

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

Perangkat Hubung Bagi (PHB) Tegangan Rendah adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih perlengkapan hubung bagi tegangan rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan mekanis pada bagian-bagian penyangganya.

Perangkat hubung bagi dipasang pada sisi tegangan rendah atau sisi sekunder trafo sebuah gardu distribusi baik Gardu Beton, Gardu Kios, Gardu Portal maupun Gardu Cantol.

Jumlah jurusan per transformator atau gardu distribusi sebanyak-banyaknya 8 jurusan, disesuaikan dengan besar daya transformator dan Kemampuan Hantar Arus (KHA) Penghantar JTR (Jaringan Tegangan Rendah) yang digunakan. Pada PHB-TR harus dicantumkan diagram satu garis, arus pengenalan gawai proteksi dan kendali serta nama jurusan JTR.⁸

2.1.1 Fungsi PHB-TR

Fungsi atau kegunaan PHB TR adalah sebagai penghubung dan pembagi atau pendistribusian tenaga listrik dari output trafo sisi sekunder (TR) ke rel pembagi dan diteruskan ke jaringan tegangan rendah melalui kabel jurusan (*Opstyg Cable*) yang diamankan oleh pengaman lebur jurusa masing-masing.

2.1.2 Konstruksi PHB-TR

Dalam pemasangannya PHB-TR mempunyai konstruksi diantaranya :

1. Perangkat Hubung Bagi untuk tegangan rendah adalah jenis phb yang terbuat dari metal clad sehingga tahan terhadap air hujan dan juga debu.
2. PHB TR harus dipasang minimal 1,2 meter diatas permukaan tanah.
3. Jurusan keluaran jaringan tegangan rendah maksimal 4 jurusan dengan pengaman lebur jenis HRC (NH, NT Fuse).

⁸ _____, PLN Buku 4, *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*, (Jakarta: PT. PLN Persero, 2010), hal.8.

4. Indeks IP minimal 44.

Berikut spesifikasi teknis PHB TR pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Teknis PHB TR⁷

No.	Uraian	Spesifikasi
1.	Arus pengenal saklar pemisah	Sekurang-kurangnya 115 % I_N transformator distribusi
2.	KHA rel PHB	Sekurang-kurangnya 125 % arus pengenal saklar pemisah
3.	Arus pengenal pengaman lebur	Tidak melebihi KHA penghantar sirkit keluar
4.	Short with stand current (Rms)	Fungsi dari kapasitas Transformator dan tegangan impedasinya
5.	Short making current (peak)	Tidak melebihi 2,5 x <i>short breaking current</i>
6.	Impulse voltage	20 kV
7.	Indeks proteksi – IP (International Protection) untuk PHB pemasangan luar	Disesuaikan dengan kebutuhan, namun sekurang-kurangnya IP-45

I_N = I nominal sisi sekunder transformator

2.1.3 Bagian-bagian PHB TR

a. Unit Masukan (*Incoming*)



Gambar 2.1 Unit Masukan (*Incoming*) PHB TR

(Sumber : Analisis Kondisi PHB-TR Gardu Distribusi Wilayah Ciledug)

⁷ _____, PLN Buku 1, *Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, (Jakarta: PT. PLN Persero, 2010), bab 7 hal.9.

Unit masukan adalah suatu unit fungsional yang dimaksudkan untuk menyalurkan tenaga listrik ke dalam PHB TR. Sirkuit unit masukan diperlengkapi dengan saklar pemutus beban tiga kutub yang didesain untuk tegangan nominal 500 V dengan unit-unit pemutus yang dapat terlihat atau dengan unit-unit pemutus di dalam suatu kotak tertutup dengan indikator posisi buka/tutup yang dapat dijamin keandalannya. Untuk hubungan kabel dari transformator harus dilengkapi pelat atau terminal penghubung.

Saklar pemutus beban dalam posisi terbuka dapat dikunci dan dapat dioperasikan buka/tutup dengan tangkai operasi (*handle*) yang terletak didepan atau disebelah kanan jika dilihat dari depan saklar. Dalam posisi tertutup ujung tangkai operasi tidak boleh lebih tinggi dari 1,8 m dari dasar untuk PHB TR pasangan dalam dan 0,5 m untuk PHB TR pasangan luar.

b. Unit Keluaran (*Outgoing*)



Gambar 2.2 Unit Keluaran (*Outgoing*) PHB TR

(Sumber : Analisis Kondisi PHB-TR Gardu Distribusi Wilayah Ciledug)

Unit keluaran adalah suatu unit fungsional yang dimaksudkan untuk menyalurkan tenaga listrik ke satu atau lebih sirkuit keluaran. Setiap unit keluaran dilengkapi dengan tiga buah pengaman lebur HRC (*High Rupturing Capacity*) dan satu buah pengaman netral.

1. Pengaman lebur HRC (*High Rupturing Capacity*)

Setiap rakitan pengaman lebur HRC kutub tunggal terdiri dari dua penjepit untuk mata pisau pelebur. Kesejajaran bukaan penjepit harus tetap,

ujung mata pisau pelebur tertahan kuat pada jepitan hanya dengan tekanan jepitan, penyetelan kekencangan mur ditempatkan pada sebelah kanan pengaman lebur dilihat dari depan pelebur. Nilai pengenal pengaman lebur dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Nilai Pengenal Pengaman Lebur

Jenis PHB	630A	1000A
Nilai nominal pengaman lebur	160 A	250 A
Tipe unit pengaman lebur	00	1
Nilai pengenal pengaman lebur	10-160A	63-250A

Pengaman lebur yang biasa digunakan adalah pengaman lebur NH Fuse (*Nieder Spannung Hoch Leistung Fuse*). PHB TR menggunakan NH Fuse sebagai pengaman lebur terhadap arus lebih, dalam pemilihan besar rating NH Fuse disesuaikan dengan kapasitas transformator. Kepanjangan dari NH adalah :

N = *Nieder Spannung* = Tegangan Rendah

H = *Hoch Leistung* = Arus Besar



Gambar 2.3 NH Fuse

(Sumber : www.efen-sales.com)

NH Fuse yang digunakan untuk tegangan rendah dengan arus besar. *NH Fuse* diidentifikasi dari dua huruf yang didasarkan dari penggunaannya. Untuk mempermudah memasang dan membuka *NH Fuse*, dapat menggunakan *NH Fuse Puller* yang berfungsi sebagai alat untuk

memasang dan membuka *NH Fuse* pada penjepit (*Fuse Bash*) atau dudukan *NH Fuse*.



Gambar 2.4 NH Fuse Puller

(Sumber : www.enrgtech.co.uk)

2. Penghubung Netral

Nilai pada pengenal arus dan penghubung netral harus sama dengan nilai pengenal nominal unit pengaman lebur untuk fasa. Jepitan pengaman harus sama juga dengan unit pengaman lebur untuk fasa.

3. Hubungan Keluaran

Hubungan keluaran melalui bagian bawah dari perangkat hubung bagi (PHB) dan harus terdiri dari tiga terminal penghubung fase dan satu terminal penghubung netral. Terminal penghubung harus didesain sehingga dapat digunakan untuk kabel tembaga dengan luas penampang maksimum 150 mm^2 dan harus disediakan lubang yang sesuai dengan diameter 13 mm lengkap dengan ring dan mur baut ukuran M12.

4. Pemisah Isolasi

Setiap dua atau lebih unit-unit pengaman lebur kutub tunggal fasa yang sama, harus dipisahkan dari fasa-fasa lainnya dengan pemisah isolasi. Pada bagian bawah PHB, pemisah vertikal harus dipasang unruk memisahkan setiap keluaran. Pemisah vertikal tersebut dapat dipindahkan sepanjang palang isolasi dan terbuat dari bahan yang kokoh dan tahan air.

5. Penghalang

Penghalang didesain untuk menutup setiap keluaran utama jika tiga buah pelebur HRC dilepas. Terbuat dari bahan yang kokoh dan tahan air dapat dikunci untuk pengaman.

6. Pemeriksaan

Pemeriksaan harus dapat dilakukan dengan memasukkan tang-ampere meter pada setiap fasa keluaran, tepat di bawah setelah penjepit bawah unit pengaman lebur. Untuk maksud tersebut harus tersedia ruang bebas sepanjang 50 mm.¹⁰

7. Penandaan

Peraturan pemberian warna selubung penghantar dan warna isolasi inti penghantar harus diperhatikan pada saat pemasangan. Hal tersebut diperlukan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan sesuatu warna atau warna loreng yang digunakan untuk mengenal penghantar guna keseragaman dan mempertinggi keamanan.²

- a. **Penggunaan warna loreng hijau-kuning** : warna hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian, pengaman dan penghantar yang menghubungkan ikatan penyama tegangan ke bumi.
- b. **Penggunaan warna biru** : warna biru digunakan untuk penghantar netral atau kawat tengah, pada instalasi listrik dengan penghantar netral. Warna biru tersebut tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar lainnya.
- c. **Penggunaan warna merah, kuning, dan hitam** : warna merah digunakan untuk menandai penghantar fasa R, warna kuning untuk fasa S, dan warna hitam untuk fasa T.

¹⁰ Lestari Nurreta Hartanti, Skripsi: *Analisis Kondisi Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) Gardu Distribusi Wilayah Ciledug* Jakarta: UNJ, 2018), Hal.6.

² Daryanto, *Keterampilan Kejuruan Teknik Listrik*, (Bandung: Satu Nusa, 2010), Hal.161.

c. Sistem Busbar/Rel



Gambar 2.5 Busbar Tembaga

(Sumber : id.pinterest.com)

Busbar terbuat dari tembaga elektrolit. Pemasangan dan penyambungan hanya dapat dilakukan dengan mur-baut. Pemboran lubang berulir pada tembaga tidak dianjurkan. Kerangka harus disesuaikan untuk pemasangan busbar sebagai berikut :

1. Empat busbar kolektor (Netral ditempatkan paling bawah atau paling kiri), khusus untuk PHB pasang dalam setiap ujung busbar disebelah kanan di bor dengan 4 buah lubang untuk kemungkinan perluasan dengan empat keluaran PHB tambahan. Penyambungan dua PHB tersebut dapat dilakukan sebagai berikut :
 - a. Menggunakan busbar tembaga ukuran yang sama dengan busbar kolektor.
 - b. Menggunakan pelat/pita tembaga anyaman dengan ukuran yang sama dengan busbar kolektor.
 - c. Dapat juga menggunakan kabel dengan kolektor.

Untuk mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh sentuhan dengan busbar kolektor, pada ujung akhir busbar kolektor harus diisolasi sepanjang 50 mm.

2. Tiga busbar penghubung untuk menghubungkan busbar kolektor ke saklar pemutus beban. Busbar netral ditempatkan paling kiri jika dilihat dari depan PHB.
3. Setiap keluaran tertuju ke dasar kerangka dengan tiga busbar fasa vertikal. Dalam hal ini konduktor netral tersambung pada bagian bawah penjepit pemisah netral keluaran.

Ukuran busbar tembaga dapat dilihat pada tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Ukuran Busbar Tembaga

Busbar	250 A	630 A	1000 A
Fasa	30 x 5 mm	50 mm x 5 mm	80 mm x 10 mm
Fasa Keluaran	20 x 5 mm	30 mm x 5 mm	40 mm x 10 mm

Jarak bebas dan jarak rambat untuk busbar tembaga dan hubungannya sekurang-kurangnya harus sesuai dengan jarak bebas dan jarak rambat pada peralatan yang langsung berhubungan dengannya (contoh : sakelar utama). Jarak tersebut harus tetap dipertahankan sepanjang bingkai dan harus terpasang kuat padaudukannya sehingga tidak akan berubah jika terjadi gaya dinamis dan termis akibat hubung singkat. Busbar harus du cat dengan warna sebagai berikut :

Busbar Fase : Merah, Kuning, Hitam

Busbar Netral : Biru

Setiap sambungan harus diberi lapisan timah atau perak.

Besar arus yang mengalir pada rel busbar harus diperhitungkan sesuai dengan kemampuan rel sehingga tidak akan menyebabkan suhu lebih dari 65 °C. Pada suhu sekitar 35 °C dapat digunakan untuk ukuran rel sesuai pada tabel berikut :⁶

⁶ _____, Badan Standarisasi Nasional, *Peraturan Umum Instalasi Listrik*, (Jakarta: BSN, 2000), hal.234.

Tabel 2.4 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk rel busbar tembaga

SNI 04-0225-2000

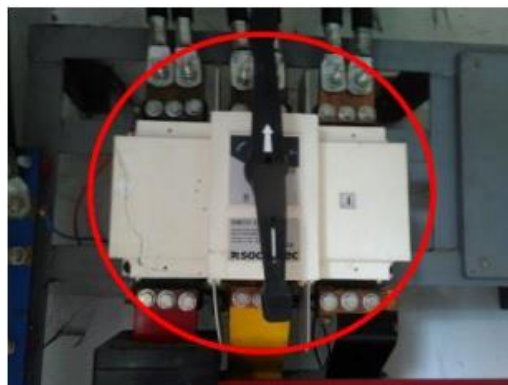
Tabel 6.6-1 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk tembaga penampang persegi

Ukuran	Penampang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang				Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,23	123	202	-	-	100	182	-	-	123	202	-	-	108	210	-	-
15 x 2	30	0,27	148	240	-	-	128	252	-	-	148	240	-	-	128	255	-	-
15 x 3	45	0,40	187	316	-	-	162	282	-	-	187	316	-	-	162	305	-	-
20 x 2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-	210	370	-	-	190	330	-	-
20 x 3	60	0,53	237	394	-	-	204	384	-	-	237	435	-	-	203	395	-	-
20 x 5	100	0,89	325	470	-	-	290	495	-	-	330	570	-	-	300	515	-	-
25 x 3	75	0,67	287	766	-	-	245	412	-	-	287	530	-	-	275	485	-	-
25 x 5	125	1,11	385	670	-	-	350	600	-	-	400	680	-	-	360	620	-	-
30 x 3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-	448	630	-	-	325	570	-	-
30 x 5	150	1,34	448	760	-	-	379	672	-	-	475	800	-	-	425	725	-	-
40 x 3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-	470	820	-	-	425	740	-	-
40 x 5	200	1,78	576	952	-	-	482	836	-	-	576	1030	-	-	550	985	-	-
40 x 10	400	3,56	865	1470	2060	2800	715	1290	1650	2500	865	1550	2180	-	800	1395	1950	-
50 x 5	250	2,23	703	1140	1750	2310	588	994	1550	2100	703	1270	1870	-	660	1150	1700	-
50 x 10	500	4,46	1050	1720	2450	3330	852	1510	2200	3000	1020	1900	2700	-	1000	1700	2400	-
60 x 5	300	2,67	825	1400	1983	2650	750	1300	1800	2400	870	1500	2200	2700	780	1400	1900	2500
60 x 10	600	5,34	1230	1960	2800	3800	985	1720	2500	3400	1230	2200	3100	3900	1100	2000	2800	3500
80 x 5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2700	2900	1150	2000	2800	3500	1000	1800	2500	3200
80 x 10	800	7,12	1590	2410	3450	4600	1240	2110	3100	4200	1590	2800	4000	5100	1450	2600	3600	4500
100 x 5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1200	2000	2800	3400	1400	2500	3400	4300	1250	2250	3000	3900
100x10	1000	8,90	1940	2850	4000	5400	1490	2480	3600	4800	1940	3600	4900	6200	1700	3200	4400	5500

CATATAN :
 - Suhu sekitar 30 - 35 °C.
 - Suhu penghantar tembaga maksimum 65 °C.

d. Saklar Utama (Load Break Switch)

Seperti halnya saklar pada umumnya, saklar utama yang terdapat pada PHB-TR berfungsi untuk membuka sirkuit tegangan dari trafo (keluaran 220/380V) ke peralatan listrik di dalam lemari PHB dan ke konsumen. Cara pengoperasiannya ada dua yaitu dengan tarik – dorong dan putar kiri – kanan.

**Gambar 2.6** Load Break Switch

(Sumber : Analisis Kondisi PHB-TR Gardu Distribusi Wilayah Ciledug)

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik.

Sistem yang digunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan mikroprosesor. Hal ini dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal masih bisa mencukupi. Selain itu proses produksinya secara massal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor. Pada sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

- a. *Central Processing Unit* mulai dari prosesor 4-bit yang sederhana hingga prosesor kinerja tinggi 64-bit.
- b. Input/output antarmuka jaringan seperti serial port (UART) dan USB Port.
- c. Ram untuk menyimpan data
- d. ROM, EPROM, EEPROM atau flash memory untuk menyimpan program di komputer.
- e. Pembangkit clock biasanya berupa resonator rangkaian RC

Berikut ini jenis-jenis mikrokontroler yang secara umum telah digunakan :

- a. Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB

diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasangan sebuah mesin pemroses boolean yang memungkinkan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*Programmable Logic Control*)

b. Programmable Interface Controller (PIC)

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Control*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*.

PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640. Sekarang Micochip telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh pada developer karena biayanya yang murah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan serial pada komputer.

c. Alv and Vegard's Tisc Processor (AVR)

Mikrokontroler Alv and Vegard's Tisc Processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8-bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.¹³

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah istilah yang muncul dengan pengertian sebuah akses perangkat elektronik melalui media internet. Akses perangkat tersebut terjadi akibat hubungan manusia dengan perangkat atau

¹³ Hari Arief Dharmawan, *Mikrokontroler : Konsep Dasar dan Praktis*, (Malang: UB Press, 2017), hal. 14-17.

perangkat dengan perangkat dengan memanfaatkan jaringan internet. Akses perangkat tersebut terjadi karena keinginan untuk berbagi data, berbagi akses, dan juga mempertimbangkan keamanan dalam aksesnya.

Internet of Things (IoT) dimanfaatkan sebagai media pengembangan kecerdasan akses perangkat di dunia industry, rumah tangga, dan beberapa sektor yang sangat luas dan beragam (contoh : sektor lingkungan, sektor rumah sakit, sektor energi, sektor umum, sektor keamanan, dan sektor transportasi).⁵

Namun IoT bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga bagaimana berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Internet menjadi sebuah penghubung antara sesama mesin secara otomatis. Selain itu juga adanya user yang bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaatnya menggunakan teknologi IoT yaitu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, mudah dan efisien.

2.3.1 Prinsip Internet of Things (IoT)

Setidaknya ada tujuh prinsip yang menopang IoT yaitu sebagai berikut :

1. *Big Analog Data*

Big Analog Data adalah tipe *Big Data* yang terbesar dan tercepat jika dibandingkan dengan tipe-tipe big data lainnya. Sehingga, dalam banyak hal, *big data analog* perlu diperlakukan secara khusus. *Big analog data* biasanya didapatkan dari berbagai macam sumber yang sifatnya alami seperti cahaya, sinyal radio, getaran dan suhu.

2. *Perpetual Connectivity*

Perpetual Connectivity merupakan konektivitas yang terus-menerus menghubungkan perangkat ke internet.

3. *Really Real Time*

Definisi *real time* untuk IoT berbeda dari definisi *real time* pada umumnya. *Real time* sebenarnya dimulai dari sensor atau saat data

⁵ Sigit Wasista, dkk. *Aplikasi Internet of Things (IoT) Dengan Arduino dan Android "Membangun Smart Home dan Smart Robot Berbasis Arduino dan Android"*, (Yogyakarta: CV BUDI UTAMA, 2019), hal. 1.

diperoleh. *Real time* untuk IoT tidak dimulai ketika data mengenai switch jaringan atau sistem komputer.

4. *The Spectrum of Insight*

Spectrum of Insight berasal dari data IoT yang berkaitan dengan posisinya dalam lima fase data flow yaitu *real time*, *in motion*, (bergerak), *early life*, *at rest* (saat istirahat), dan arsip.

5. *Immediacy Versus Depth*

Artinya seseorang bisa langsung mendapatkan “*Time-to-Insight*” pada analitik yang belum sempurna seperti perbandingan suhu atau transformasi fourier cepat untuk menentukan apakah memutar roda pada trwm akan menyebabkan kecelakaan.

6. *Shift Left*

Drive untuk mendapatkan wawasan yang akan menghasilkan komputasi dan analisis canggih yang biasanya disediakan untuk cloud atau pusat data.

7. *The Next V*

The Next V yang dimaksud adalah *Visibility*. Ketika data dikumpulkan, para ilmuwan data di seluruh dunia harus bisa melihat dan mengaksesnya sesuai kebutuhan.

2.3.2 Manfaat IoT

1. Konektivitas

IoT dapat mengoperasikan banyak hal dari satu perangkat, misalnya *smartphone*.

2. Efisiensi

Dengan adanya peningkatan pada konektivitas, berarti terdapat penurunan jumlah waktu yang biasanya dihabiskan untuk melakukan tugas yang sama

3. Kemudahan

Perangkat IoT kini mulai menjadi perangkat yang biasa dimiliki oleh sebagian besar orang.

2.4 Modul ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan *Bluetooth* dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*.¹¹ Adapun tampilan dari modul ESP32 sebagai berikut :



Gambar 2.7 Modul ESP32

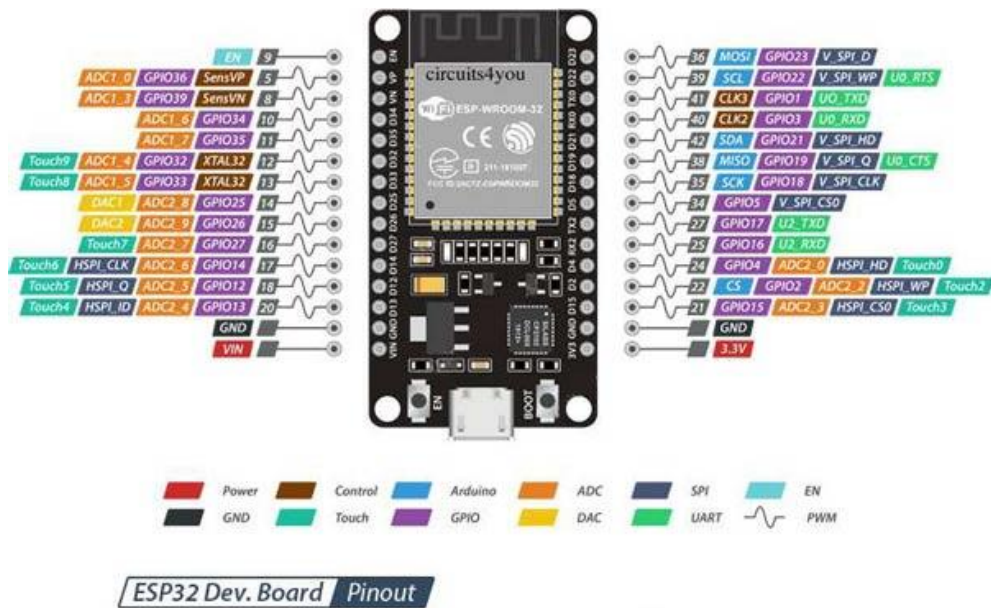
(Sumber : <https://www.ardutech.com>)

Adapun fitur dasar dari modul ESP32 yang mana sebagai berikut :

- a. Jumlah pin : 30 meliputi pin tegangan dan GPIO
- b. 15 pin ADC (Analog to Digital Converter)
- c. 3 UART Interface
- d. 3 SPI Interface
- e. 2 I2C Interface
- f. 16 pin PWM (Pulse Width Modulation)
- g. 2 pin DAC (Digital to Analog Converter)

¹¹ Muliadi dkk, *Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32*, Jurnal Media Elektrik, Vol.17 No.2, April 2020, hal.74.

Berikut ini adalah gambar Pin Out dari Modul ESP32 :



Gambar 2.8 Pin Out Modul ESP32

(Sumber : <https://www.ardutech.com>)

Pada board ESP 32 DevKit terdapat 25 pin GPIO (*General Purpose Input Output*) dengan masing-masing pin mempunyai karakteristiknya sendiri.

Pin hanya sebagai Input :

- GPIO34
- GPIO35
- GPIO36
- GPIO39

Pin dengan internal pull up, dapat diatur melalui program :

- GPIO14
- GPIO16
- GPIO17
- GPIO18
- GPIO19
- GPIO21
- GPIO22
- GPIO23

Pin tanpa internal pull up (dapat ditambahkan pull up eksternal sendiri) :

- a. GPIO13
- b. GPIO25
- c. GPIO26
- d. GPIO27
- e. GPIO32
- f. GPIO33¹

2.5 Sensor Suhu Inframerah MLX90614

Sensor MLX90614 merupakan sensor yang mengukur suhu tanpa kontak dengan objek secara langsung. Sensor ini menggunakan IC MLX90614ESF. Salah satu jenis sensor ini adalah GY-906. Sensor ini mengeluarkan dua pengukuran suhu. Suhu pertama dinamakan suhu *ambient* (T_a) yang dikeluarkan oleh bagian internal sensor. Suhu kedua dinamakan suhu objek (T_o) yang diukur oleh sensor inframerah.⁴

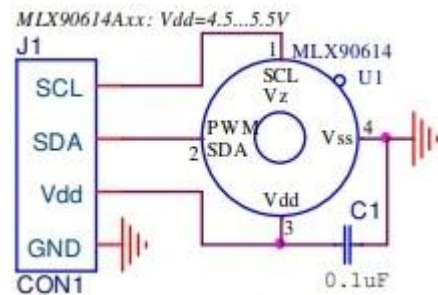
Sensor ini terdiri dari *chip* detektor yang peka terhadap suhu berbasis inframerah dan pengondisi sinyal ASSP yang terintegrasi dengan TO-39. Sensor ini didukung dengan *low noise amplifier*, ADC 17 bit, unit DSP dan termometer yang memiliki akurasi dan resolusi tinggi. Termometernya terkalibrasi dengan *output* digital dari PWM dan SMBus. Sebagai standar PWM 10 bit akan menunjukkan perubahan suhu yang diukur secara terus menerus dengan jangkauan suhu pada sensor yaitu 40° C sampai dengan 120° C dan untuk jangkauan suhu objek berkisar dari -70° C sampai dengan 380° C dengan resolusi *output* 0,14° C. Tampilan rangkaian dan fisik dari sensor suhu MLX90614 dapat dilihat di gambar 2.9.

¹ Arif Budijanto, Slamet Winardi, Dr. Kunto Eko Susilo, *Interfacing Dengan ESP32*, (Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2021) hal. 2-5.

⁴ Abdul Kadir, *Arduino dan Sensor*. (Yogyakarta: ANDI, 2018) hal.171.



(a)



(b)

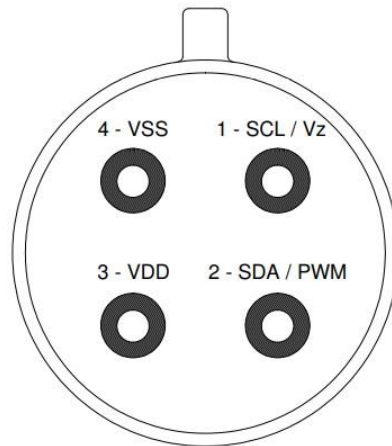
Gambar 2.9 Sensor Suhu Inframerah MLX90614 (a) Tampilan Fisik (b) Skematik Rangkaian

(Sumber : Datasheet MLX90614)

Pin PWM dapat digunakan sebagai relai perubahan suhu (T_o sebagai *input*), yang mana mudah dan murah digunakan di *thermostat* atau penggunaan peringatan suhu (membeku atau mendidih). Pada SMBus, fitur ini dapat berfungsi sebagai interupsi pada prosesor yang dapat memicu pembacaan semua *slave* pada bus dan menentukan kondisi sebenarnya.

Secara normal, sensor MLX90614 dapat mengindera objek dengan emisivitas bernilai 1. Walaupun begitu, sensor ini bisa dikalibrasi dengan mudah untuk mengindera objek dengan emisivitas bernilai 0,1 hingga 1. MLX90614 bisa menggunakan 2 alternatif sumber tegangan yaitu 5V atau baterai 3V. Posisi pin dapat dilihat pada gambar 2.10 dan deskripsinya pada tabel 2.5.¹²

¹² _____, *MLX90614-Datasheet-Melexis*, Melexis, Revisi 13, September 2019, Hal. 3.



Gambar 2.10 Pin Sensor MLX90614

(Sumber : Datasheet MLX90614)

Tabel 2.5 Fungsi Pin pada Sensor MLX90614

Pin	Fungsi
VSS	<i>Ground</i>
SCL / Vz	<i>Input clock serial</i> untuk protokol 2 komunikasi kabel
SDA / PWM	Digital <i>input</i> atau <i>output</i>
VDD	Sumber Tegangan Eksternal

2.6 *Liquid Crystal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk layar sederhana. LCD yang didukung oleh ArduinoBlock adalah LCD teks, yang hanya digunakan untuk menampilkan teks. Dalam hal ini, LCD untuk jenis parallel berukuran 16 x 2 karakter, dan untuk jenis I2C berupa 20 x 4 karakter. Angka 2 atau 4 menyatakan jumlah baris. Angka 2 atau 4 menyatakan jumlah baris.



Gambar 2.11 LCD I2C

(Sumber : Pemrograman Arduino Menggunakan Ardublock)

Seperti terlihat pada gambar 2.11, LCD memiliki 4 pin, adapun cara menghubungkan pin ini dengan arduino adalah sebagai berikut :

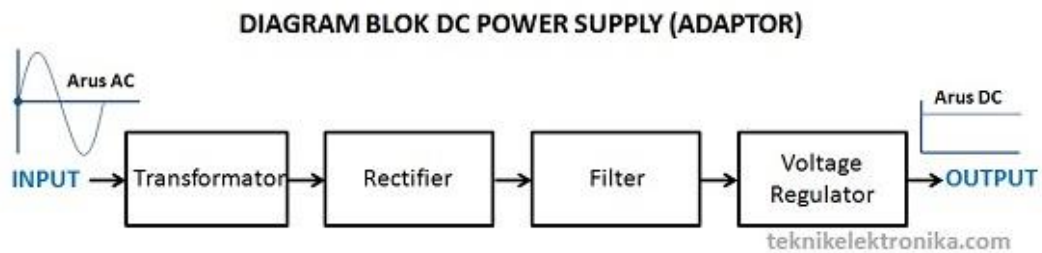
- a. Pin SDA dihubungkan ke pin analog A4 milik Arduino;
- b. Pin SCL duhubungkan ke pin analog A5 milik Arduino;
- c. Pin VCC dihubungkan ke pin 5V milik Arduino;
- d. Pin GND dihubungkan ke salah satu pin GND milik Arduino.³

2.7 Catu Daya

Catu daya (*Power Supply*) adalah sebuah perangkat yang memasok energi listrik untuk satu atau lebih beban listrik. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik misalnya pada baterai atau accu. Pada dasarnya catu daya ini mempunyai rangkaian yang terdiri dari trafo, penyearah, dan penghalus tegangan. Istilah ini paling sering diterapkan ke perangkat yang mengubah satu bentuk energi listrik yang lain, meskipun juga dapat merujuk ke perangkat yang mengkonversi bentuk energi lain misalnya mekanik, kimia atau solar menjadi energi listrik. Dalam pembuatan rangkaian catu daya selain menggunakan komponen utama juga diperlukan komponen pendukung agar rangkaian berfungsi dengan baik. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC.

³ Abdul Kadir, *Pemrograman Arduino Menggunakan Ardublock*. (Yogyakarta: ANDI, 2017) hal.110-111.

Sumber DC yang disearahkan dari sumber AC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang dibentuk dari dioda dan pada sumber AC tegangan berayun sewaktu-waktu pada kutub positif atau sewaktu-waktu pada kutub negatif saja.⁹



Gambar 2.11 Blok Diagram Catu Daya DC

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>)

Input Sumber memiliki tegangan 220 VAC sehingga digunakanlah sebuah transformator step down dengan rasio lilitan yang sesuai untuk mengkonversi tegangan ini menjadi tegangan rendah. Output AC dari sisi sekunder transformator kemudian disearahkan menggunakan dioda penyearah untuk menghasilkan output yang masih kasar (DC berdenyut). Output ini kemudian dihaluskan dan difilter sebelum sebuah rangkaian yang akan mengatur (atau menstabilkan) tegangan outputnya ini tetap berada dalam keadaan yang relatif konstan walaupun terdapan fluktuasi baik pada arus beban maupun pada tegangan input sumber.

⁹ Ely P. Sitohang, *Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 855*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer. Vol. 7 No. 2, 2018, hal.135.