

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan metode yang ingin dirancang dalam tugas akhir yang akan dibuat.

1. Pada penelitian oleh Abdullah Mubarak, Jamaaluddin, Izza Anshory mengambil topik Implementasi Sensor PZEm-017 Untuk Monitoring Ars, Tegangan dan Daya Pada Instalasi panel Surya dengan Sistem Data Logger menggunakan *Google Speadsheets* dan Smartphone. Hasil penelitian menunjukkan pada perancangan sistem perangkat keras dapat dilihat bahwa digunakan modul UART TTL *Converter* sebagai antarmuka untuk menyampaikan data yang telah diterima oleh sensor pada mikrokontroller ESP-32. Konsep kerja sistem pada perangkat keras ini dapat dilihat bahwa data pengukuran arus serta tegangan yang dihasilkan oleh baterai dan panel surya akan dikirimkan menuju smartphone untuk selanjutnya ditampilkan nilai hasil pengukuran<sup>[8]</sup>.
2. Penelitian lainnya oleh Taufal Hidayat, Dwiki Firmansyah yang mengambil topik Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid, menyatakan Pada pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thinger.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejauhan melalui koneksi internet<sup>[9]</sup>.

3. Penelitian Oleh Aldiansyah, Yosi Apriani, Zulkifli Saleh dengan judul Monitoring Arus Dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Of Things. Dari penelitian tersebut menyatakan Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa rancang bangun alat monitoring arus dan tegangan yang telah dibuat bekerja secara stabil dan optimal pada PLTS 3000 Watt dan bekerja dengan efisien karena bisa memonitoring arus dan tegangan secara real time menggunakan mikrokontroler Arduino Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk bisa melanjutkan penelitian dengan menambahkan fitur yang tidak hanya memonitoring bukan hanya monitoring arus dan tegangan saja tetapi alat tersebut juga bisa mengatasi gangguan padabeban<sup>[10]</sup>.
4. Penelitian oleh Pamor Gunoto , Arief Rahmadi , Endang Susanti dengan judul Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet Of Things. sistem monitoring daya PLTS sangat dibutuhkan karena sangat membantu dalam proses perawatan hingga dapat meminimalisir kerusakan karena dapat mengetahui data daya, arus dan tegangan yang dihasilkan dari PLTS tersebut. Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan sebagai penghubung benda sehari-hari seperti smartphome, internet, sensor dan juga aktuator ke internet dimana perangkat dihubungkan secara bersama yang memungkinkan bentuk-bentuk baru komunikasi antara hal-hal tersebut dengan orang-orang. Dari Perancangan Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis IoT, Berdasarkan pengujian alat ini dapat menampilkan data berupa tegangan, arus, daya serta energi secara real time. 2. Dari hasil analisa yang didapatkan yaitu tegangan, arus, daya dan energi yang dihasilkan oleh modul PZEM-017 yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk dan juga LCD dengan alat pembanding yaitu multimeter menghasilkan rata-rata persentase ketepatan yang mencapai diatas 95%<sup>[11]</sup>.
5. Penelitian oleh I Gusti Ngurah Wirahadi Wijaya, I Ketut Parti , dan Lalu Febrian Wiranata dengan judul Monitoring PLTS dan PLTB kincir vertikal dengan sistem hybrid berbasis Internet Of Things (IoT). Monitoring Sistem IoT yang dipergunakan untuk

mengukur tegangan maupun arus, sebagai pengolahan data, serta NodeMCU ESP8266 sebagai konektivitas penerimaan data dari Arduino dan pengiriman data ke database MySQL webserver, setiap satu detik secara realtime, data hasil monitoring dari sensor tegangan DC, sensor tegangan AC, sensor arus DC dan sensor arus AC. Kemudian ditampilkan pada halaman website berupa data tabel dan data grafik yang dapat diakses menggunakan PC atau smartphone. Data yang di monitor akan dapat diakses lewat web dengan Komunikasi antar mikrokontroler menggunakan serial komunikasi antara Arduino dan NodeMCU ESP8266, pengiriman serta penerimaan data dapat berjalan dengan baik, sensor yang digunakan memiliki rata – rata kesalahan pada pembacaan data pengukuran tegangan DC dan arus DC yang didapat dari pembangkit energi solar, tegangan AC dan arus AC yang di dapat dari turbin angin. Pada sensor tegangan DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.11% terkecil sampai dengan 0.59% terbesar dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran tegangan DC, sensor arus DC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.071% terkecil sampai dengan 0.14 terbesar dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran arus DC. Pada sensor tegangan AC galat rata – rata pengukuran sebesar 0.21% terkecil sampai dengan 0.37% terbesar, kelemahan sensor ini juga tidak mampu membaca tegangan di bawah nilai pembacaan 0-220V dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran tegangan AC yang dilakukan, sensor arus AC galat rata – rata pengukuran sebesar 13.76% terkecil sampai dengan 94.7%

[12]

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Sumber	Kontroler	Sistem
A. M. 'Aafi, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, 2022	PZEM-017	<p>Hasil penelitian menunjukkan pada perancangan sistem perangkat keras dapat dilihat bahwa digunakan modul UART TTL Converter sebagai antarmuka untuk menyampaikan data yang telah diterima oleh sensor pada mikrokontroller ESP-32. Konsep kerja sistem pada perangkat keras ini dapat dilihat bahwa data pengukuran arus serta tegangan yang dihasilkan oleh baterai dan panel surya akan dikirimkan menuju smarphone untuk selanjutnya ditampilkan nilai hasil pengukuran.<sup>[8]</sup></p>

T.Hidayat,2019	NodeMCUESP8266	<p>Hasil pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thingier.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejauhan melalui koneksi internet.<sup>[9]</sup></p>
Y. Apriani,2021	ArduinoUno	<p>Hasil pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran</p>

		<p>photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thinger.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejuahan melalui koneksi internet.<sup>[10]</sup></p>
P. Gunoto, A. Rahmadi, and E. Susanti, 2022	PZEM-017	<p>Dari hasil hasil perancangan Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis IoT, Berdasarkan pengujian alat ini dapat menampilkan data berupa tegangan, arus, daya seta energi secara real time. 2. Dari hasil analisa yang didapatkan yaitu tegangan, arus, daya dan energi yang dihasilkan oleh modul PZEM-017 yang ditampilkan oleh aplikasi Biynk dan juga LCD.<sup>[11]</sup></p>
I. G. N. W. Wijaya, I. K.Parti, and L. F. Wiranata,2021	NodeMCUESP 8266	<p>Dari hasil sensor tegangan DC galat rata-rata pengukuran sebesar 0.11% terkecil sampai dengan 0,05% terbesar dan bisa dikatakan sensor ini presisi dalam pembacaan pengukuran tegangan DC, sensor arus DC galat rata-</p>

		rata pengukuran sebesar 0.071% terkecil sampai 0.14% <sup>[12]</sup> .
Dwi Hardika Satrio Pambudi, 2023	PZEM-017 dan ESP8266	Dari data data pengambilan tersebut dihasilkan data logger secara realtime dan disimpan di website google spreadsheets. Dari pengambilan data tersebut dapat dinyatakan bahwa tingkat ketelitian pembacaan sensor terdapat selisih berbeda dengan alat ukur. Untuk perbandingan eror antara perhitungan sensor tegangan dan sensor arus dengan alat ukur mempunyai selisih rata rata eror untuk tegangan dengan beban lampu 200 watt sebesar 14,7 % dan rata-rata eror pada arus sebesar 1,75 %.

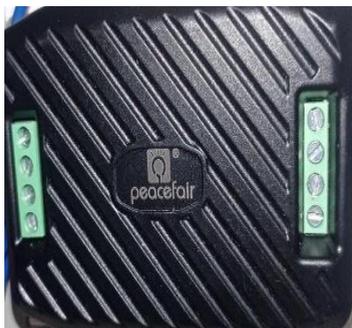
## 2.2. Dasar Teori

Dalam penelitian ini perlu adanya teori-teori yang mendasar untuk menunjang proses penelitian ini, teori-teori tersebut adalah:

## 2.3. Komponen Penyusun

### 2.3.1. Sensor PZEM-017

PZEM-017 merupakan modul komunikasi DC yang dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan pengukuran arus pada rentang pemasangan shunt eksternal 50 A hingga 300 A. PZEM-017 merupakan modul buatan Peacefair, merk China yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga terjangkau dan mengkhususkan diri pada produk Metering. Modul ini dapat mengukur Tegangan, Arus, Daya dan Energi. Semua sei PZEM Energy Meters memiliki atarmuka komunikasi RS485 bawaan menggunakan protokol Modbus-RTU yang mirip dengan kebanyakan perangkat industry<sup>[13]</sup>. Bentuk fisik dari PZEM-017 dapat dilihat pada gambar 2.1 dan Untuk spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.



Gamabr 2. 1 Sensor PZEM-017  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

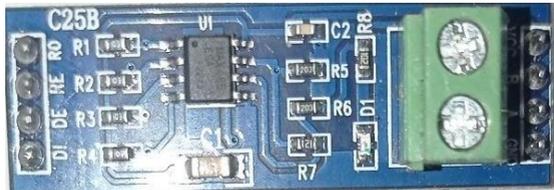
Tabel 2. 2 Spesifikasi PZEM-017

Spesifikasi	Keterangan
Nama	PZEM-017
Dimensi	-20-60 degree
Tegangan suplai	0,05-300 VDC
Kelas akurasi	1.0

### 2.3.2. Modul RS485 to UART TTL Converter

Modul RS485 to UART TTL Converter merupakan modul yang digunakan sebagai media pengkonversi antara komunikasi RS485 dengan komunikasi serial (UART TTL). Modul ini dapat digunakan

pada mikrokontroler untuk berkomunikasi, membaca atau memberi perintah pada perangkat yang menggunakan komunikasi RS485<sup>[14]</sup>. Bentuk fisik dari Bmodul UART TTL Converter dapat dilihat pada gambar 2.2 dan Untuk spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.



Gamabr 2. 2 Modul UART TTL Converter  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 3 Spesifikasi modul RS485

Spesifikasi	
Merek	RS485 to TTL
Catu daya	5 VDC
Tegangan	3,3 V-5 V
Pitch	2,54 mm
Jarak transmisi data	800 m
Suhu operasi	-40°C~+85°C
Dimensi	42,8 x 15,22 x 0,8 mm

### 2.3.3. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. Alasan pemilihan NodeMCU ESP8266 karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi Wi-Fi<sup>[14]</sup>. Gambar NodeMCU ESP8266 diperlihatkan pada gambar 2.3 dan Untuk spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.



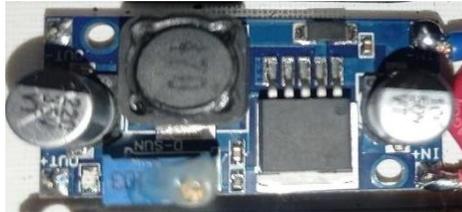
Gamabr 2. 3 NodeMCU ESP8266  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 4 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	
Nama	ESP8266 12-E
Pin I/O <i>digital</i>	11 buah, mendukung <i>interrupt</i> , PWM, 12C, <i>Onwire</i> (kecuali pinD0)
Pin I/O <i>analog</i>	1 buah, 3.2 Volt
Tegangan Operasi	3.3 V
<i>Clock Speed</i>	80 Mhz/160Mhz
Flash	4M
USB <i>controller</i>	Cp2102

#### 2.3.4. *Stepdown* LM2596 DC-DC

*Stepdown* LM2596 merupakan komponen utama dalam rangkaian *stepdown* DC power supply, komponen ini menyediakan semua fungsi aktif untuk regulator *switching stepdown*, beban arus maksimal yang dapat dilewatkan pada komponen ini adalah 3A. Komponen ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari adaptor 12V menjadi 5V<sup>[14]</sup>. Untuk gambar diperlihatkan pada gambar 2.4 dan Untukspesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.



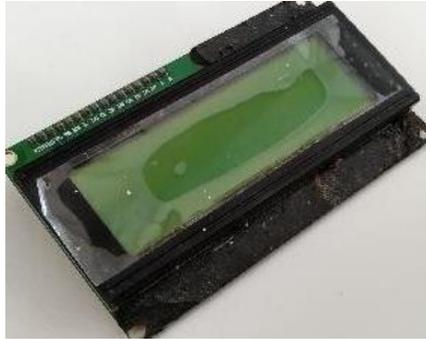
Gamabr 2. 4 *Stepdown* LM2596  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 5 Spesifikasi *Stepdown* LM2596

<b>Spesifikasi</b>	
Nama	<i>Stepdown</i> LM2596
Tegangan input	3-40 VDC
Tegangan output	1,25-35VDC
arus	3 A
<i>efisiensi</i>	92%
Ukuran	43 x 24 x 14

### 2.3.5. *Liquid Crystal Display (LCD)*

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. Pemakaian tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. Ukuran area layar 77 mm x 25 mm, untuk ukuran dimensi keseluruhannya 98 mm x 60 mm. LCD mendapatkan power *suplay* sebesar 5 V, tampilan LCD yang dipakai berwarna hijau dengan tulisan berwarna hitam<sup>[15]</sup>. Untuk gambar diperlihatkan pada Gambar 2.5 dan untuk spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut.



Gamabr 2. 5 *Liquid Crystal Display*  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 6 Spesifikasi LCD

Spesifikasi	
Vss	Ground
Vcc	+5 Volt
Vee	Pengaturan Kontras
RS	RS = 0 untuk memilih register command RS= 1 unruk memilih register data
R/W	R/W = 0 untuk melkukan write R/W = 1 untuk melakukan read
E	Enable
DB 0 sampai DB 7	Data bus 8-bit

### 2.3.6. Trafo *Step Up*

Trafo *step up* adalah jenis trafo yang memiliki lilitan yang lebih banyak pada kumparan sekunder atau outputnya. Trafo jenis ini dapat menghasilkan tegangan listrik dengan taraf yang lebih tinggi pada terminal *outputnya* dibandingkan taraf tegangan listrik yang masuk ke trafo. Oleh karena itu, transformator ini disebut juga dengan trafo penaik tegangan. Sebagai contoh, trafo *step up* 12 V to 220 V.<sup>1</sup>. Untuk gambar diperlihatkan pada Gambar 2.6 dan untuk spesifikasi trafo *step up* dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut.



Gambar 2.6 Trafo Step Up

Table 2.7 Spesifikasi Trafo Step Up

Spesifikasi	
Current	10 A
Voltage Input	42 & 56 V
Voltage Output	220 V
Weght	2.50 kg

### 2.3.7. Motor Asinkron

Motor listrik adalah sebuah alat yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik AC dibagi menjadi dua yaitu motor sinkron dan motor asinkron. Motor sinkron yaitu motor yang menggunakan sumber AC yang menyamakan rotasi porosnya dengan frekuensi arus suplai sehingga kecepatan yang dihasilkan adalah sama/sinkron, tetapi pada bagian rotor terdapat suplai tegangan DC yang akan mengakibatkan medan magnet. Sedangkan motor asinkron bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dari stator menuju rotor<sup>[16]</sup>. Motor asinkron dibagi menjadi dua yaitu 1 fasa dan 3 fasa. Untuk penggunaan motor asinkron 1 fasa biasanya digunakan di peralatan rumah tangga seperti pompa air, mesin cuci, kipas angin sedangkan untuk penggunaan motor asinkron 3 fasa biasanya terdapat di dunia industri karena motor ini berdaya besar dan mampu bekerja

dengan kecepatan tinggi<sup>[17]</sup>. Tampilan fisik motor asinkron 1 fasa dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan spesifikasi motor asinkron 1 fasa dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut.



Gamabr 2. 7 Motor Asinkron 1 Fasa  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor Asinkron 1 Fasa

Spesifikasi	
Daya	1 HP (0,75 KW)
Input tegangan	220 Volt
Kutub	2
Frekuensi	50 Hz
Arus	4.9 A
Cosh Ø	0.95
Rpm	1500

### 2.3.8. Alternator

Alternator adalah sebuah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Alternator dapat ditemukan dalam sistem pengisian aki mobil<sup>[18]</sup>. Prinsip kerja alternator didasarkan pada hukum elektromagnetis Faraday yaitu bahwa jika medan magnet berubah melintasi sebuah kumparan kawat, maka akan terjadi aliran arus listrik didalam kumparan tersebut . Dalam alternator, medan magnet berubah melalui rotasi sebuah rotor yang terdiri dari magnet atau kumparan kawat. Medan magnet itu kemudian melintasi kumparan stator yang terdiri dari kumparan kawat yang tetap, dan menghasilkan arus listrik didalam kumparan tersebut<sup>[19]</sup>. Output listrik dari alternator dapat diperbesar dengan memodifikasi ukuran , jumlah kawat, magnet permanen dan eksitasi yang diberikan. Tampilan fisik alternator dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan spesifikasi sensor alternator dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut.



Gamabr 2. 8 Alternator

(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 9 Spesifikasi Alternator

Spesifikasi	
Type Alternator	DENSO IR-IF
Tegangan output	12 – 14,8 V
Arus output	40 A

Puli	4 Alur Puli
------	-------------

### 2.3.9. Power Supply

Power supply yaitu sebuah alat yang berfungsi menyediakan daya listrik ke perangkat. Power supply ini merubah arus AC menjadi arus DC. Selain menyediakan sumber listrik DC, power supply juga dapat berfungsi melindungi komponen elektronik dari kerusakan yang terjadi karena trouble kelistrikan. Komponen yang ada pada power supply diantaranya diode, capasitor, transformator dan IC regulator<sup>[20]</sup>. Komponen tersebut sebagai transformator, penyearah, penyaring, dan regulator sebagai penstabil tegangan. Bentuk fisik dari power supply ditunjukkan pada Gambar 2.9 dan spesifikasi power supply dapat dilihat pada tabel 2.10 berikut.



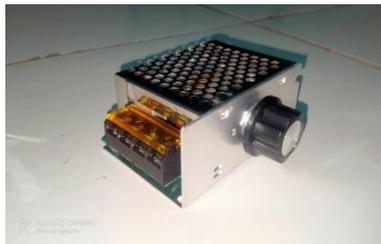
Gamabr 2. 9 Power Supply  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 10 Spesifikasi Power Supply

Spesifikasi	
Tegangan input	220 VAC
Tegangan output	24 VDC
Arus maksimal output	10 A
Frekuensi	50/60 Hz

### 2.3.10. Dimmer AC

Dimmer adalah sebuah alat elektronika yang berfungsi mengatur kecepatan dengan menaik turunkan tegangannya. Pada dimmer ini terdapat potensio yang bisa menaik turunkan tegangan dengan cara memutar potensio kekanan atau kekiri. Pemanfaatan modul dimmer ini banyak digunakan untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin, bor listrik, gerinda, motor, dan lainnya yang menggunakan tegangan AC maupun DC<sup>[21]</sup>. Tampilan fisik dimmer dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan spesifikasi dimmer dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut.



Gamabr 2. 10 Dimmer AC

(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Tabel 2. 11 Spesifikasi Dimmer AC

Spesifikasi	
Tegangan input	220 Volt
Daya maks	4000 Watt
Tegangan output	40-220 Volt
Berat	150 gram

### 2.3.11. MCB

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah suatu jenis alat perlindungan yang digunakan dalam instalasi listrik untuk melindungi peralatan dari instalasi listrik dari gangguan arus lebih (*overcurrent*) yang dapat menyebabkan kerusakan atau bahaya kebakaran. Secara teori, MCB bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik dan termal. Ketika terjadi arus lebih yang melebihi kapasitas arus nominal MCB, maka alat ini akan secara otomatis memutuskan aliran listrik dengan cara memutuskan kontak pemutus (*breaker*) yang terdapat didalamnya. MCB terdapat 2 jenis yaitu MCB 1 phase dan 3 phase, perbedaan pada penggunaannya yaitu 1 phase untuk power pembagi masing masing beban sedangkan 3 phase untuk power dari pusat pembangkit. MCB biasanya memiliki rating arus listrik dan tegangan tertentu<sup>[22]</sup>. Tampilan fisik MCB dapat dilihat pada gambar 2.11 dan spesifikasi MCB dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut.



Gamabr 2. 11 MCB<sup>[22]</sup>

Tabel 2. 12 Spesifikasi MCB

Spesifikasi	
Lubang input	1
Nilai Arus	6 A
Kode	C

Kapasitas Break	ICN 6000 A
Berat	95 Gram
Dimensi	18 x 71,5 x 81 mm

### 2.3.12. Kabel NYAF

Kabel NYAF jenis kabel ini memiliki inti tembaga berserabut, dengan inti tunggal berisolasi bahan isolator PVC satu lapis. Ini adalah kabel yang memiliki sifat *fleksibilitas* yang tinggi karena inti tembaganya berbentuk serabut. Kabel jenis ini cocok untuk instalasi pada panel listrik yang membutuhkan banyak lekukan. Namun, kabel NYAF sebaiknya tidak digunakan di lingkungan terbuka yang bersifat basah maupun kering karena mudah terkelupas<sup>[23]</sup>. Tampilan fisik kabel NYAF dapat dilihat pada gambar 2.12 dan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2.13 berikut.



Gamabr 2. 12 Kabel NYAF<sup>[23]</sup>

Tabel 2. 13 Spesifikasi Kabel NYAF

Spesifikasi	
<i>Range Voltage</i>	450/750 v
<i>Size Range</i>	1.5 s/d 240mm <sup>2</sup>

*~Halman ini sengaja dikosongkan~*