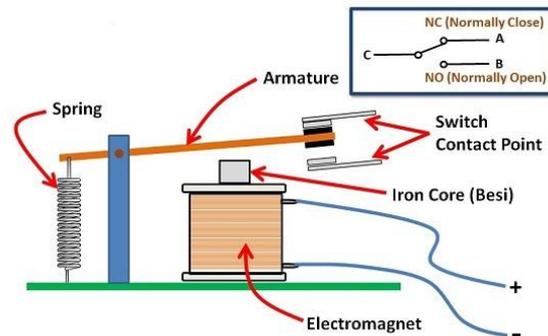
2.2.7. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakan oleh arus listrik [12]. Dengan menggunakan sinyal listrik bertegangan rendah sebagai pemicu, komponen ini dapat mengontrol rangkaian listrik lain. Karena kemampuannya untuk mengisolasi dan mengalihkan sinyal dari satu bagian rangkaian ke bagian lainnya.



Gambar 2.7 Relay Elektromekanik

Relay elektromekanik bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir melalui kumparan (*coil*) akan menghasilkan medan magnet.



Gambar 2.8 Cara Kerja Relay

Medan magnet ini menarik kontak atau tuas logam yang terhubung ke saklar, mengubah posisi kontak dan menghubungkan atau memutus aliran listrik pada rangkaian output.

A. Modul Relay

Relay sering digunakan dalam bentuk modul relay yang lebih praktis dan siap pakai untuk penerapannya dalam sistem otomatisasi. Modul relay dirancang untuk terhubung dengan mikrokontroler atau PLC dan memiliki antarmuka input yang sesuai untuk menerima sinyal kendali tegangan rendah.



Gambar 2.9 Modul Relay

Modul ini sangat cocok digunakan untuk mengendalikan perangkat listrik, dari sinyal logika bertegangan rendah. Ketika modul relay menerima sinyal dari mikrokontroler, relay akan aktif dan menghubungkan rangkaian daya ke beban sehingga beban aktif. Sangat cocok untuk mengontrol beban AC maupun DC. Relay yang digunakan yaitu 8 *channel* dengan spesifikasi pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi relay

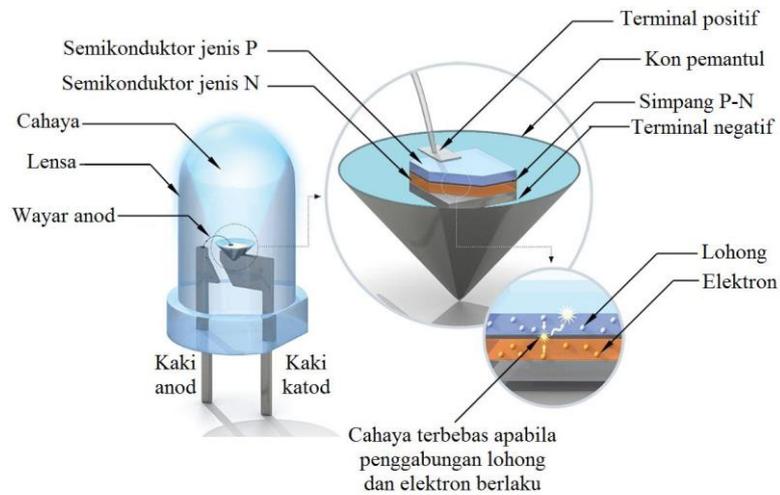
Spesifikasi	Keterangan
<i>Power</i>	12 VDC
<i>Maximum Load</i>	AC 250V/10 A, DC 30V/10A
<i>Trigger Current</i>	5 mA
<i>Input</i>	IN1 - IN8
<i>Output</i>	NO1 – NO8 COM1 – COM8 NC1 – NC8

2.2.8. LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah salah satu dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor, terdiri dari chip semikonduktor yang didoping, yang dapat menghasilkan sambungan P dan N dan dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika dibias maju [13].

Sebagaimana diketahui, diode adalah komponen yang hanya dapat mengalirkan arus listrik dalam satu arah. Arus listrik hanya mengalir jika tegangan positif dihubungkan ke kaki yang disebut anode dan tegangan negatif dihubungkan ke kaki yang dinamakan katode. Pergerakan arus listrik tersebut menghasilkan foton yang tampak sebagai cahaya.

LED memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sumber cahaya konvensional, seperti efisiensi energi yang lebih tinggi, umur pakai yang lebih lama, dan ukuran yang lebih kecil. Selain itu, LED dapat menghasilkan berbagai warna cahaya sesuai dengan kebutuhan aplikasi, dari indikator kecil hingga penerangan besar. LED juga lebih tahan terhadap kerusakan karena sifatnya yang lebih tahan terhadap guncangan dan perubahan suhu.



Gambar 2.10 Bagian LED

A. *Neon Flex LED*

Neon flex strip atau LED fleksibel yang dibungkus dengan lapisan silikon atau PVC berbentuk tabung, menampilkan pencahayaan yang halus dan merata serta dapat dibengkokkan sesuai desain. Lampu jenis ini ideal untuk proyek dekoratif seperti lampu hias kapal.



Gambar 2 11 *Neon Flex LED*

Lampu ini mampu meningkatkan nilai estetika lingkungan sekitar. Selain itu, karena memiliki perlindungan terhadap air dan cuaca, *Neon Flex LED* juga ideal untuk penggunaan luar ruangan (outdoor) [3]. Spesifikasi lampu tersebut dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi *Neon Flex LED*

Spesifikasi	Keterangan
<i>Power</i>	12 VDC
<i>Model</i>	SMD2835
Daya	10 Watt/meter
<i>IP Rating</i>	IP 67
Min. Pemotongan	2,5 cm

2.2.9. *Photo Cell*

Photo cell adalah alat atau modul yang berinteraksi dengan sensor cahaya. Agar sensor *photo cell* berfungsi, cahaya harus menembus bidang pandang sensor atau dengan kata lain bisa terbaca oleh sensor. Sensor ini dapat digunakan dalam pengaplikasian yang memerlukan penerangan yang dapat menyala secara otomatis pada saat kekurangan cahaya, dan mati saat ruangan memiliki cahaya yang cukup [14].

Prinsip kerja *photo cell* cukup sederhana, yaitu saat kondisi terang seperti siang hari, cahaya mengenai permukaan LDR sehingga resistansi turun dan tegangan keluaran sensor mati. Sebaliknya, saat kondisi gelap seperti malam hari, intensitas cahaya

menurun, resistansi meningkat, dan tegangan keluaran sensor akan hidup sehingga lampu menyala otomatis.

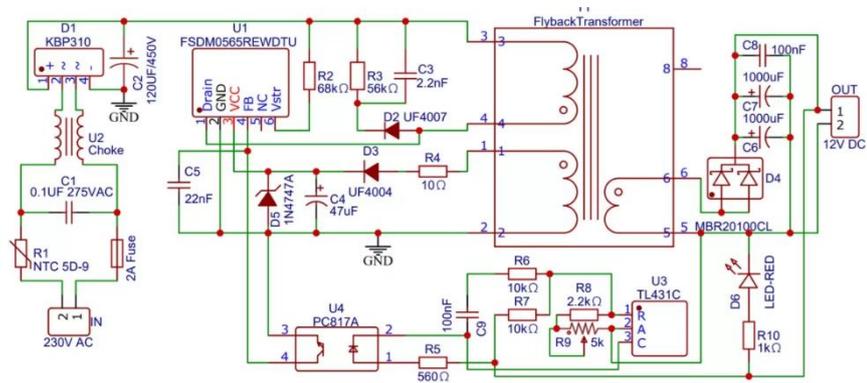


Gambar 2.12 *Photo Cell*

2.2.10. Power Supply (catu daya)

Power supply (catu daya) adalah suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik AC (bolak – balok) menjadi arus listrik DC (searah). *Power supply* merupakan sebuah peralatan yang berfungsi sebagai penyedia daya untuk peralatan lainnya [15].

Pada sistem ini, *Power Supply* digunakan untuk menyuplai tegangan ke unit PLC, mikrokontroler, dan komponen beban seperti lampu, relay dan yang lainnya. Tegangan yang stabil juga penting agar PLC dapat bekerja secara efisien dalam memproses logika kendali tanpa gangguan, serta memastikan lampu menyala dengan pola dan intensitas yang sesuai.



Gambar 2.13 Rangkaian *Power Supply*

Banyak variasi tegangan *power supply* dipasaran, biasanya tersedia tegangan 5 vdc, 12 vdc, 24 dcv, dan 48 dcv. Selain itu juga ada berbagai pilihan ampere/daya sesuai dengan kebutuhan beban yang digunakan.



Gambar 2.14 *Power Supply*

2.2.11. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

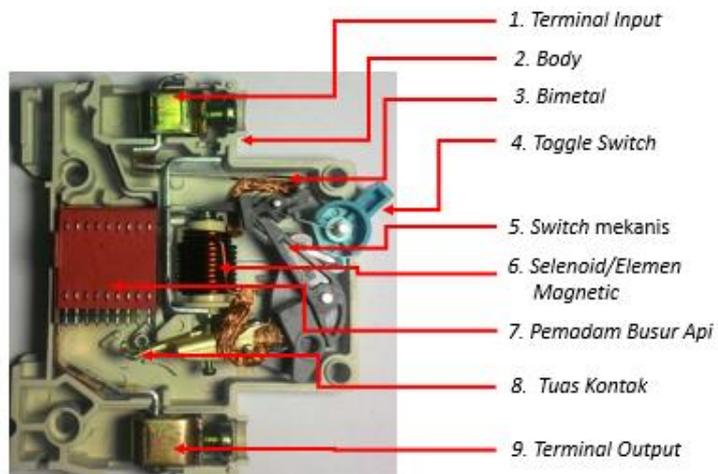
MCB (*Miniature Circuit Breaker*) merupakan salah satu komponen penting dalam instalasi listrik. Fungsi dari komponen ini adalah sebagai sistem proteksi apabila terjadi beban berlebih ataupun hubung singkat arus listrik (*short circuit*). Jika terjadi kegagalan fungsi MCB, akan berpotensi menimbulkan

panas pada kebel penghantar dan percikan api dan bisa menyebabkan kebakaran [16].



Gambar 2.15 MCB

MCB sangat penting dalam sistem otomasi lampu hias ini karena untuk melindungi rangkaian dari bahaya seperti arus lebih yang disebabkan oleh gangguan lampu atau korsleting instalasi. Selain itu, MCB memudahkan pemeliharaan ketika terjadi masalah. Keberadaan MCB memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan aman dan menghindari kerusakan fatal yang disebabkan oleh gangguan listrik.



Gambar 2.16 Bagian-bagian MCB

2.2.12. Box Panel Listrik

Box panel listrik merupakan wadah atau tempat untuk menempatkan berbagai komponen listrik seperti pemutus sirkuit (MCB), relay, dan yang lainnya. Selain itu box panel Listrik juga untuk melindungi komponen dari gangguan eksternal seperti debu, air, dan benturan mekanik. Pada umumnya panel listrik adalah terbuat dari plat besi dengan ketebalan 0,5mm–1 mm [17].

Jika box panel listrik diletakkan pada luar ruangan (*outdoor*), maka gunakan box panel listrik yang khusus untuk luar ruangan sehingga ketika hujan air tidak masuk ke dalam ruang box yang berisi komponen kelistrikan.



Gambar 2.17 Box Panel Listrik

2.2.13. Lampu Indikator

Lampu indikator adalah lampu listrik yang berfungsi memberi indikasi nyala dan mati. Indikasi nyala menyatakan bahwa peralatan tersebut berfungsi sedangkan indikasi mati menyatakan bahwa

peralatan tersebut mati. Dalam peralatan yang dibuat, lampu sebagai indikator bahwa fasa yang masuk dalam peralatan itu berfungsi ataupun on [18].



Gambar 2.18 Lampu Indikator