

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu menjadi dasar acuan, referensi, tambahan kajian bagi penulis dalam penulisan dan pengembangan penelitian yang saat ini sedang dikerjakan.

- 2.1.1** Penelitian oleh Farah Dila Faza dkk. (2023) mengembangkan *smart box* penerima paket berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan website dan notifikasi Telegram. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatasi permasalahan ketika penerima paket tidak berada di rumah. Sistem dirancang agar secara otomatis menerima paket, mengirim notifikasi ke Telegram, dan memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui website. Perangkat menggunakan ESP32-CAM dan ESP8266 sebagai modul utama, serta dilengkapi dengan sensor magnetik, keypad, dan solenoid untuk mendukung fungsionalitas sistem. Website dibuat menggunakan PHP dan MySQL untuk pengelolaan data. Penelitian ini menunjukkan solusi efektif dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan penerimaan paket secara otomatis berbasis IoT.
- 2.1.2** Dewanti (2024) merancang *prototype smart package dropbox* berbasis IoT menggunakan ESP32, yang dilengkapi dengan barcode scanner GM67, sensor ultrasonik HC-SR04, dan motor servo otomatis. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan dalam penerimaan paket, terutama di tengah maraknya e-commerce. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan perangkat melalui aplikasi Android yang dikembangkan dengan MIT App Inventor, sementara data paket dicatat secara real-time ke dalam *Firebase*. Hasil pengujian menunjukkan performa yang stabil, dengan delay notifikasi rata-rata sekitar 3,3 detik dan akurasi tinggi pada sensor dan pemindai. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dan barcode scanner

efektif dalam meningkatkan efisiensi proses logistik pada tingkat pengguna rumah tangga.

- 2.1.3** Gammanuha et al. (2024) mengembangkan smart box penerima paket berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan ESP32-CAM dan sensor sidik jari AS608 untuk meningkatkan keamanan dalam proses penerimaan paket. Sistem memungkinkan verifikasi identitas penerima paket melalui pemindaian sidik jari, sementara kamera ESP32-CAM digunakan untuk mengambil gambar paket yang kemudian dikirimkan ke aplikasi Telegram secara real-time melalui koneksi Wi-Fi. Pengujian menunjukkan bahwa foto resi paket paling jelas diperoleh pada jarak 20 cm, sedangkan sensor AS608 menunjukkan akurasi tinggi hingga 96,55% dalam 30 kali pengujian. Sistem juga mencatat waktu komputasi rata-rata sekitar 1829,8 ms untuk pemrosesan utama dan 391,97 ms untuk pemrosesan sidik jari. Penelitian ini menawarkan solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan proses pengiriman dan penerimaan paket secara otomatis di era e-commerce.
- 2.1.4** Yusuf Fauzan (2020) melakukan penelitian berjudul “Kotak Penerima Paket Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP32-CAM” yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan ketika penerima tidak berada di rumah saat paket dikirimkan. Sistem ini menggunakan modul ESP32-CAM untuk menghubungkan perangkat ke aplikasi Telegram, sehingga dapat mengirim foto dan notifikasi secara otomatis kepada pengguna. Sistem juga dilengkapi motor servo untuk membuka dan menutup kotak paket secara otomatis berdasarkan perintah yang dikirim melalui Telegram. Penelitian menggunakan metode prototyping dan menunjukkan hasil konektivitas jaringan stabil dalam jarak 5–30 meter, dengan waktu koneksi 182–220 ms serta tingkat keberhasilan fungsi alat sebesar 100%.
- 2.1.5** Muhammad Yusuf et al. (2023) mengembangkan sistem *Smart Parking* berbasis IoT menggunakan ESP32 dan Arduino Mega dengan ESP8266

terintegrasi. Penelitian ini bertujuan mengatasi keterbatasan lahan parkir dengan memanfaatkan teknologi IoT untuk monitoring slot parkir secara real-time. Sistem dilengkapi fitur login, manajemen pengguna, serta pencatatan dan pencetakan transaksi parkir. Metode pengembangan menggunakan pendekatan IoT untuk perangkat keras dan *waterfall* untuk sistem website. Hasil pengujian *black box* menunjukkan bahwa semua fitur utama, termasuk integrasi antara perangkat IoT dan sistem web, berfungsi dengan baik.

- 2.1.6** Minarwati (2023) melakukan penelitian berjudul “Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis IoT Menggunakan ESP32” yang bertujuan mengatasi permasalahan penumpukan sampah akibat keterlambatan dalam pemantauan kondisi tempat sampah. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor untuk mendeteksi volume sampah secara otomatis, yang datanya kemudian dikirim ke aplikasi Blynk di smartphone. Dengan teknologi IoT, pengguna dapat memantau status tempat sampah dari jarak jauh dan mengetahui apakah kondisi tempat sampah sudah penuh atau masih kosong.
- 2.1.7** penerapan Putri Kurnia Wati et al. (2024) mengembangkan dan mengevaluasi sistem manajemen surat berbasis barcode di Biro Administrasi Pembangunan Setda Aceh. Penerapan teknologi barcode ini terbukti meningkatkan efisiensi dan keamanan administrasi, dengan peningkatan jumlah surat yang diproses harian sebesar 30%, penurunan kesalahan pengarsipan dari 5% menjadi <1%, dan pemangkasan waktu persetujuan dokumen dari 48 jam menjadi kurang dari 24 jam. Survei pengguna menunjukkan 85% merasa sistem mempercepat pekerjaan dan 90% merasa lebih aman berkat fitur autentikasi dan pelacakan.
- 2.1.8** Afwatul Jazilah et al. (2024) mengimplementasikan sistem keamanan pada kotak penerima paket berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, barcode scanner GM65, dan pengendali pintu otomatis. Sistem ini memungkinkan pemilik paket untuk memasukkan nomor resi melalui aplikasi Telegram, memicu pembukaan pintu box

secara otomatis ketika barcode discan. Notifikasi pengiriman sukses dikirim ke pengguna. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengenali barcode dari berbagai sudut kemiringan dan jarak optimal 6–25 cm dengan kecepatan rata-rata scan 1,025 detik.

- 2.1.9** Rasyid (2018) merancang sistem lengan robot pemilah paket otomatis berbasis teknologi RFID untuk meningkatkan efisiensi di dunia ekspedisi yang berkembang pesat akibat tren perdagangan elektronik. Sistem ini bertujuan mengotomatiskan proses pemilahan paket berdasarkan data dari tag RFID yang menempel pada paket. Dalam pengujian sebanyak 96 kali, sistem mencapai tingkat keberhasilan sebesar 62,5%, dengan performa dipengaruhi oleh ukuran dan berat paket (maksimal 55 gram, ukuran hingga 15x18 cm). Penelitian ini relevan dengan topik pemilahan paket berbasis barcode karena sama-sama bertujuan mengotomatiskan distribusi barang di sistem logistik. Meski menggunakan teknologi berbeda (RFID vs. Barcode), keduanya fokus pada efisiensi proses identifikasi dan pengelolaan data logistik.
- 2.1.10** penerapan Putri Kurnia Wati et al. (2024) mengembangkan dan mengevaluasi sistem manajemen surat berbasis barcode di Biro Administrasi Pembangunan Setda Aceh. Penerapan teknologi barcode ini terbukti meningkatkan efisiensi dan keamanan administrasi, dengan peningkatan jumlah surat yang diproses harian sebesar 30%, penurunan kesalahan pengarsipan dari 5% menjadi <1%, dan pemangkasan waktu persetujuan dokumen dari 48 jam menjadi kurang dari 24 jam. Survei pengguna menunjukkan 85% merasa sistem mempercepat pekerjaan dan 90% merasa lebih aman berkat fitur autentikasi dan pelacakan.

2.2 Landasan Teori

Sistem Pemilah Barang Paket Ekspedisi adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengelompokkan atau menyortir barang-barang yang akan dikirim melalui jasa ekspedisi berdasarkan kriteria tertentu, seperti tujuan pengiriman, jenis barang, ukuran, atau prioritas pengiriman. Proses pemilahan

ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan pengiriman barang sehingga dapat meminimalisir kesalahan dan memastikan barang sampai pada tujuan dengan tepat waktu. Barcode adalah representasi grafis dari data yang dapat dibaca secara optik menggunakan alat pemindai khusus yang disebut qrcode scanner. Qrcode berfungsi untuk mengidentifikasi dan menyimpan data informasi tertentu tentang produk atau objek yang diberi label barcode tersebut. Qrcode sering digunakan untuk keperluan pengelolaan inventaris, pelacakan barang, dan transaksi penjualan. Qrcode sendiri memiliki 2 macam jenis yaitu : 1D Qrcode / Linear Qrcode (Qrcode jenis ini menggunakan garis-garis vertikal dengan lebar dan jarak yang berbeda untuk merepresentasikan data yang umumnya terdiri dari garis hitam dan putih), dan 2D Qrcode / *Matrix Qrcode* (Qrcode jenis ini lebih kompleks dan dapat menyimpan lebih banyak data dengan menggunakan pola dua dimensi, termasuk teks, angka, dan informasi lain. Qrcode ini dapat berbentuk kotak seperti QR code atau pola berbentuk lainnya).

Alat ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya yang merupakan sebuah mikrokontroler yang telah didukung oleh konektifitas Wi-Fi dan *Bluetooth* (baik *Bluetooth Classic* maupun BLE – *Bluetooth Low Energy*) didalam perangkatnya. Modul ini adalah salah satu media dari *Internet of Things* (IoT), mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung internet. Konteks ini, memungkinkan untuk melakukan kendali dari jarak jauh. Sistem pemilah barang berbasis barcode ini merupakan sebuah alat yang terdiri dari sebuah roda konveyor berjalan yang dilengkapi dengan sensor barcode scanner yang dimana sensor ini akan memilah dan mengelompokkan barang sesuai dengan barcode dari alamat tujuan pengiriman. Alat ini terintegrasi dengan google spreadsheet untuk pendataan barang yang telah dipilah sesuai dengan alamat tujuan pengiriman secara *Real Time*.

2.3 Modul ESP32 Wroom - 32

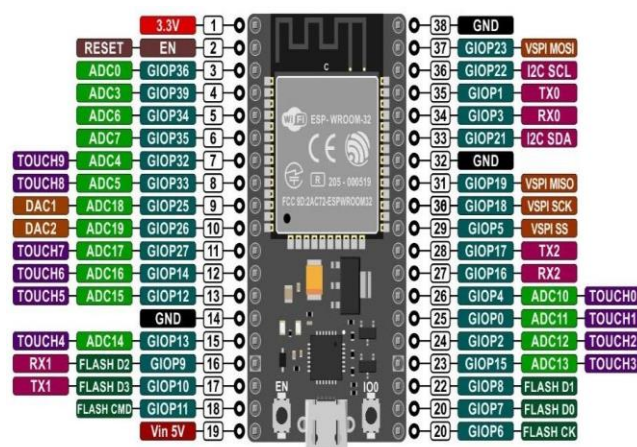
ESP32 Wroom merupakan *board mikrokontroler* yang memiliki Total 38 pin dimana hanya 30 pin yang dapat diakses oleh pengguna dan dapat

digunakan untuk berbagai tujuan seperti komunikasi, ADC, DAC, PWM, dan lainnya. ESP32 Wroom ini menampilkan jumlah pin yang lebih banyak jika dibandingkan dengan board Arduino UNO atau ESP8266 selain itu ESP32 Wroom ini dilengkapi dengan fitur konektifitas Wi-Fi dan Bluetooth (baik *Bluetooth Classic* maupun BLE – *Bluetooth Low Energy*) didalam perangkatnya. Modul ESP32 ini, yang nantinya akan digunakan sebagai pengendali utama dari system pemilah barang berbasis barcode.

ESP32 memiliki periferan sebagai berikut:

1. 18 kanal ADC (*Analog-to- Digital Converter*)
2. 3 antarmuka SPI
3. 3 antarmuka UART
4. 2 antarmuka I2C
5. 16 kanal output PWM
6. 2 kanal DAC (*Digital to Analog Converter*)
7. 2 antarmuka I2S
8. 10 GPIO sensor kapasitif

Fitur ADC (*analog to digital Converter*) dan DAC (*Digital To Analog Converter*) spesifik dapat digunakan hanya pada pin -pin tertentu saja. Sedangkan fitur UART, I2C, SPI, PWM dapat diaktifkan secara *programmatically*. Berikut adalah diagram pin – pin pada *development Board* ESP32.



Gambar 2. 1ESP32 Wroom – 32

(Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>)

Meskipun begitu, tidak semua pin dengan fitur tertentu pada ESP32 cocok digunakan untuk semua keperluan di dalam project. Tabel berikut menunjukkan pin – pin yang paling baik digunakan sebagai input, output dan beberapa catatan yang perlu diperhatikan saat menentukan pin mana yang digunakan. Pin yang diberi *highlight* hijau, bisa digunakan di dalam project. Sedangkan pin dengan *highlight* kuning bisa digunakan namun dengan catatan yang perlu diperhatikan, karena terdapat perilaku yang tak terduga terutama saat proses boot. Pin dengan *highlight* merah tidak direkomendasikan sebagai input ataupun output.

GPIO	Input	Output	Catatan
0	pulled up	OK	output sinyal PWM saat boot
1	TX pin	OK	output debug saat boot
2	OK	OK	Terhubung ke LED on board
3	OK	TX pin	HIGH saat boot
4	OK	OK	
5	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
6	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
7	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
8	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
9	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
10	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
11	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
12	OK	OK	boot gagal ketika mendapatkan input high
13	OK	OK	
14	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
15	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
16	OK	OK	
17	OK	OK	
18	OK	OK	
19	OK	OK	
20	OK	OK	
21	OK	OK	
22	OK	OK	
23	OK	OK	
24	OK	OK	
25	OK	OK	
26	OK	OK	
27	OK	OK	
28	OK	OK	
29	OK	OK	
30	OK	OK	
31	OK	OK	
32	OK	OK	
33	OK	OK	
34	OK	OK	
35	OK	OK	
36	OK		Hanya input
37	OK		Hanya input
38	OK		Hanya input
39	OK		Hanya input

Gambar 2. 2pin – pin input, output ESP32 Wroom – 32

(Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>)

1. Pin Input

GPIO 34 hingga 39 hanyalah dipergunakan sebagai input. Pin – pin tersebut tidak memiliki *pull up internal* atau resistor pull down. Berikut adalah pin – pin tersebut :

1. GPIO 34
2. GPIO 35
3. GPIO 36
4. GPIO 39

2. SPI flash

GPIO 6 hingga GPIO 11 dapat diakses oleh beberapa *development board* ESP32. Namun pin – pin tersebut terhubung kepada SPI Flash yang terintegrasi dengan ESP-WROOM-32 sehingga tidak direkomendasikan digunakan untuk keperluan lain. Berikut adalah pin – pin tersebut :

1. GPIO 6 (SCK/CLK)
2. GPIO 7 (SDO/SD0)
3. GPIO 8 (SDI/SD1)
4. GPIO 9 (SHD/SD2)
5. GPIO 10 (SWP/SD3)
6. GPIO 11 (CSC/CMD)

3. Capacitive touch GPIO

ESP32 memiliki 10 sensor sentuh kapasitif yang dapat mengindera benda apapun yang menyimpan muatan listrik seperti kulit manusia. Sehingga pin – pin tersebut dapat mendeteksi variasi induksi ketika GPIO disentuh dengan jari. Pin ini dapat dengan mudah diintegrasikan dengan bantalan kapasitif dan menggantikan tombol mekanik.

Berikut adalah sensor internal sentuh yang terhubung dengan GPIO

1. T0 (GPIO 4)
2. T1 (GPIO 0)
3. T2 (GPIO 2)
4. T3 (GPIO 15)
5. T4 (GPIO 13)
6. T5 (GPIO 12)
7. T6 (GPIO 14)

8. T7 (GPIO 27)

9. T8 (GPIO 33)

10. T9 (GPIO 32)

4. Analog to Digital Converter (ADC)

ESP32 memiliki 18 kanal masukan ADC 12 bit, sedangkan ESP8266 hanya 1 kanal ADC 10 bit. Berikut adalah GPIO yang dapat dipergunakan sebagai ADC berikut dengan kanalnya.

1. ADC1_CH0 (GPIO 36)

2. ADC1_CH1 (GPIO 37)

3. ADC1_CH2 (GPIO 38)

4. ADC1_CH3 (GPIO 39)

5. ADC1_CH4 (GPIO 32)

6. ADC1_CH5 (GPIO 33)

7. ADC1_CH6 (GPIO 34)

8. ADC1_CH7 (GPIO 35)

9. ADC2_CH0 (GPIO 4)

10. ADC2_CH1 (GPIO 0)

11. ADC2_CH2 (GPIO 2)

12. ADC2_CH3 (GPIO 15)

13. ADC2_CH4 (GPIO 13)

14. ADC2_CH5 (GPIO 12)

15. ADC2_CH6 (GPIO 14)

16. ADC2_CH7 (GPIO 27)

17. ADC2_CH8 (GPIO 25)

18. ADC2_CH9 (GPIO 26)

5. Digital to Analog Converter (DAC)

Ada 2 kanal DAC 8 bit pada ESP32 yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital ke keluaran tegangan analog. Berikut adalah GPIO dan kanal tersebut:

1. DAC1 (GPIO25)

2. DAC2 (GPIO26)

6. GPIO Real Time Clock

ESP32 juga dilengkapi dengan GPIO yang diarahkan ke RTC subsistem rendah daya yang dapat digunakan ketika ESP32 dalam kondisi *deep sleep*. GPIO RTC ini dapat digunakan untuk membangunkan ESP32 dari kondisi deep sleep ketika co-prosesor ULP (*Ultra Low Power*) sedang berjalan. Berikut adalah GPIO yang dapat digunakan sebagai *external wake up source*:

1. RTC_GPIO0 (GPIO36)
2. RTC_GPIO3 (GPIO39)
3. RTC_GPIO4 (GPIO34)
4. RTC_GPIO5 (GPIO35)
5. RTC_GPIO6 (GPIO25)
6. RTC_GPIO7 (GPIO26)
7. RTC_GPIO8 (GPIO33)
8. RTC_GPIO9 (GPIO32)
9. RTC_GPIO10 (GPIO4)
10. RTC_GPIO11 (GPIO0)
11. RTC_GPIO12 (GPIO2)
12. RTC_GPIO13 (GPIO15)
13. RTC_GPIO14 (GPIO13)
14. RTC_GPIO15 (GPIO12)
15. RTC_GPIO16 (GPIO14)
16. RTC_GPIO17 (GPIO27)

7. PWM (*Pulse Width Modulation*)

ESP32 memiliki 16 kanal PWM independen yang dapat dikonfigurasi untuk menghasilkan sinyal PWM dengan pengaturan yang berbeda – beda. Semua pin yang dapat menjadi keluaran dapat dipergunakan sebagai pin PWM (kecuali GPIO 34 hingga 39) Untuk mengatur sinyal PWM, perlu ditentukan terlebih dahulu parameter – parameter berikut pada program:

1. Frekuensi gelombang
2. Duty cycle
3. Kanal PWM
4. GPIO mana yang dipergunakan sebagai keluaran gelombang.

8. I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

Jika pembaca memprogram ESP32 menggunakan Arduino IDE, ada dua pin *default* yang mendukung I2C dan didukung oleh pustaka Wire, yaitu

1. GPIO 21 (SDA)
2. GPIO 22 (SCL)

9. SPI (Serial Peripheral Interface)

Secara *default*, *mapping* pin untuk SPI di ESP 32 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Pin SPI di ESP32 Wroom – 32

SPI	MOSI	MISO	CLK	CS
VSPI	GPIO 23	GPIO 19	GPIO 18	GPIO 5
HSPI	GPIO 13	GPIO 12	GPIO 14	GPIO 15

Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>

10. Interrupts

Semua GPIO pada ESP32 dapat diatur sebagai *Interrupt*.

11. Strapping Pins

ESP32 memiliki 6 pin *strapping* sebagai berikut

1. GPIO 0
2. GPIO 2
3. GPIO 4
4. GPIO 5
5. GPIO 12
6. GPIO 15

Pin – pin tersebut digunakan oleh ESP32 saat mode *flashing* atau *bootloader*. Pada sebagian besar board development yang memiliki USB/Serial built-in. kondisi state pin ini tidak perlu dikuatirkan. Karena board yang akan mengaturnya ke kondisi yang sesuai saat mode *flashing* atau *boot*.

Meskipun begitu, jika terdapat periferal yang terhubung dengan ke-6 pin tersebut. Ada kemungkinan, proses *flashing* akan mengalami masalah. Penyebabnya bisa jadi karena periferal yang terhubung dengan pin – pin tersebut mencegah ESP32 masuk ke mode *flashing* atau *boot*.

12. Pin berada pada kondisi HIGH saat Boot

Beberapa GPIO berubah kondisi *statenya* menjadi HIGH atau keluaran sinyal PWM saat boot atau reset. Ini berarti, akan terdapat keluaran yang tak terduga saat pin – pin GPIO berikut berada pada kondisi reset atau boot.

1. GPIO 1
2. GPIO 3
3. GPIO 5
4. GPIO 6 s/d GPIO 11 (terhubung dengan ESP32 yang terintegrasi dengan memori flash SPI – tidak direkomendasikan untuk digunakan).
5. GPIO 14
6. GPIO 15

13. Enable (EN)

Pin Enable (EN) adalah pin enable regulator 3.3V yang di-pullup dengan resistor sehingga mengetanahkan pin tersebut (menghubungkan ke ground), akan mendisable regulator 3.3V. Sehingga pin ini dapat dihubungkan dengan *push button* misalnya, guna merestart ESP32.

14. Arus Yang Dapat Ditarik Pada GPIO

Arus maksimal yang dapat ditarik oleh periferal di tiap GPIO adalah 12mA, sebagaimana tertulis pada *datasheet*

Tabel 2. 1 Datasheet arus GPIO ESP32 Wroom-32

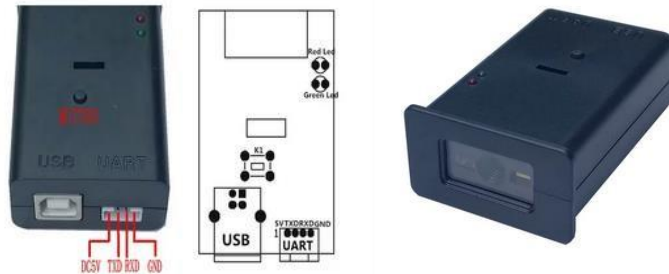
<i>Parameter</i>	<i>Symbol</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Unit</i>
<i>Input low voltage</i>	<i>VIL</i>	-0.3	$0.25 \times VIO$	<i>V</i>
<i>Input high voltage</i>	<i>VIH</i>	$0.75 \times VIO$	3.3	<i>V</i>
<i>Input leakage current</i>	<i>I_{IA}</i>	–	50	<i>nA</i>
<i>Output low voltage</i>	<i>VOL</i>	–	$0.1 \times VIO$	<i>V</i>
<i>Output high voltage</i>	<i>VOH</i>	$0.8 \times VIO$	–	<i>V</i>
<i>Input pin capacitance</i>	<i>C_{pad}</i>	–	2	<i>pF</i>
<i>VDDIO</i>	<i>VIO</i>	1.8	3.3	<i>V</i>
<i>Maximum drive capability</i>	<i>I_{MAX}</i>	–	12	<i>mA</i>
<i>Storage temperature range</i>	<i>TSTR</i>	-40	150	<i>°C</i>

(Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>)

2.4 Sensor GM66 Barcode Scanner

Sensor GM66 dalam konteks barcode scanner adalah sensor optik yang digunakan untuk mendeteksi dan membaca pola garis-garis pada barcode. Sensor ini mengandalkan cahaya untuk memindai pola yang ada pada barcode dan mengonversinya menjadi data digital yang bisa diproses oleh sistem komputer atau perangkat lainnya. Sensor ini sering dipasangkan dengan teknologi pemrosesan sinyal untuk membaca dan mengenali barcode 1D atau

2D, seperti QR code.



Gambar 2. 3 Sensor GM66 Barcode Scanner

(Sumber : https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2306050117/13117074_4_222117.pdf)

Sensor GM66 pada umumnya beroperasi menggunakan antarmuka yang memungkinkan komunikasi dengan perangkat seperti mikrokontroler, komputer, atau sistem POS (Point of Sale). Konfigurasi pin pada sensor ini biasanya seperti berikut:

1. VCC (Pin 1): Pin untuk memberikan suplai tegangan (biasanya 5V atau 3.3V) ke sensor barcode.
2. GND (Pin 2): Pin ground untuk sambungan ke sistem ground perangkat lainnya.
3. TX (Pin 3): Pin output data serial (biasanya menggunakan protokol UART atau RS-232) yang mengirimkan hasil pemindaian barcode ke perangkat lain (misalnya mikrokontroler atau komputer).
4. RX (Pin 4): Pin input untuk menerima sinyal data atau perintah dari perangkat lain. Pada beberapa sensor, RX digunakan untuk mengkonfigurasi atau mengontrol pengoperasian scanner.
5. DATA (Pin 5): Beberapa sensor juga menyediakan pin ini untuk mentransfer data barcode dalam bentuk format digital ke perangkat host.
6. Trigger/Output (Pin 6): Pin ini dapat digunakan untuk mengaktifkan pemindaian atau menyalakan lampu pemindai. Ini bisa berupa sinyal input yang digunakan untuk memicu pemindaian qrcode.

2.5 Motor DC N20 Gearbox Micro Metal 12V

Motor DC N20 Gearbox Micro Metal 12V adalah salah satu jenis motor listrik berukuran kecil yang dirancang khusus untuk aplikasi dengan kebutuhan ruang yang terbatas namun tetap memerlukan torsi yang tinggi dan kecepatan putar yang terkendali. Motor ini sangat populer di kalangan pengembang proyek robotika, otomasi, dan perangkat mekanik miniatur karena kemampuannya menghasilkan daya putar yang relatif kuat untuk ukurannya yang mungil. Motor N20 ini dikombinasikan dengan gearbox metal, biasanya berbahan logam presisi tinggi yang berfungsi sebagai pengurang kecepatan dan sekaligus pengganda torsi. Gearbox ini mengubah kecepatan putar motor yang tinggi menjadi putaran yang lebih rendah namun dengan tenaga (torsi) yang lebih besar. Hal ini sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan gerakan lambat namun kuat, seperti mendorong beban, menggerakkan lengan robot, atau memutar poros mekanik dalam sistem konveyor mini.

Pada tegangan suplai 12V DC, motor ini mampu menghasilkan kecepatan sekitar 200 RPM (rotasi per menit) yang tergolong lambat dibandingkan motor DC standar. Namun yang menjadi keunggulan utamanya adalah torsi maksimalnya (stall torque) yang bisa mencapai hingga 16 kg.cm, suatu nilai yang sangat signifikan untuk motor dengan ukuran mikro. Stall torque adalah torsi maksimum yang bisa dihasilkan motor saat poros tidak berputar (tersumbat), dan menunjukkan kekuatan maksimum motor dalam kondisi beban puncak. Dalam operasi normal, motor ini mampu memberikan torsi kerja sekitar 2 kg.cm, yang ideal untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan dorong atau tarik sedang tanpa membebani motor secara berlebihan. Gearbox yang digunakan dalam motor ini juga memiliki rasio reduksi tertentu, seperti 30:1, 50:1, hingga 298:1, yang memungkinkan pengguna memilih kecepatan dan torsi sesuai kebutuhan aplikasinya. Motor N20 umumnya memiliki konsumsi arus yang rendah, membuatnya kompatibel untuk dikendalikan langsung melalui mikrokontroler seperti ESP32 atau

Arduino, khususnya jika dikombinasikan dengan driver motor seperti L298N, L9110, atau DRV8833. Motor ini juga mendukung kendali kecepatan (PWM control), sehingga pengguna bisa mengatur kecepatan putarnya secara fleksibel melalui sinyal logika digital. Dalam sistem pemilah barang otomatis, motor ini sangat cocok digunakan sebagai penggerak konveyor kecil atau sebagai aktuator mekanisme dorong, di mana dibutuhkan kekuatan torsi untuk memindahkan barang namun tetap dengan kecepatan yang bisa dikontrol. Ukurannya yang kecil memudahkan integrasi ke dalam sistem tanpa memakan ruang yang besar. Selain itu, motor ini juga dikenal tahan lama karena menggunakan komponen logam di gearbox-nya, berbeda dengan motor plastik yang cenderung aus lebih cepat. Daya tahan ini membuatnya bisa diandalkan dalam sistem kerja berulang yang membutuhkan stabilitas mekanik. Secara keseluruhan, Motor DC N20 Gearbox 12V adalah solusi ideal untuk berbagai proyek skala kecil hingga menengah yang membutuhkan kombinasi antara efisiensi ruang, pengendalian kecepatan, dan kemampuan menghasilkan torsi besar dalam kecepatan rendah. Karakteristik ini menjadikannya sangat relevan dalam pengembangan sistem robotika, kendaraan mini, sistem penggerak otomatis, hingga mesin sortir dan alat bantu industri berukuran kecil.

Tabel 2. 2 Torsi motor dc N20

Supply Voltage	RPM
3V	50
6V	100
12V	200

(Sumber : <https://www.tastronik.com/2020/05/micro-gear-motor-dc-n20.html>)



Gambar 2. 4 Motor DC N20 Gearbox

(Sumber : <https://www.tastronik.com/2020/05/micro-gear-motor-dc-n20.html>)

2.6 Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu komponen aktuator paling krusial dalam sistem kendali presisi, terutama dalam bidang robotika, otomasi industri, sistem kendali tertutup, dan berbagai aplikasi yang memerlukan pengendalian posisi, kecepatan, dan percepatan secara akurat. Motor ini secara fundamental dirancang untuk memberikan gerakan rotasi terbatas (biasanya 0 hingga 180 derajat, atau pada beberapa tipe bisa mencapai 270 bahkan 360 derajat) dengan presisi tinggi melalui pengendalian sinyal yang terstruktur dan konsisten. Berbeda dengan motor DC konvensional yang beroperasi secara terus-menerus selama mendapatkan suplai daya, motor servo justru bekerja berdasarkan sinyal kontrol berbasis pulsa yang menentukan posisi sudut porosnya.

Dalam operasionalnya, motor servo terdiri dari tiga komponen utama: sistem kontrol, sistem elektronik, dan sistem mekanis. Ketiga sistem ini bekerja secara sinergis untuk menciptakan respon gerak yang akurat terhadap sinyal input. Sistem kontrol merupakan bagian otak dari motor servo, yang bertanggung jawab atas interpretasi sinyal kendali yang dikirimkan dari mikrokontroler, seperti Arduino, ESP32, atau sistem kendali lainnya. Sinyal kontrol yang dimaksud umumnya berbentuk sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*), yaitu pulsa digital yang lebar pulsa-nya mengindikasikan sudut posisi yang diinginkan. Misalnya, dalam standar sinyal PWM 50 Hz, pulsa dengan lebar 1 ms menunjukkan posisi 0°, 1,5 ms untuk 90°, dan 2 ms untuk

180°. Sistem kontrol akan membandingkan sinyal PWM ini dengan posisi aktual dari poros motor (yang diperoleh dari sensor umpan balik), kemudian menginstruksikan bagian penggerak untuk menyesuaikan posisinya hingga kesalahan (error) antara posisi aktual dan target menjadi nol atau mendekati nol.

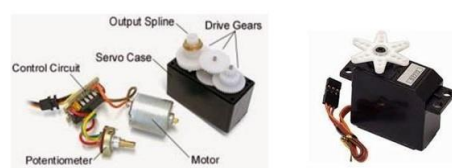
Komponen elektronik dalam motor servo berfungsi sebagai antarmuka antara sistem kontrol dan bagian penggerak. Komponen ini terdiri dari rangkaian penguat (amplifier), driver motor, dan sirkuit pemrosesan sinyal. Rangkaian ini menerima sinyal kontrol berupa PWM dan mengkonversinya menjadi arus listrik yang sesuai untuk mengaktifkan motor DC di dalam servo. Driver ini juga bertanggung jawab mengatur arah putaran, kecepatan, serta torsi berdasarkan kebutuhan sistem dan kondisi beban. Dalam sistem yang lebih kompleks, bagian elektronik juga bisa dilengkapi dengan mikrokontroler tertanam (*embedded MCU*) yang memungkinkan motor servo memiliki kemampuan untuk mengatur profil gerak secara dinamis, memfilter sinyal gangguan, serta melakukan self-calibration untuk meningkatkan akurasi dan keandalan kerja.

Bagian mekanis dalam motor servo mencakup motor DC kecil, serangkaian roda gigi (gear train), dan potensiometer yang terhubung ke poros keluaran. Roda gigi ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan putaran motor dan sekaligus meningkatkan torsi, sehingga motor servo dapat mengangkat atau memutar beban dengan kekuatan yang memadai. Potensiometer yang terhubung langsung ke poros keluaran berfungsi sebagai sensor posisi (feedback), yang memberikan sinyal analog kepada sistem kontrol internal mengenai sudut saat ini dari poros motor. Proses pengendalian posisi motor servo bersifat tertutup (closed-loop system), artinya sistem secara terus-menerus memantau posisi aktual poros dan membandingkannya dengan posisi yang diinginkan. Jika terdapat selisih (error), maka sistem akan mengatur ulang gerakan motor sampai posisi aktual dan posisi target sesuai. Proses ini berlangsung sangat cepat, sehingga dari sisi pengguna, motor tampak seperti segera bergerak ke posisi yang

ditentukan.

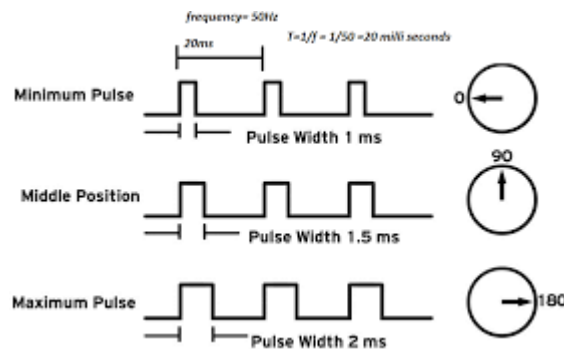
Motor servo memiliki karakteristik kinerja yang stabil dan responsif. Selain itu, kemampuan untuk mempertahankan posisinya ketika berada pada sudut tertentu (*holding torque*) menjadikannya sangat berguna untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan posisi tetap di bawah beban. Tipe-tipe motor servo juga bervariasi, mulai dari servo analog yang bekerja dengan sinyal PWM standar, hingga servo digital yang menawarkan tingkat presisi, kekuatan, dan respon yang lebih tinggi karena frekuensi pembacaan sinyal yang lebih cepat dan kemampuan pemrograman internal.

Dalam implementasi pada sistem pemilah barang otomatis berbasis ESP32, motor servo dapat difungsikan sebagai penggerak mekanisme sortir atau lengan pemilah. Ketika sistem mendeteksi kode barcode tertentu, ESP32 mengirim sinyal PWM ke motor servo untuk memutar tuas atau penutup jalur ke arah tertentu yang telah ditentukan. Setelah mencapai posisi target, servo akan menahan posisi tersebut selama diperlukan sebelum kembali ke posisi awal. Motor servo sangat cocok untuk aplikasi dengan siklus kerja pendek dan pengendalian posisi yang presisi, seperti pada printer 3D, lengan robot, robot line follower, atau alat pemilah barang otomatis. Namun demikian, pengguna juga harus mempertimbangkan keterbatasannya, seperti sudut putar terbatas dan beban maksimum yang relatif kecil dibandingkan motor stepper atau brushless, meskipun beberapa tipe servo high torque dapat menangani beban lebih besar. Secara keseluruhan, motor servo adalah komponen aktuator yang sangat penting dalam sistem kendali presisi karena kesederhanaannya dalam penggunaan, kemudahan integrasi dengan sistem mikrokontroler, serta performanya yang dapat diandalkan untuk berbagai jenis kebutuhan aplikasi kendali posisi.



Gambar 2. 5 Komponen Mekanisme Servo

(Sumber <https://aje.co.id/prinsip-dan-pengertian-kerja-motor-servo/>)



Gambar 2. 6 Lebar Sinyal Pulsa Untuk Mengatur Gerak Servo
 (Sumber <https://aje.co.id/prinsip-dan-pengertian-kerja-motor-servo>)

2.7 Relay 2 Channel

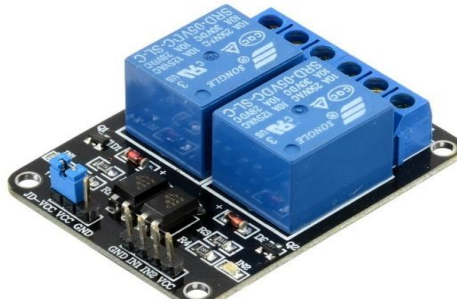
Modul relay 2 channel merupakan salah satu komponen penting dalam sistem otomasi berbasis mikrokontroler karena memungkinkan pengendalian beban listrik berarus tinggi menggunakan sinyal logika bertegangan rendah. Dalam aplikasinya, modul ini sangat berguna karena terdiri dari dua relay elektromagnetik yang terintegrasi dalam satu papan sirkuit, memungkinkan pengontrolan dua perangkat listrik secara independen hanya dengan satu modul. Hal ini membuatnya sangat efisien dan cocok digunakan dalam sistem kendali berbasis mikrokontroler seperti ESP32, Arduino, maupun Raspberry Pi.

Secara prinsip kerja, relay adalah sebuah saklar elektronik yang memanfaatkan induksi elektromagnetik untuk mengubah posisi kontak listriknya. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan dalam relay, kumparan tersebut akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet inilah yang kemudian menarik armature atau tuas logam di dalam relay, sehingga posisi kontaknya berubah dari kondisi *Normally Open* (NO) menjadi tertutup (*Closed*), atau dari kondisi *Normally Closed* (NC) menjadi terbuka (*Open*). Dengan demikian, relay dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik pada rangkaian lain yang secara elektrik terisolasi dari rangkaian kontrol.

Artinya, dengan menggunakan sinyal logika digital dari mikrokontroler yang bertegangan rendah (seperti 3.3V atau 5V), pengguna dapat mengontrol perangkat-perangkat bertegangan tinggi seperti motor DC, pompa air, kipas angin, dan lampu secara aman dan efektif.

Modul *relay* 2 channel memiliki spesifikasi teknis yang mendukung kompatibilitas dan fleksibilitas dalam penggunaannya. Biasanya, modul ini menggunakan tegangan operasi 5V DC dan dapat dipicu oleh sinyal logika 3.3V maupun 5V, menjadikannya kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler. Setiap channel relay mampu menangani arus hingga 10 ampere pada tegangan 250V AC atau 30V DC, sehingga cukup andal untuk berbagai aplikasi listrik rumahan maupun industri. Modul ini juga dilengkapi dengan indikator *LED* yang menunjukkan status *ON* atau *OFF* dari masing-masing relay, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kerja perangkat secara langsung. Beberapa versi modul juga telah dilengkapi dengan optocoupler, yang berfungsi sebagai pemisah optik antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya, sehingga gangguan listrik dari beban seperti induktansi motor atau lonjakan tegangan tidak merusak mikrokontroler.

Dalam pengoperasiannya, ketika pin kendali dari mikrokontroler mengirimkan sinyal logika *LOW* ke input relay (karena sebagian besar modul relay bersifat aktif *LOW*), transistor internal pada modul akan aktif dan mengalirkan arus ke kumparan relay. Hal ini akan menyebabkan relay aktif dan beban terhubung ke sumber tegangan. Sebaliknya, ketika pin kendali mengirimkan sinyal *HIGH*, arus ke kumparan akan terputus dan kontak relay akan kembali ke posisi semula, memutus aliran listrik ke beban. Kedua channel pada modul dapat dioperasikan secara terpisah, sehingga memungkinkan kontrol dua perangkat berbeda dalam satu sistem, hanya dengan menggunakan dua pin output digital dari mikrokontroler.



Gambar 2. 7Lebar Sinyal Pulsa Untuk Mengatur Gerak Servo

(Sumber 5V 2 Channel Relay Module 10A | Buy in Australia | CE05114 | Core Electronics)

Dalam praktiknya, modul relay 2 channel sering digunakan dalam berbagai sistem otomasi, baik skala kecil seperti otomasi rumah (smart home) maupun skala besar dalam industri. Beberapa contoh aplikasinya adalah untuk mengendalikan motor konveyor dalam sistem sortir barang, mengatur sistem pencahayaan otomatis, mengontrol pompa dalam sistem irigasi pintar, atau mengatur arah putaran motor dalam sistem robotik. Keunggulan modul ini terletak pada efisiensinya dalam penggunaan ruang dan biaya, karena dalam satu modul saja sudah dapat mengendalikan dua beban listrik secara terpisah. Selain itu, keberadaan terminal konektor sekrup (screw terminal) dan indikator LED pada setiap channel membuat pengkabelan menjadi lebih praktis dan memudahkan proses instalasi serta pemeliharaan.

Pada proyek pemilah barang ekspedisi berbasis ESP32, modul relay 2 channel dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan motor gearbox DC yang digunakan sebagai penggerak konveyor, serta mengaktifkan atau menonaktifkan komponen lain seperti motor servo atau alat pemilah. Dengan integrasi logika yang tepat, modul ini berperan penting dalam menjalankan proses otomatisasi pemilahan barang secara real-time berdasarkan data yang diperoleh dari pemindaian barcode. Kombinasi antara mikrokontroler cerdas dan pengendalian beban melalui relay memungkinkan sistem bekerja secara cepat, efisien, dan aman di lingkungan operasional gudang atau ekspedisi.

2.8 Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan salah satu jenis sensor elektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa kontak fisik langsung. Sensor ini bekerja dengan memancarkan sinyal (biasanya berupa cahaya inframerah atau medan elektromagnetik) dan mendeteksi pantulan dari sinyal tersebut ketika mengenai suatu objek. Teknologi *proximity* banyak diterapkan dalam berbagai sistem otomatisasi seperti industri manufaktur, robotika, dan sistem logistik, termasuk dalam sistem penyortiran barang seperti yang digunakan dalam penelitian ini.

Secara umum, sensor *proximity* dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan metode deteksinya:

- a) Sensor Induktif: Menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mendeteksi objek logam.
- b) Sensor Kapasitif: Menggunakan perubahan kapasitansi untuk mendeteksi objek logam maupun non-logam.
- c) Sensor Ultrasonik: Menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi.
- d) Sensor Optik atau Fotolistrik: Menggunakan cahaya, biasanya inframerah, seperti pada sensor E18-D80NK.

2.8.1 Sensor E18-D80NK

Sensor E18-D80NK merupakan salah satu jenis sensor *proximity* optik yang menggunakan teknologi inframerah untuk mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya tanpa menyentuh langsung objek tersebut. Sensor ini tergolong dalam kategori *diffuse reflective sensor*, yaitu jenis sensor yang memancarkan cahaya dan kemudian menangkap pantulannya kembali dari objek yang ada di depan sensor.

Prinsip dasar kerja sensor E18-D80NK adalah refleksi cahaya inframerah. Di dalam modul sensor ini terdapat dua komponen utama, yaitu *emitter* (pemancar cahaya) dan *receiver* (penerima cahaya). Saat sensor aktif, *emitter* akan memancarkan cahaya inframerah ke arah depan. Apabila terdapat objek di hadapan sensor dalam jangkauan deteksi, maka cahaya tersebut akan

dipantulkan kembali dan diterima oleh receiver. Jika pantulan cahaya terdeteksi oleh receiver dalam intensitas tertentu, maka sensor akan menghasilkan sinyal digital output, yang umumnya berupa logika LOW (0) sebagai tanda bahwa objek telah terdeteksi. Sensor ini sangat ideal untuk digunakan pada sistem otomasi seperti deteksi keberadaan paket pada konveyor, sistem pintu otomatis, mesin sortir, dan berbagai aplikasi industri lainnya. Beberapa karakteristik teknis penting dari sensor ini antara lain:

1. Jarak Deteksi

Sensor ini mampu mendeteksi objek pada jarak 3 cm hingga 80 cm, tergantung pada warna, bentuk, dan material permukaan objek. Objek dengan permukaan cerah atau mengkilap biasanya lebih mudah dideteksi karena memantulkan lebih banyak cahaya inframerah, dibandingkan dengan permukaan gelap atau buram.

2. Tegangan Operasi

Sensor bekerja pada tegangan 6V hingga 36V DC, sehingga fleksibel untuk digunakan dalam berbagai sistem kelistrikan industri maupun mikrokontroler, meskipun dalam praktiknya tetap diperlukan rangkaian penyesuaian level tegangan jika ingin dihubungkan ke mikrokontroler 3.3V atau 5V seperti ESP32 atau Arduino.

3. Tipe Output

Sensor ini menggunakan output tipe NPN NO (Normally Open). Dalam kondisi normal (tidak ada objek), output sensor dalam keadaan terbuka atau tidak terhubung ke ground. Ketika objek terdeteksi, maka output akan berubah menjadi *LOW*, sehingga arus mengalir ke ground melalui kolektor transistor internal.

4. Frekuensi Respon

Sensor memiliki frekuensi respons kurang dari 500 Hz, yang artinya mampu merespons perubahan keberadaan objek hingga 500 kali per detik. Ini menjadikan sensor cukup responsif untuk aplikasi yang tidak membutuhkan deteksi kecepatan tinggi, seperti pemilahan barang logistik.

5. Jenis Sensor

Tipe sensor ini adalah diffuse reflective, di mana pemancar dan penerima cahaya berada dalam satu modul. Berbeda dengan sensor retro-reflective atau through-beam, tipe ini tidak membutuhkan reflektor tambahan di sisi seberang.

6. Konektor Kabel

Sensor E18-D80NK dilengkapi dengan tiga kabel berwarna standar, yaitu:

1. Coklat (*Brown*): VCC (Tegangan positif)
2. Biru (*Blue*): GND (*Ground*)
3. Hitam (*Black*): Output digital (*LOW* saat objek terdeteksi)

Dalam konteks pemilah barang otomatis berbasis ESP32, sensor ini berperan penting dalam mendeteksi keberadaan paket pada jalur konveyor. Saat objek terdeteksi berada pada posisi yang tepat, maka sistem akan memicu proses berikutnya, seperti membaca barcode atau menggerakkan motor servo untuk mengarahkan barang sesuai tujuan.



Gambar 2. 8 Sensor E18-D80NK

(Sumber https://wiki-seeedstudio-com.translate.goog/Grove-I6-Channel_PWM_Driver-PCA9685/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc)

2.8.2 Prinsip Kerja Sensor E18-D80NK

Sensor E18-D80NK merupakan jenis sensor proximity optik yang bekerja berdasarkan prinsip fotolistrik, tepatnya menggunakan teknik reflektif difus (diffuse reflective). Cara kerja sensor ini melibatkan pemancar cahaya (biasanya

LED inframerah) dan penerima cahaya (*fototransistor*) yang berada dalam satu unit. Ketika sensor diaktifkan, pemancar akan mengirimkan pancaran cahaya inframerah ke arah depan, terus-menerus memantau adanya pantulan dari objek di sekitarnya. Dalam kondisi tanpa objek di depan sensor, cahaya inframerah yang dipancarkan akan menyebar ke lingkungan sekitar dan tidak kembali ke penerima. Karena tidak ada cahaya yang diterima oleh fotodetektor, maka sensor tidak mendeteksi apa pun, dan output digital sensor akan berada dalam keadaan logika *HIGH*. Ini menunjukkan bahwa area deteksi kosong dan tidak ada gangguan pada jalur sensor. Sebaliknya, saat ada objek berada dalam jangkauan deteksi sensor (antara 3 cm hingga 80 cm tergantung jenis permukaan), cahaya inframerah yang dipancarkan akan mengenai permukaan objek tersebut, kemudian dipantulkan kembali ke arah penerima (*receiver*). Begitu cahaya kembali diterima dalam intensitas tertentu, sensor akan mengenali keberadaan objek, dan output digital-nya berubah ke logika *LOW*. Perubahan sinyal ini dapat digunakan sebagai pemicu (*trigger*) untuk mengaktifkan atau menghentikan proses tertentu dalam sistem otomatisasi.

Sensor ini menggunakan tipe output NPN open collector, di mana output tidak langsung mengeluarkan tegangan, tetapi menghubungkan jalur output ke ground saat aktif (*LOW*). Karena sistem ini hanya bertindak sebagai saklar ke ground, pengguna dapat memilih sumber tegangan eksternal yang sesuai untuk sistemnya. Ini memberikan fleksibilitas tinggi, sehingga sensor dapat dengan mudah diintegrasikan ke berbagai sistem mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, maupun sistem logika digital lainnya tanpa membutuhkan rangkaian konversi tegangan tambahan. Keuntungan dari sistem open collector NPN ini juga mencakup isolasi sinyal yang lebih baik serta pengurangan risiko gangguan terhadap sirkuit logika. Namun, perlu diperhatikan bahwa resistor pull-up biasanya dibutuhkan pada jalur output sensor agar logika *HIGH* dapat terbaca secara benar oleh mikrokontroler ketika sensor tidak aktif.

Secara keseluruhan, prinsip kerja yang sederhana namun efektif ini membuat E18-D80NK menjadi solusi sensor yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi paket di jalur konveyor, sistem sortir otomatis, pendeteksi kehadiran objek, dan kendali otomatisasi berbasis IoT.

2.8.3 Keunggulan dan Keterbatasan

Sensor *proximity* optik E18-D80NK memiliki berbagai keunggulan yang menjadikannya pilihan yang populer dalam sistem otomasi berbasis mikrokontroler. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya mendeteksi objek tanpa memerlukan kontak fisik, sehingga sangat ideal untuk aplikasi yang membutuhkan deteksi non-invasif, seperti sistem sortir barang, palang pintu otomatis, dan pemindai posisi pada jalur produksi. Sensor ini juga memiliki daya deteksi yang cukup tinggi, yakni hingga jarak maksimal 80 cm tergantung pada kondisi objek yang dikenali. Hal ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi objek dari jarak yang relatif aman, sehingga mengurangi risiko benturan atau kerusakan pada perangkat keras lain.

Selain itu, sensor E18-D80NK sangat mudah diintegrasikan ke dalam sistem digital karena menggunakan output logika digital sederhana. Hal ini membuat sensor ini kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan *Raspberry Pi*, tanpa memerlukan rangkaian konversi sinyal tambahan. Di sisi lain, dari segi ketersediaan dan biaya, sensor ini juga tergolong ekonomis. Harganya yang relatif murah serta kemudahan dalam mendapatkannya di pasaran membuat sensor ini menjadi solusi yang efisien untuk berbagai proyek elektronika dan otomasi.

Meskipun memiliki sejumlah keunggulan, sensor ini juga memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu keterbatasan utama adalah sensitivitas sensor yang bergantung pada warna dan permukaan objek. Objek dengan warna terang atau permukaan reflektif seperti logam mengkilap akan lebih mudah terdeteksi karena memantulkan lebih banyak cahaya inframerah, sedangkan objek berwarna gelap atau memiliki permukaan kasar cenderung menyerap cahaya, sehingga menyulitkan sensor dalam mendeteksinya. Akibatnya, pada kondisi tertentu sensor bisa gagal membaca kehadiran objek meskipun sebenarnya berada dalam jangkauan deteksi.

Selain itu, sensor ini juga kurang optimal untuk digunakan pada objek berwarna hitam, buram, atau permukaan bertekstur, karena cahaya inframerah yang dipancarkan akan lebih banyak diserap dibandingkan dipantulkan. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam respons atau bahkan kegagalan deteksi. Di samping itu, karena bekerja berdasarkan cahaya inframerah, sensor ini rentan terhadap gangguan dari cahaya sekitar, khususnya jika digunakan di lingkungan dengan pencahayaan kuat atau terdapat sumber cahaya inframerah lain seperti sinar matahari langsung. Gangguan ini dapat mempengaruhi akurasi sensor dan menghasilkan pembacaan yang tidak konsisten.

Dengan mempertimbangkan keunggulan dan keterbatasan sensor E18-D80NK, maka penggunaannya dalam suatu sistem perlu dirancang secara hati-hati agar dapat memberikan hasil deteksi yang maksimal. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan adalah penempatan sensor. Posisi dan orientasi sensor sangat memengaruhi efektivitas pendeteksian objek. Jika sensor diletakkan terlalu jauh atau miring terhadap jalur objek yang akan dideteksi, maka sinyal pantulan inframerah bisa tidak diterima dengan baik, sehingga objek tidak terdeteksi secara akurat. Oleh karena itu, sensor harus dipasang pada jarak dan sudut yang sesuai, serta mengarah langsung ke area lalu lintas objek. Selain itu, pengaturan sensitivitas sensor juga menjadi faktor krusial. Sensor E18-D80NK dilengkapi dengan fitur pengaturan jarak deteksi (hingga maksimal 80 cm), yang memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan sejauh mana sensor mampu mendeteksi objek. Jika sensitivitas terlalu tinggi, sensor bisa saja mendeteksi objek yang tidak diinginkan (false detection), seperti pantulan dari permukaan sekitar. Sebaliknya, jika sensitivitas terlalu rendah, objek yang sebenarnya perlu dideteksi bisa tidak terdeteksi. Oleh karena itu, kalibrasi sensitivitas harus dilakukan sesuai dengan kebutuhan sistem dan kondisi lingkungan.

Pemilihan jenis objek yang akan dideteksi juga tidak kalah penting. Sensor E18-D80NK bekerja berdasarkan prinsip pantulan cahaya inframerah, sehingga kinerja deteksinya sangat dipengaruhi oleh sifat permukaan objek. Objek dengan permukaan datar, cerah, atau reflektif cenderung lebih mudah dideteksi

dibandingkan dengan objek yang gelap, transparan, atau memiliki permukaan kasar. Oleh karena itu, perlu diperhatikan jenis material paket atau barang yang akan dipilah oleh sistem, dan jika perlu, diberikan penanda khas seperti stiker reflektif untuk memastikan deteksi tetap konsisten. Dengan mengoptimalkan tiga aspek utama tersebut — penempatan sensor, pengaturan sensitivitas, dan pemilihan objek yang sesuai — maka sensor E18-D80NK dapat diintegrasikan secara efektif dalam sistem otomatisasi, seperti sistem pemilah barang berbasis barcode dengan ESP32. Perancangan yang cermat akan membantu meminimalkan kesalahan deteksi dan meningkatkan efisiensi serta akurasi keseluruhan sistem.dikembangkan.

2.8.4 Integrasi dengan Mikrokontroler (ESP32)

Sensor ini dapat dengan mudah dihubungkan ke mikrokontroler seperti ESP32. Output sensor (kabel hitam) cukup dihubungkan ke salah satu pin digital pada ESP32. Sensor akan memberikan sinyal LOW ketika mendeteksi objek. Mikrokontroler dapat membaca pin tersebut dan menjalankan logika program berdasarkan status sensor.

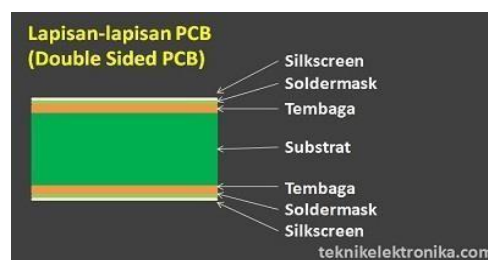
```
#define PROXIMITY_PIN 4

void setup() {
  pinMode(PROXIMITY_PIN, INPUT);
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  int status = digitalRead(PROXIMITY_PIN);
  if (status == LOW) {
    Serial.println("Objek terdeteksi!");
  } else {
    Serial.println("Tidak ada objek.");
  }
  delay(500);
}
```

2.9 Printed Circuit Board PCB

PCB, singkatan dari *Printed Circuit Board*, dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Papan Rangkaian Cetak atau Papan Sirkuit Cetak. PCB berfungsi sebagai media untuk menghubungkan komponen elektronika melalui jalur konduktor yang tercetak di permukaannya, (Anonim, 2021). Struktur PCB terdiri dari beberapa lapisan yang dilaminasi menjadi satu kesatuan. Tipe PCB meliputi *Single Sided* (satu lapisan tembaga), *Double Sided* (dua lapisan tembaga), dan Multilayer PCB (beberapa lapisan tembaga).



Gambar 2. 9 Lapisan PCB

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/>)

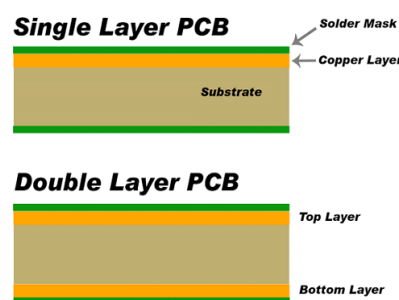
1. *Substart* (Lapisan Landasan) Lapisan dasar PCB, yang dikenal sebagai substrat, umumnya menggunakan bahan FR2 dan FR4. FR2 (*Flame Resistant 2*) adalah komposit dari kertas yang diresapi dengan resin plastik formaldehida fenol. Sementara itu, FR4 (*Flame Resistant 4*) terbuat dari anyaman fiberglass yang dilapisi resin epoksi. FR4 memiliki keunggulan seperti daya serap air rendah, isolasi yang baik, dan tahan panas hingga 140°C. Namun, PCB berbahan FR4 biasanya lebih mahal dibandingkan dengan yang berbahan FR2.
2. Tembaga (*Copper*) Lapisan berikutnya pada PCB adalah lapisan tembaga tipis yang dilaminasi ke substrat menggunakan suhu tinggi dan perekat. Pada *Single Sided* PCB, lapisan tembaga hanya terdapat di satu sisi substrat, sedangkan pada *Double Sided* PCB, lapisan tembaga ada di kedua sisinya. Dengan kemajuan teknologi manufaktur, PCB kini dapat dibuat dengan

- hingga 16 lapisan atau lebih, sesuai dengan desain dan kebutuhan rangkaian.
3. *Soldermask* adalah lapisan pelindung di atas tembaga yang berfungsi mencegah kontak atau hubungan tidak sengaja pada jalur konduktor. Lapisan ini hanya menutupi area PCB yang tidak akan disolder, sedangkan bagian yang perlu disolder dibiarkan terbuka. Selain melindungi, *soldermask* membantu pengguna menyolder dengan tepat dan menghindari *solder short*. Umumnya, soldermask berwarna hijau, tetapi tersedia juga dalam warna lain seperti biru dan merah.
 4. *Silkscreen* Lapisan berikutnya setelah *soldermask* adalah **silkscreen**, biasanya berwarna putih atau hitam, meskipun ada juga yang berwarna abu-abu, merah, atau kuning keemasan. *Silkscreen* berupa cetakan huruf, angka, dan simbol pada PCB yang berfungsi sebagai penanda atau indikator untuk mempermudah pemasangan komponen elektronika.

2.9.1 Jenis-jenis PCB (Printed Circuit Board)

PCB (*Printed Circuit Board*) umumnya dibagi menjadi dua kategori, yaitu berdasarkan jumlah lapisannya dan berdasarkan tingkat fleksibilitasnya.

1. Jenis-jenis PCB berdasarkan Jumlah Lapisannya

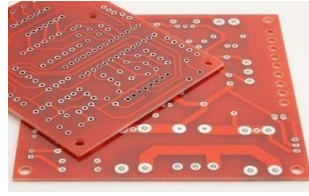


Gambar 2. 10 Jenis PCB Berdasarkan Jumlah Lapisannya

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

Berdasarkan jumlah lapisannya, PCB dibagi menjadi *Single Sided* PCB, *Double Sided* PCB, dan Multilayer PCB. Berikut adalah jenis-jenis PCB menurut jumlah lapisannya.

1. Single Sided

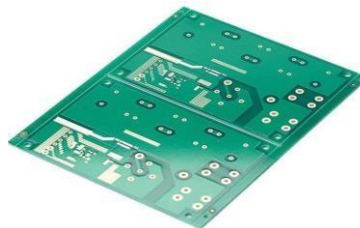


Gambar 2. 11 Single Sided PCB

Sumber : (<https://www.ablcircuits.co.uk/>)

Jenis PCB ini memiliki satu lapisan tembaga pada salah satu sisi substratnya. Single Sided PCB banyak digunakan untuk rangkaian elektronik sederhana karena biaya produksinya yang relatif rendah.

2. Double Sided PCB



Gambar 2. 12 Double Sided PCB

(Sumber : : <https://matchingelec>)

Sebaliknya, *Double Sided* PCB adalah jenis PCB yang memiliki dua lapisan tembaga, satu di setiap sisi substrat. Biasanya, terdapat lubang- lubang yang berfungsi untuk menghubungkan kedua lapisan tembaga tersebut.

3. Multilayer PCB



Gambar 2. 13 Multilayer PCB

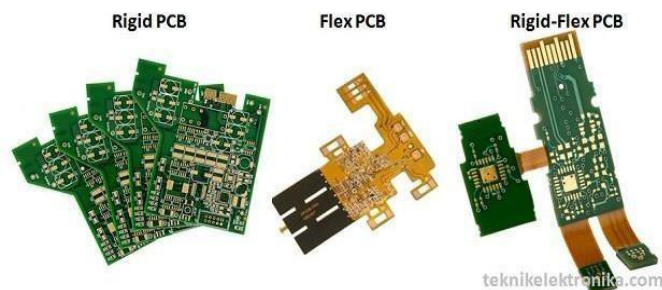
(Sumber : <https://projectiot123.com/>)

Memiliki lebih dari dua lapisan tembaga, dengan setiap lapisan tembaga dipisahkan oleh lapisan isolator. Jenis PCB ini umumnya

digunakan untuk rangkaian elektronik yang kompleks dan memerlukan banyak konduktor. Terdapat berbagai jenis Multilayer PCB, mulai dari 4, 6, 10, hingga 16 lapis, tergantung pada tingkat kompleksitas rangkaian.

2. Jenis PCB Berdasarkan Fleksibilitasnya

Selain berdasarkan jumlah lapisan, PCB juga dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat fleksibilitasnya. Berikut adalah jenis-jenis PCB menurut fleksibilitasnya.



Gambar 2. 14 Jenis PCB Berdasarkan Fleksibilitasnya
(Sumber : <https://teknikelektronika.com/>)

1. *Rigid* PCB (Kaku): Merupakan papan rangkaian yang tidak dapat dilenturkan atau dilipat, biasanya terbuat dari substrat keras seperti *fiberglass*.
2. *Flex* PCB (Fleksibel): Substratnya terbuat dari bahan plastik yang mudah dibengkokkan, dilenturkan, dan diatur. Dengan *Flex* PCB, rangkaian dapat dibentuk tanpa risiko kerusakan.
3. *Rigid-Flex* PCB: Merupakan kombinasi antara PCB kaku dan fleksibel, di mana beberapa *Rigid* PCB dihubungkan dengan *Flex* PCB.

2.9.2 Konsep PCB

Printed Circuit Board (PCB) adalah papan rangkaian yang terbuat dari bahan ebonit (*Pertinax*) atau *fiberglass*, dengan salah satu sisi permukaannya dilapisi tembaga tipis. Jenis PCB ini biasanya disebut *single side* karena hanya memiliki satu sisi dengan lapisan tembaga. Sementara itu, PCB dengan tembaga di kedua sisi substrat digunakan

untuk rangkaian yang lebih kompleks dan rumit, di mana kedua sisi berfungsi sebagai jalur penghubung dan juga sebagai tempat untuk komponen- komponen elektronik. Ketika rangkaian dihubungkan dengan sumber tegangan, jalur-jalur penghubung pada PCB akan mengalirkan arus listrik, menghubungkan satu komponen dengan komponen lainnya, membentuk rangkaian elektronik yang utuh. Penggunaan PCB dalam perakitan peralatan elektronik memberikan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Mempermudah identifikasi kerusakan jika terjadi gangguan pada alat.
2. Membantu menciptakan peralatan elektronik yang lebih kecil karena komponen dapat diposisikan lebih rapat.
3. Mengurangi penggunaan kabel.
4. Mencegah frekuensi liar pada peralatan yang bekerja dengan frekuensi tinggi.

Dalam merencanakan PCB, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Lebar Jalur Rangkaian: Lebar jalur harus disesuaikan dengan arus yang akan mengalir pada jalur PCB tersebut.
2. Jarak Jalur: Jarak antar jalur harus disesuaikan dengan tegangan yang akan bekerja pada PCB.
3. Ukuran Mata *Donut/Pad*: Ukuran donut sebaiknya dua hingga tiga kali diameter mata bor yang digunakan. Misalnya, untuk bor 1 mm, ukuran donut sebaiknya 2-3 mm (0,08 – 0,12 inci).
4. Ukuran Mata Bor: Ukuran mata bor disesuaikan dengan komponen yang akan digunakan.
5. Dimensi Komponen: Dimensi dan bentuk komponen sangat mempengaruhi tata letak komponen di PCB, baik pada sisi atas maupun bawah, serta jarak antar kaki komponen yang akan menentukan jarak antar donut atau pad.
6. Bentuk Jalur: Penting untuk memperhatikan bentuk jalur yang akan digambar pada PCB. Ada bentuk jalur yang dianjurkan dan ada pula

yang sebaiknya dihindari dalam perencanaan PCB.

2.10 Solder dan Timah

2.10.1 Solder

Solder, yang juga dikenal sebagai timah patri atau tenol, adalah paduan logam dengan titik lebur rendah yang digunakan untuk menghubungkan dua material logam. Proses penyolderan melibatkan pemanasan solder hingga meleleh, kemudian diterapkan pada area sambungan yang diinginkan. Setelah solder mendingin, ia akan mengeras dan membentuk ikatan yang kuat antara kedua material tersebut. Solder digunakan untuk menyambungkan komponen elektronik, seperti pada PCB (papan sirkuit tercetak). Proses penyolderan menghasilkan sambungan dengan konduktivitas listrik yang baik dan tahan air, serta lebih efisien dalam hal penggunaan energi dibandingkan metode pengelasan lainnya.



Gambar 2. 15 Solder Listrik

(Sumber : <https://imgaz.staticbg.com/>)

2.10.2 Timah

Timah solder, atau yang sering disebut timah patri, adalah paduan logam yang digunakan untuk menyambungkan komponen elektronik melalui proses penyolderan. Timah solder biasanya terdiri dari campuran timah dan bahan lain seperti perak, dengan komposisi yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan spesifik penyolderan. Paduan ini umumnya terbuat dari timah (tin) dan terkadang perak, dengan proporsi campuran yang sering digunakan seperti 60/40% atau 63/37%.



Gambar 2. 16 Timah
(Sumber : <https://www.parts-express.com/>)

Campuran ini memberikan titik lebur yang tepat untuk proses penyolderan, biasanya antara 180°C hingga 190°C. Timah solder tersedia dalam bentuk kawat dengan diameter yang bervariasi, biasanya antara 0,3mm hingga 1,5mm, dengan ukuran yang paling umum adalah 0,8mm dan 1mm.

2.11 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik yang dilengkapi dengan pin konektor di kedua ujungnya, memungkinkan penghubungan antara dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan penyolderan. Kegunaan utama kabel jumper adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian. Kabel jumper biasanya digunakan pada breadboard atau alat *prototyping* lainnya, memudahkan pengguna untuk mengubah dan mengatur rangkaian. Konektor di ujung kabel terdiri dari konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*). Konektor *female* berfungsi untuk menerima koneksi, sementara konektor *male* digunakan untuk menghubungkan.

1. Kabel Jumper Male to Male

Kabel jumper jenis ini sangat ideal bagi mereka yang ingin merakit rangkaian elektronik di *breadboard*



Gambar 2. 17 Jumper Male to Male
(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/>)

2. Kabel Jumper Female to Female



Gambar 2. 18 Jumper Female to Female

(Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/>)

Kabel jenis ini sangat cocok untuk menghubungkan berbagai komponen yang memiliki header *male*, seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT, dan lainnya.

3. Kabel Jumper Male to Female

Kabel ini memiliki konektor berbeda di setiap ujungnya, yaitu *male* dan *female*, dan umumnya digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik, selain Arduino, ke *breadboard*. Kabel jumper yang baik memiliki fleksibilitas sedang dan konektor yang cukup kuat sehingga tidak mudah terlepas dari ujung kabel. Kabel yang terlalu kaku dengan konektor lemah lebih rentan rusak saat digunakan. Kabel *jumper* biasanya hadir dalam berbagai warna seperti hitam, cokelat, merah, oranye, kuning, hijau, biru, ungu, abu-abu, dan putih. Warna-warna ini tidak memiliki fungsi khusus karena kabel *jumper* secara umum berfungsi sama untuk menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lain yang dihubungkan. Ini dimungkinkan oleh konduktor listrik kecil di ujung dan dalam kabel yang berperan sebagai penghantar listrik.

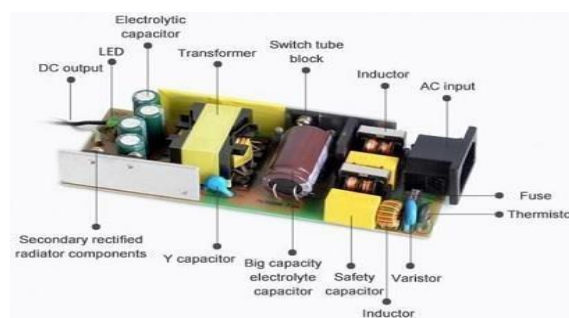


Gambar 2. 19 Jumper Male to Female

(Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/>)

2.12 Adaptor

Penggunaan adaptor *switching* juga memiliki keunggulan dalam menjaga suhu perangkat tetap rendah, sehingga mengurangi risiko kerusakan akibat panas berlebih. Adaptor memiliki peran penting sebagai sumber daya (catu daya) untuk berbagai perangkat elektronik seperti televisi, radio, amplifier, dan lainnya. Adaptor adalah jenis catu daya atau *power supply* yang telah disesuaikan voltasenya untuk berbagai perangkat elektronik. Sebagai contoh, jika perangkat listrik beroperasi pada tegangan 12 Volt, adaptor yang digunakan harus dapat mengonversi tegangan PLN dari 220 VAC ke 12 VDC.



Gambar 2. 20 Komponen Adaptor

(Sumber: <https://wikielektronika.com/adaptor>)

Adaptor memerlukan sejumlah komponen untuk menjalankan fungsinya. Komponen-komponen ini menjadi bagian dari rangkaian listrik pada adaptor. Berikut adalah beberapa komponen utama penyusun adaptor:

1. *Filter* atau *Penyaring*: Komponen ini memiliki peran penting sebagai penyaring sinyal yang dihasilkan dari *rectifier*. Pada filter adaptor, kondensator jenis ELCO berfungsi sebagai penyaring.
2. *Trafo* atau *Transformator*: Trafo berfungsi untuk menyesuaikan tegangan arus daya, baik dengan menurunkannya maupun meningkatkannya sesuai kebutuhan pemakaian. Dalam adaptor, trafo umumnya digunakan untuk menyesuaikan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan perangkat. Pada rangkaian adaptor, jenis trafo yang digunakan adalah *Transformator Step Down*, atau yang biasa disebut

sebagai trafo penurun tegangan. Pada trafo ini, jumlah lilitan kawat pada bagian primer lebih banyak daripada pada bagian sekunder.

3. *Voltage Regulator* atau Pengatur Tegangan: Komponen ini berfungsi menjaga kestabilan tegangan arus searah dan mengatur tegangan output agar tidak terpengaruh oleh suhu, arus beban, maupun tegangan input dari output filter. *Voltage Regulator* terdiri dari beberapa komponen, seperti IC regulator, Dioda Zener, dan Transistor, serta dilengkapi dengan susunan komponen seperti *Current Limiting* (pembatas arus), *Over Voltage Protection* (pelindung dari kelebihan tegangan), dan *Short Circuit Protection* (pelindung arus pendek).
4. *Rectifier* atau Penyearah : Komponen *Rectifier* atau sering kita kenal dengan istilah penyearah gelombang ini memiliki peran dalam merubah arus bolak balik menjadi searah agar daya listrik yang dialirkan dapat berfungsi mengikuti perangkat elektronik yang digunakan. Terdapat dua jenis komponen *rectifier*/ penyearah didalam sebuah adaptor. Yang pertama adalah *Full wave rectifier* yang memiliki 2 atau 4 dioda. Kemudian yang kedua adalah *Half wave rectifier* yang hanya memiliki 1 dioda didalamnya.
5. Fungsi Adaptor Adaptor tidak hanya berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan tegangan yang disesuaikan kebutuhan peralatan listrik atau beban yang digunakan. Beberapa fungsi lain dari adaptor adalah:
6. Sebagai alat alternatif untuk menggantikan tegangan DC seperti aki atau baterai, memungkinkan adaptor menjadi sumber sambungan pada tegangan DC.

A. Jenis-jenis Adaptor

Adaptor terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu adaptor *switching* dan adaptor konvensional. Keduanya memiliki fungsi serta keunggulan masing-masing sebagai berikut:

1. *Adaptor Switching* : Merupakan penyempurnaan dari adaptor konvensional. Dalam adaptor ini, tidak diperlukan transformator step down besar karena adaptor *switching* menggunakan trafo *switching* berukuran kecil. Berbeda dari versi konvensional, adaptor *switching* memiliki rangkaian yang terlihat sangat berbeda, dan trafo *switching* tersebut menawarkan tegangan konstan dengan mekanisme *on-off*.

Gambar 2. 21 Adaptor Switching



(Sumber : <https://ilmuteknik.id/adaptor>)

2. *Adaptor Trafo Step Down (Konvensional)* : Adalah jenis adaptor awal yang menggunakan transformator *step down* untuk menurunkan tegangan AC menjadi DC. Transformator ini mengurangi tegangan AC terlebih dahulu, kemudian menyalurkannya melalui dioda atau *rectifier*, lalu meratakannya menggunakan kapasitor elektrolit.
3. *Adaptor DC Konverter* : Adalah tipe adaptor yang dapat mengubah tegangan DC tinggi menjadi DC yang lebih rendah sesuai kebutuhan perangkat elektronik. Sebagai contoh, tegangan 12V dapat dikonversi menjadi 6V dengan adaptor ini.



Gambar 2. 22 Adaptor Konverter

(Sumber : <https://ilmuteknik.id/adaptor>)

4. *Adaptor Inverter* : Berbeda dengan jenis adaptor sebelumnya, Adaptor *Inverter* berfungsi mengubah tegangan DC dengan kapasitas kecil

menjadi tegangan AC yang lebih tinggi. Contohnya, perangkat elektronik yang memiliki tegangan awal 12V DC dapat diubah menjadi 220V AC.

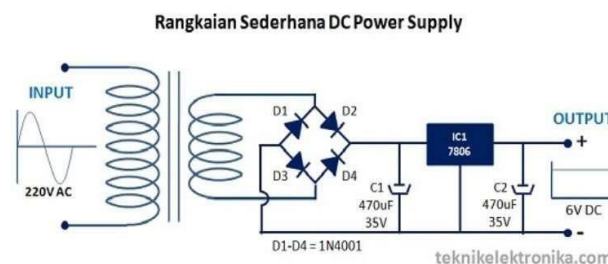


Gambar 2. 23 Adaptor Inverter

(Sumber : <https://ilmuteknik.id/adaptor>)

5. *Adaptor Power Supply* : Jenis adaptor terakhir ini dapat mengubah tegangan listrik AC dengan kapasitas besar menjadi tegangan DC dengan kapasitas yang lebih kecil. Misalnya, tegangan AC 220V dapat dikonversi menjadi 6V, 9V, atau 12V menggunakan adaptor *power supply* ini.

B. Cara Kerja Adaptor



Gambar 2. 24 Rangkaian Sederhana Power Supply

(Sumber : <https://ilmuteknik.id/adaptor>)

Setelah memahami fungsi dan komponen dalam sebuah catu daya, berikut adalah penjelasan tentang cara kerja catu daya tersebut. Listrik dari PLN akan dialirkan ke komponen trafo. Selanjutnya, trafo akan mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang kemudian masuk ke dalam rangkaian. Setelah itu, arus listrik akan diteruskan ke *voltage regulator*, yang mengatur tingkat tegangan sesuai kebutuhan. Tegangan yang telah diatur akan diteruskan ke *Integrated Circuit* (IC) dan disalurkan ke perangkat elektronik. Perangkat elektronik tersebut dapat berfungsi dengan baik karena telah menerima daya yang cukup.

2.13 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi modern yang memungkinkan perangkat-perangkat fisik di sekitar kita, seperti alat rumah tangga, kendaraan, perangkat industri, hingga sistem monitoring lingkungan, untuk saling terhubung melalui jaringan internet. Dengan adanya konektivitas ini, benda-benda fisik tersebut dapat mengumpulkan data, mengirimkannya, menerima perintah, dan bahkan mengambil keputusan sederhana secara otomatis tanpa memerlukan campur tangan manusia secara langsung.

IoT tidak hanya terbatas pada perangkat komputasi konvensional seperti komputer atau smartphone, tetapi juga mencakup perangkat cerdas lain yang dilengkapi sensor, aktuator, modul komunikasi, dan kemampuan pemrosesan informasi. Contohnya meliputi kulkas pintar, kamera pengawas berbasis cloud, mesin produksi yang dapat mengirimkan data ke server pusat, hingga sistem pemilah barang ekspedisi otomatis yang membaca barcode dan mengirimkan datanya ke Google Spreadsheet secara real-time. Dengan kata lain, IoT merupakan jembatan antara dunia fisik dan dunia digital. Objek-objek nyata yang sebelumnya tidak dapat berkomunikasi satu sama lain kini menjadi bagian dari sistem yang terintegrasi, saling bertukar informasi, dan bekerja secara kolaboratif untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan produktivitas.

Agar sistem IoT dapat berfungsi secara optimal, diperlukan suatu arsitektur yang menyusun elemen-elemen utama dari teknologi ini. Secara umum, arsitektur Internet of Things terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu:

1. *Perception Layer* (Lapisan Persepsi)

Perception layer merupakan lapisan paling bawah dalam arsitektur IoT, yang bertugas untuk mengumpulkan informasi dari lingkungan fisik. Informasi ini dikumpulkan melalui berbagai sensor dan perangkat identifikasi yang ditempatkan di sekitar objek yang dipantau. Sensor-sensor ini dapat berupa sensor suhu, sensor kelembaban, sensor cahaya, sensor proximity, barcode scanner, RFID, kamera, atau sensor getaran, tergantung pada jenis aplikasi dan data yang ingin dikumpulkan.

Fungsi utama lapisan ini adalah mengubah kondisi nyata dari lingkungan fisik menjadi data digital yang dapat diproses oleh sistem. Misalnya, dalam sistem pemilah barang berbasis ESP32, sensor qrcode membaca data unik dari paket, dan sensor proximity mendeteksi keberadaan barang untuk memastikan posisi yang tepat sebelum pemrosesan data. Semua data yang dikumpulkan ini akan diteruskan ke lapisan berikutnya untuk dikomunikasikan dan diproses lebih lanjut.

2. *Network Layer* (Lapisan Jaringan)

Network layer merupakan lapisan tengah yang bertugas menghubungkan lapisan persepsi dengan lapisan aplikasi. Pada lapisan ini, data digital yang dikumpulkan oleh sensor akan dikirimkan melalui berbagai jenis jaringan komunikasi, seperti Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, atau jaringan seluler (4G/5G), tergantung pada kebutuhan dan lingkungan penerapan IoT. Di sinilah berlangsung proses pengiriman data, pemrosesan awal, dan pengaturan protokol komunikasi. Network layer tidak hanya berfungsi sebagai perantara data, tetapi juga memiliki peran penting dalam keamanan, enkripsi data, dan pengalamatan perangkat. Contohnya, dalam sistem IoT yang menggunakan ESP32, perangkat akan terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mengirim data hasil pembacaan barcode ke layanan cloud seperti *Google Spreadsheet* melalui protokol HTTP atau HTTPS.

Lapisan ini juga mencakup perangkat jaringan seperti router, gateway, switch, serta modul komunikasi nirkabel yang berperan sebagai jalur lalu lintas data. Di beberapa implementasi, network layer bahkan dapat mencakup fungsi edge computing, di mana data diproses sebagian di perangkat lokal sebelum dikirim ke cloud untuk mengurangi beban jaringan.

3. *Application Layer* (Lapisan Aplikasi)

Application layer adalah lapisan teratas dalam arsitektur IoT, yang menyediakan antarmuka pengguna (user interface) serta fungsionalitas layanan yang digunakan oleh pengguna akhir. Lapisan ini menginterpretasikan data dari lapisan jaringan dan menyajikannya dalam bentuk yang mudah dipahami serta dapat diakses oleh pengguna melalui perangkat seperti komputer, tablet, atau

smartphone. Tujuan utama dari lapisan aplikasi adalah memungkinkan interaksi antara manusia dengan sistem IoT, baik dalam bentuk pemantauan data, pengambilan keputusan, maupun pengendalian perangkat. Misalnya, pada aplikasi pemantauan konveyor otomatis, pengguna dapat membuka Google Spreadsheet untuk melihat data pemindaian paket secara real-time, atau menggunakan aplikasi berbasis web/mobile untuk mengontrol proses pemilahan barang dari jarak jauh. Lapisan ini juga dapat mencakup teknologi backend seperti cloud computing, dashboard visualisasi, sistem Enterprise Resource Planning (ERP), serta sistem notifikasi yang memberikan informasi kepada pengguna ketika terjadi error, overload, atau anomali lain dalam proses kerja perangkat IoT

2.14 Arduino IDE

Arduino IDE, atau *Integrated Development Environment*, adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang secara khusus untuk membantu pengguna dalam menulis, menyusun, dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler Arduino. Sebagai antarmuka utama antara pengguna dan perangkat keras, Arduino IDE memungkinkan proses pengembangan sistem berbasis mikrokontroler menjadi lebih sederhana dan terstruktur. Dengan tampilan yang intuitif dan ringan, Arduino IDE banyak digunakan baik oleh pemula maupun pengembang profesional di bidang elektronika dan otomasi.

Lingkungan ini disebut “terintegrasi” karena menyediakan berbagai alat bantu pemrograman dalam satu platform tunggal. Di dalamnya terdapat editor teks untuk menulis kode, compiler untuk menyusun program, dan uploader yang mengirimkan hasil akhir kode ke perangkat Arduino melalui koneksi USB. Semua proses tersebut dapat dilakukan hanya dengan beberapa klik, tanpa perlu alat tambahan atau prosedur yang rumit. Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk membuat program yang disebut dengan sketch. Sketch adalah istilah yang digunakan untuk menyebut satu file proyek dalam Arduino, biasanya disimpan dengan ekstensi .ino dan ditulis menggunakan bahasa pemrograman yang serupa dengan C dan C++.

Arduino IDE tidak hanya sekadar alat tulis kode biasa. Di balik antarmukanya

yang sederhana, terdapat pustaka (library) yang luas dan mendalam, memungkinkan pengguna untuk langsung mengakses berbagai fungsi perangkat keras seperti sensor, motor, layar, serta komunikasi serial dan nirkabel. Pustaka ini memudahkan pengguna untuk mengembangkan program tanpa perlu memahami seluruh kompleksitas pemrograman tingkat rendah. Misalnya, dengan hanya beberapa baris kode, pengguna sudah dapat menampilkan informasi pada LCD, membaca suhu dari sensor, atau mengendalikan motor servo.

Platform ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Java, yang membuatnya dapat berjalan secara lintas platform di berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan macOS. Arduino IDE juga dikembangkan dari proyek sumber terbuka bernama *Processing*, yang awalnya digunakan untuk seni visual interaktif. Dari situ, Arduino IDE diadaptasi agar lebih cocok untuk pengembangan perangkat keras berbasis mikrokontroler. Dalam perkembangannya, Arduino IDE juga dilengkapi dengan pustaka Wiring, sebuah pustaka pemrograman yang membantu dalam mengelola input dan output secara efisien.

Penggunaan Arduino IDE dimulai dengan penulisan fungsi setup dan loop, dua struktur dasar dari setiap sketch. Fungsi setup hanya dijalankan sekali saat Arduino mulai menyala, biasanya digunakan untuk inisialisasi, sementara fungsi loop akan berjalan berulang-ulang selama papan Arduino mendapatkan daya. Melalui struktur ini, pengguna dapat menyusun logika program dengan alur kerja yang terus aktif selama sistem hidup.

Keunggulan utama dari Arduino IDE adalah kemampuannya untuk mendukung berbagai jenis papan mikrokontroler, tidak hanya Arduino Uno, Nano, atau Mega, tetapi juga papan non-Arduino seperti ESP32 dan ESP8266. Dukungan ini diperluas melalui tambahan board support package yang dapat diinstal langsung dari menu preferences, memungkinkan pengembangan sistem IoT berbasis ESP menjadi lebih mudah dan terjangkau.

Arduino IDE juga memfasilitasi pengguna untuk menguji dan men-debug program secara langsung melalui fitur Serial Monitor. Fitur ini memungkinkan pengguna melihat data keluaran dari mikrokontroler secara real-time, sangat

berguna dalam proses pengujian sensor atau evaluasi sistem. Dengan fungsi ini, kesalahan atau bug dalam program dapat diketahui lebih cepat dan diperbaiki dengan lebih mudah.

Dalam konteks proyek sistem otomasi seperti pemilah barang ekspedisi, Arduino IDE menjadi alat krusial. Di sinilah seluruh logika kerja sensor *barcode*, sensor jarak (*proximity*), motor servo, hingga koneksi ke internet melalui ESP32 dirancang dan disusun. Seluruh perangkat keras tersebut dikendalikan melalui program yang ditulis, diuji, dan diunggah dari dalam lingkungan Arduino IDE.

Dengan karakteristiknya yang open source, gratis, fleksibel, dan memiliki komunitas pengguna global yang aktif, Arduino IDE terus menjadi standar dalam pengembangan mikrokontroler skala kecil hingga menengah. Ia bukan hanya sebuah editor kode, tetapi juga merupakan jembatan yang menghubungkan ide dengan kenyataan, dari logika digital ke aksi fisik yang nyata.

Struktur dasar dari sketch Arduino terdiri dari dua bagian utama:

1. *void setup()*: Fungsi ini hanya dijalankan satu kali saat papan Arduino mulai dinyalakan atau setelah di-reset. Biasanya digunakan untuk pengaturan awal seperti menentukan mode pin (*INPUT/OUTPUT*) dan memulai komunikasi serial.
2. *void loop()*: Fungsi ini akan dijalankan secara berulang-ulang selama Arduino hidup. Semua logika utama program dituliskan di dalam fungsi ini, seperti membaca sensor, mengendalikan aktuator, atau melakukan komunikasi data.

Arduino IDE dilengkapi dengan pustaka standar (*library*) yang memungkinkan pengguna dengan mudah mengakses fungsi-fungsi untuk perangkat keras seperti sensor suhu, modul komunikasi (Bluetooth, Wi-Fi), motor servo, LCD, dan banyak lagi. Library tambahan juga bisa diunduh dan diinstal melalui fitur Library Manager yang tersedia di dalam IDE.

Dengan pustaka ini, pengguna tidak perlu menulis kode dari awal untuk berinteraksi dengan suatu perangkat karena semua fungsi sudah disiapkan dalam bentuk antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan.

2.15 *Google Sheet*

Google Sheet adalah sebuah aplikasi lembar kerja (*spreadsheet*) berbasis web yang dikembangkan oleh Google dan menjadi bagian integral dari rangkaian *Google Docs Editors*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, mengelola, dan membagikan dokumen lembar kerja dalam format tabel, tanpa perlu mengunduh atau menginstal perangkat lunak tambahan. Karena sepenuhnya berbasis cloud, *Google Sheet* dapat diakses melalui berbagai perangkat yang terhubung ke internet, seperti komputer, tablet, maupun ponsel pintar, cukup dengan membuka peramban (browser) dan masuk ke akun Google.

Salah satu keunggulan utama dari *Google Sheet* dibandingkan aplikasi sejenis, seperti Microsoft Excel, adalah kemampuannya dalam mendukung kerja kolaboratif secara real-time. Beberapa pengguna dapat membuka dokumen yang sama dalam waktu bersamaan, melakukan pengeditan, dan melihat perubahan yang dilakukan oleh pengguna lain secara langsung. Setiap aktivitas yang terjadi di dalam dokumen terekam dan ditampilkan dalam bentuk histori versi (*version history*), sehingga pengguna dapat menelusuri siapa yang melakukan perubahan tertentu serta mengembalikan versi sebelumnya jika diperlukan. Hal ini menjadikan *Google Sheet* sebagai alat yang sangat efektif untuk kerja tim, baik dalam konteks pendidikan, penelitian, bisnis, maupun proyek kolaboratif lainnya.

Fungsi dasar *Google Sheet* sangat mirip dengan *spreadsheet* konvensional. Pengguna dapat membuat tabel yang terdiri dari baris dan kolom, menyisipkan rumus untuk perhitungan otomatis, serta mengatur format data sesuai kebutuhan. Namun lebih dari itu, *Google Sheet* juga dilengkapi dengan fitur-fitur canggih seperti kemampuan untuk membuat grafik visual secara dinamis berdasarkan data yang tersedia, menyisipkan filter dan validasi data, serta menambahkan add-on atau skrip untuk memperluas fungsionalitasnya.

Dalam dunia pendidikan dan pekerjaan, *Google Sheet* memiliki berbagai manfaat praktis. Bagi pelajar, *Google Sheet* dapat digunakan untuk mencatat dan mengelola data penelitian, membuat grafik untuk laporan ilmiah, serta melakukan analisis statistik sederhana. Sedangkan bagi pekerja dan profesional, *Google Sheet* sangat berguna dalam pembuatan laporan keuangan, pemantauan proyek,

perencanaan anggaran, pengelolaan inventaris, dan banyak lagi. Dengan dukungan fitur kolaboratif dan akses jarak jauh, tim kerja yang tersebar di lokasi berbeda tetap dapat bekerja pada dokumen yang sama secara efisien.

Salah satu kelebihan lainnya adalah Google Sheet dapat digunakan baik secara online maupun offline. Saat terkoneksi dengan internet, semua perubahan akan tersimpan otomatis di cloud. Namun saat pengguna tidak memiliki koneksi internet, dokumen tetap dapat dibuka dan diedit secara offline melalui pengaturan tertentu, dan perubahan akan disinkronkan kembali ke cloud saat koneksi tersedia.

Google Sheet juga mendukung integrasi dengan berbagai layanan Google lainnya, seperti *Google Forms* untuk input data otomatis, *Google Drive* untuk penyimpanan terpusat, serta *Google Apps Script* untuk otomatisasi tugas-tugas tertentu seperti pengiriman email, pembuatan laporan periodik, atau pembaruan data secara berkala. Dalam konteks sistem otomasi seperti pemilah barang ekspedisi berbasis ESP32, Google Sheet dapat difungsikan sebagai tempat penyimpanan data barcode yang dikirimkan secara otomatis melalui koneksi internet. Ini membuktikan bahwa *Google Sheet* tidak hanya relevan untuk tugas-tugas administratif, tetapi juga sangat mendukung implementasi teknologi *Internet of Things (IoT)* dan otomatisasi modern.

Dengan semua kelebihan tersebut, *Google Sheet* telah berkembang dari sekadar alternatif Excel menjadi platform produktivitas yang fleksibel, powerful, dan dapat diandalkan untuk beragam kebutuhan pengguna, mulai dari individu hingga organisasi berskala besar.