

BAB II

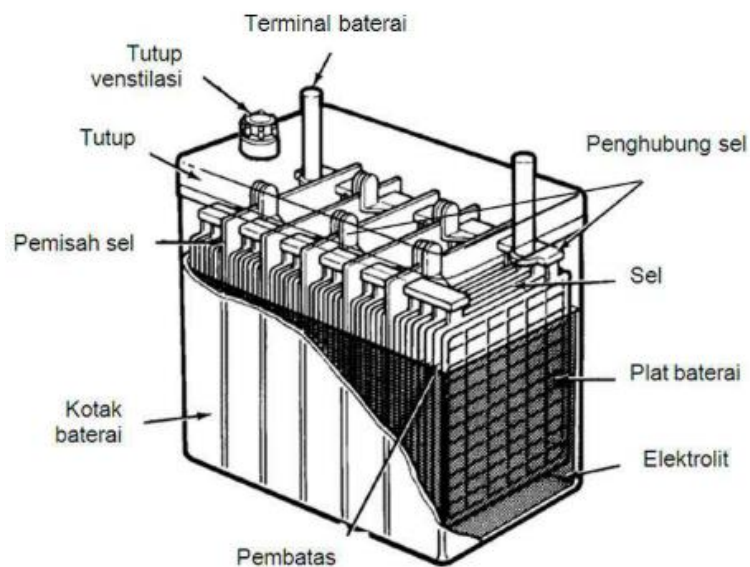
LANDASAN TEORI

2.1 Akumulator / Aki

Akumulator atau aki adalah sumber arus listrik searah yang bisa mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki pertama kali ditemukan oleh fisikawan perancis bernama Gaston Plante pada tahun 1859.

Kutub positif pada aki menggunakan lempeng oksida (PbO_2) dan kutub negatif nya menggunakan lempeng timbal (Pb) sedangkan elektrolit nya menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4). Ketika aki sedang dipakai akan mengalami reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada anoda (reduksi) dan katoda (oksidasi) (Setiono et al., 2015).

2.1.1 Struktur Aki



Gambar 2. 1 Struktur Akumulator

Gambar 2.1 menunjukkan struktur akumulator pada umumnya, yang dimana fungsi akumulator ini adalah mengubah energi dari reaksi kimia kimia menjadi

energi listrik yang dapat menghasilkan arus listrik (saat sirkuit tertutup) diantara dua kutub (terminal positif dan negatif) yang memiliki beda potensial. Berdasarkan struktur dan prinsip nya sebagai berikut:

1. Plat positif dan negatif

Plat positif dan plat negatif merupakan komponen utama pada aki. Kualitas plat sangat menentukan kualitas suatu aki, plat-plat tersebut terdiri dari rangka yang terbuat dari panduan timbal antimon yang di isi dengan suatu bahan aktif. Bahan aktif pada plat positif adalah timbal yang berwarna coklat, dan pada plat negatif adalah spons timbal yang berwarna abu-abu.

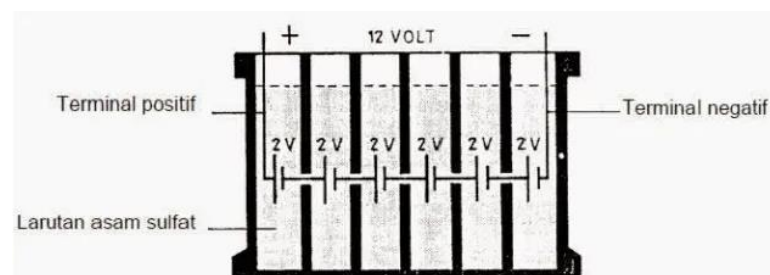
2. Separator

Separator (Penyekat) pada aki merupakan komponen yang berada pada aki. Separator terletak diantara plat positif dan negatif, pada separator ini terdapat pori-pori yang dapat memungkinkan elektrolit bisa melewatinya. Bagian separator ini juga berfungsi untuk mencegah terjadinya hubung singkat antara plat positif dan plat negatif.

3. Elektrolit

Cairan yang digunakan untuk akumulator adalah larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang tidak berwarna dan tidak berbau.

4. Penghubung antara sel



Gambar 2. 2 Penghubung antara sel

Gambar 2.2 menunjukkan Sel aki yang terdiri dari plat positif dan plat negatif, diantara kedua plat tersebut dibatasi dengan separator. Sel yang terdapat pada baterai akan saling terhubung secara seri sehingga jumlah dari sel-sel akan menentukan besar tegangan baterai. Akumulator atau aki 12volt mempunyai 6 sel, sel merupakan unit aki yang mempunyai tegangan 2 volt. Penghubung (conector) sel akan menghubungkan sel secara seri. Terminal pada baterai ini terdiri dari dua buah terminal yaitu terminal positif dan terminal negatif. Terminal ini terletak pada bagian atas baterai.

5. Sumbat

Sumbat dipasang pada lubang untuk mengisi elektrolit pada tutup akumulator, biasanya terbuat dari plastik. Sumbat pada akumulator motor tidak mempunyai lubang udara.

6. Tutup

Tutup pada aki berfungsi untuk menutup lubang pengisian elektrolit aki. Pada tutup aki terdapat lubang ventilasi yang berfungsi untuk keluarnya gas *hydrogen* yang terbentuk saat proses pengisian, ketika gas hidrogen berada di dalam aki maka akan berakibat aki meledak.

2.1.2 Prinsip Kerja

Pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat pada aki. Pada saat aki dipakai, maka akan terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal sulfat ($PbSO_4$). Hal ini disebabkan kedua elektroda bereaksi terhadap asam sulfat, pada reaksi tersebut electrode timbal melepaskan banyak elektron. Akibatnya terjadi aliran arus yang mengandung asam sulfat. (Setiono et al., 2015)

2.2 Parameter Akumulator

Beberapa parameter yang penting dalam akumulator adalah:

2.2.1 Kapasitas Akumulator

Kapasitas akumulator adalah kekuatan transfer arus yang dapat diterima atau dilepaskan terhadap beban dengan waktu tertentu (jam). Kapasitas akumulator dinyatakan dengan *Ampere Hour* (Ah). Contohnya jika setiap akumulator memiliki kapasitas 35Ah maka akumulator tersebut harus siap menyuplai atau menerima 35A selama 1 jam.

2.2.2 Tegangan Akumulator

Tegangan terminal saat kondisi operasi dikenal dengan istilah tegangan nominal atau tegangan kerja. Nilai tegangan ini akan ditentukan oleh manufaktur pembuat akumulator. Tegangan ini biasanya bernilai 6V, 12V, 24V dan lain sebagainya.

2.2.3 *State of Charge* (SOC)



Gambar 2. 3 *State of Charge*

Gambar 2.3 menunjukkan indikator baterai dimana yang berwarna hijau menunjukkan jumlah energi yang tersimpan di dalam baterai. State of charge adalah perbandingan energi yang tersisa dengan kapasitas energi maksimum pada baterai.

Nilai State of charge juga bisa dinyatakan dalam bentuk persentase, 0%-100%. Estimasi State of charge adalah salah satu hal yang penting dalam penerapan baterai. Estimasi nilai state of charge yang akurat sangat diperlukan untuk menghindari dari kerusakan sistem, mencegah baterai dari keadaan over charge dan over discharge yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada baterai. Contoh apabila baterai memiliki kapasitas 100% dan telah digunakan 20%, maka SOC nya 80% (Rahmawan, 2018).

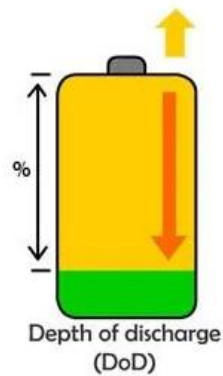
Tabel 2. 1 *Indikator State of Charge* untuk baterai asam timbal

INDIKATOR STATE OF CHARGE UNTUK BATERAI ASAM TIMBAL 12V		
Tegangan	SOC	Keterangan
>12.6	100%	Tegangan ini adalah perkiraan dan dipengaruhi oleh suhu baterai.
12.5	90%	
12.4	80%	
12.3	70%	
12.2	60%	
12.1	50% (DoD)	Tegangan pada level ini akan mengurangi masa pakai baterai DoD pada baterai asam timbal 50%
11.9	40%	
11.8	30%	
11.6	20%	
11.3	10%	Tegangan pada level ini kemungkinan baterai akan mengalami kerusakan permanen
10.5	0	

Sumber: [<https://www.builder.id/dod-baterai-dan-soc-baterai/>]

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa pada tegangan 12.2 volt sampai >12.6 volt bahwa kondisi akumulator ini dalam keadaan baik, ketika tegangan menurun dari 12.1 volt sampai 11.6 volt kondisi aki sudah dalam keadaan kurang baik dan akan menyebabkan berkurangnya siklus hidup pada akumulator ini sendiri, ketika mencapai tegangan 11.3 volt sampai 10.5 volt akumulator ini akan mengalami kerusakan secara permanen [<https://www.builder.id/dod-baterai-dan-soc-baterai/>].

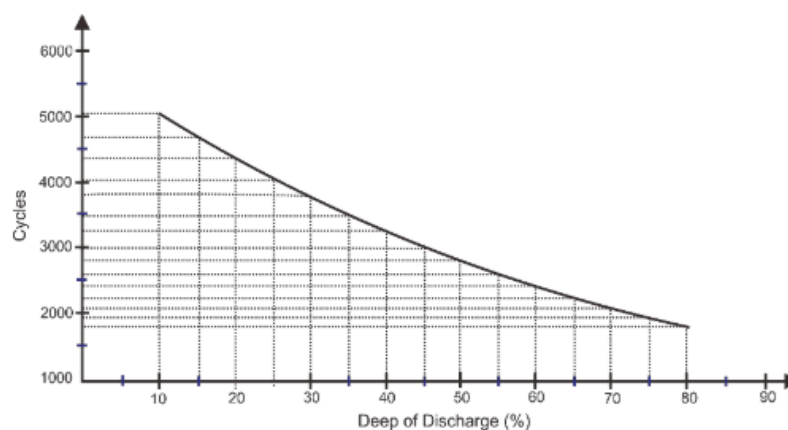
2.2.4 Depth of Charge (DOD)



Gambar 2. 4 *Depth of Discharge*

Gambar 2.4 menunjukkan baterai dalam keadaan DOD, dimana yang berwarna hijau adalah SOC nya dan yang berwarna kuning DOD nya. Depth of Discharge adalah status yang menampilkan energi yang telah digunakan pada baterai. Nilai Depth of Discharge juga bisa dinyatakan dalam bentuk persentase, 0%-100%. Dimana jika sebuah baterai memiliki nilai SOC sebesar 75%, maka baterai tersebut memiliki DOD sebesar 25%.

Dalam penerapannya nilai DOD baterai yang digunakan akan mempengaruhi jumlah siklus (cycles) baterai itu sendiri.



Gambar 2. 5 Grafik Pengaruh nilai DOD terhadap Siklus Baterai

Gambar 2.5 menunjukkan bahwa kita dapat mengetahui baterai lead-acid akan memiliki siklus hidup yang berbeda sesuai dengan besar atau kecilnya nilai DOD yang digunakan. Siklus hidup menunjukkan proses pengisian dan pengosongan, dinyatakan dalam 1 siklus yaitu 1 pengisian dan 1 pengosongan. Jumlah siklus baterai akan bernilai sekitar 4000 kali dengan DOD yang digunakan sebesar 25%. Sedangkan untuk DOD sebesar 80% baterai akan memiliki siklus sekitar 1800 kali. Pemilihan nilai DOD yang digunakan akan sangat penting untuk menentukan jumlah siklus atau umur baterai yang diinginkan. Semakin besar nilai DOD maka akan berkurang siklus hidup baterai itu sendiri (Rahmawan, 2018).

2.2.5 *Self Discharge*

Self Discharge adalah pengurangan energi pada baterai ketika baterai tidak digunakan terhadap beban. Hal tersebut dikarenakan adanya proses reaksi kimia yang terjadi di dalam baterai. *Self Discharge* akan semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu di sekitar baterai. Oleh karena itu untuk mengurangi *self discharge* pada baterai, harus di perhatikan suhu di sekitar, tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas.

2.2.6 Karakteristik Akumulator

Tabel 2. 2 Karakteristik Akumulator

Sumber : (Ahmad et al., 2016)

Karakteristik	Lead Acid
Spesifikasi energi (Wh/g)	30-50
Tegangan per sel	2V
Tegangan Cutoff Charge (V/cell)	2,4V
Tegangan Cut off Discharge (V/cell)	1,7V
Suhu saat pengisian dan pengosongan	-20 sampai 50°C
Perawatan	3 sampai 6 bulan
Keamanan	Suhu Stabil

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang dikemas adalah sebuah IC (*Intergrated Circuit*). Mikrokontroler ini merupakan sebuah sistem komputer yang memiliki tugas spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi.

Didalam Mikrokontroler terdapat beberapa komponen komputer di antaranya: *CPU*, *ROM*, *RAM*, dan *Port I/O (Input/Output)*. Berikut merupakan penjelasan mengenai komponen penyusun mikrokontroler:

1. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU adalah suatu unit pengolah pusat yang terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*control unit*) dan unit logika (*archmetic and logic unit*). Adapun fungsi utama dari unit pengendali ini adalah mengatur dan mengendalikan semua peralatan yang ada pada sistem komputer dan juga dapat mengatur kapan alat input menerima data dan kapan data diolah serta ditampilkan pada alat output.

2. ROM (*Read Only Memory*)

ROM adalah sebuah memori digunakan hanya untuk mengingat. Dalam dunia mikrokontroler, ROM digunakan untuk menyimpan program-program mikrokontroler. Program disimpan dalam format biner ("0" atau "1").

3. RAM (*Random Acces Memory*)

RAM adalah memori yang dapat dibaca. RAM hanya digunakan untuk menyimpan data dan program.

4. Port I/O (*Input/Output*)

Port Input/Output digunakan untuk menghubungkan ke berbagai perangkat seperti LED, LCD, Memori, Buzzer dan perangkat I/O lain ke mikrokontroler.

2.2.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* nya sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet Of Things* (Imran, 2020).

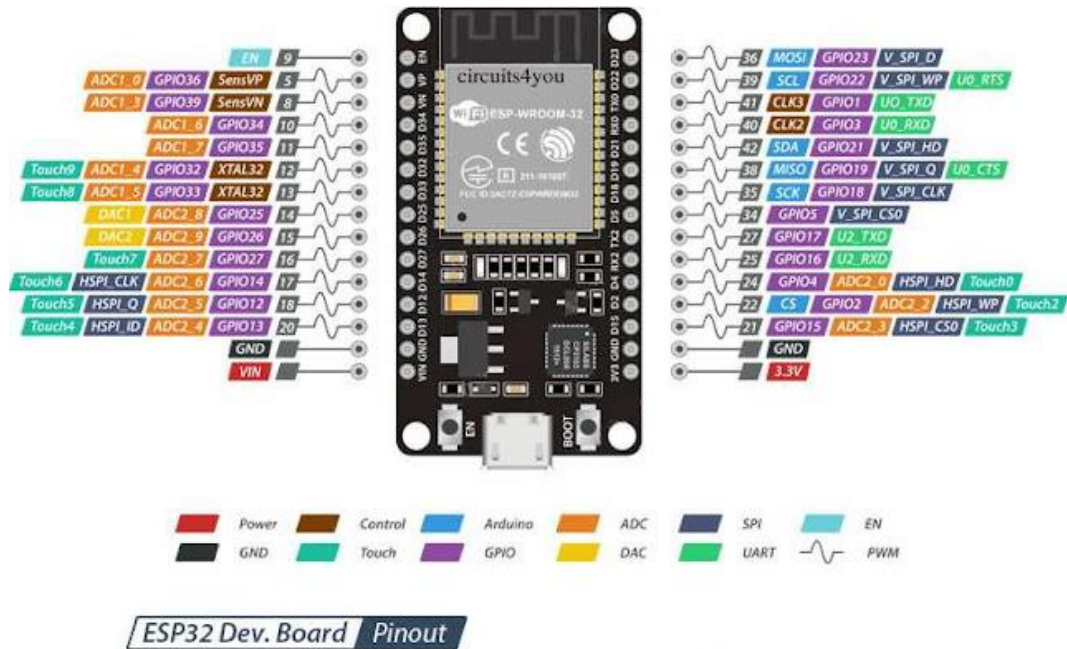
ESP 32 ini memiliki fitur yang lebih unggul dari mikrokontroler lainya, berikut kelebihan ESP 32 bisa dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 2. 3 Perbedaan Mikrokontroler

Sumber: (Imran, 2020)

Keterangan	Arduino Uno	ESP 8266	ESP 32
Tegangan	5 Volt	3.3 Volt	3.3 Volt
CPU	ATmega328 16MHz	Xtensa single core L106- 60MHz	Xtensa dual core LX6-160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
<i>Flash Memory</i>	32 kB	16 MB	16 MB
SRAM	2 kB	160 kB	512 kB
GPIO pin (ADC/DAC)	14(6/-)	17(1/-)	36 (18/2)
<i>Bluetooth</i>	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada

Pada Tabel 2.3 diatas dapat dilihat bahwa mikrokontroler ESP 32 memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya, seperti konsumsi daya yang rendah, mendukung kebutuhan *Bluetooth*, GPIO pin (ADC/DAC) dan keunggulan lainnya.



Gambar 2. 6 PIN OUT ESP32

Gambar 2.6 Menunjukkan posisi pada setiap Pinn dan fungsi masing-masing pin, untuk koneksi data ke setiap komponen yang akan di hubungkan ke mikrokontroler ESP32

Tabel 2. 4 Karakteristik ESP 32

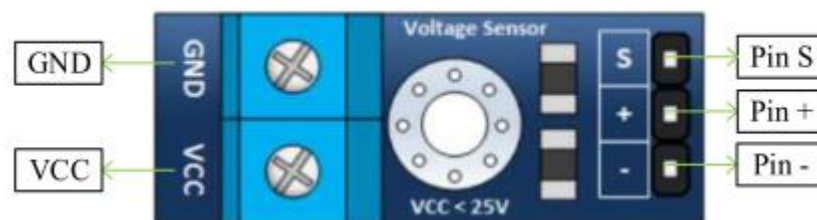
Tegangan kerja	3.3V sampai 5V
Kuat arus	10 mA
Jarak temperature	-20 sampai 30 °C
Dimensi	14.6 cm x 6.2 cm

2.3 Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi atau mengubah suatu besaran menjadi satuan analog maupun digital sehingga dapat dibaca oleh rangkaian elektronik.

2.3.1 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC adalah rangkaian pembagi tegangan yang dibuat menjadi sebuah modul. Modul sensor tegangan ini mampu mengukur tegangan sampai 25 Volt.



Gambar 2. 7 Sensor Tegangan

Sumber: (Imron et al., 2018)

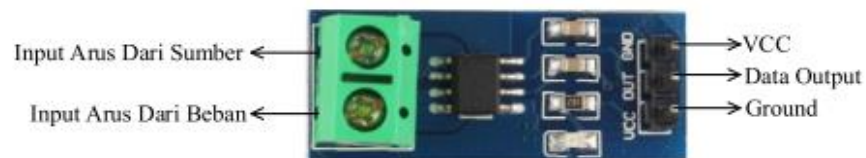
Gambar 2.4 menunjukkan Pin S yang merupakan pin *output* sensor untuk dihubungkan ke pin mikrokontroler sebagai pengirim data hasil pengukuran tegangan yang dilakukan sensor. Pin (+) dihubungkan dengan power pin 5V dan pin (-) dihubungkan ke power pin ground pada mikrokontroler sebagai suplai daya agar sensor dapat digunakan. Penggunaan sensor tegangan DC ini bertujuan untuk mendeteksi tegangan searah yang mengalir pada akumulator atau aki (Imron et al., 2018).

Tabel 2. 5 Karakteristik Sensor Tegangan DC

Tegangan kerja	5V
Kuat arus	10 mA
Jarak temperature	-20°C sampai 50 °C
Dimensi	14.6 mm x 6.2 mm

2.3.2 Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah sensor untuk mendeteksi arus, ACS712 ini memiliki berbagai tipe sesuai dengan arus maksimal nya yaitu 5A, 20A, 30A. ACS712 ini menggunakan VCC 5V. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional (suteja & surya antara, 2021).



Gambar 2. 8 Sensor ACS712 30A

Gambar 2.8 menunjukkan bahwa input pada sensor arus berasal dari jalur positif antara sumber dan beban. ACS712 menyediakan solusi hemat dan tepat untuk deteksi arus AC dan DC pada sistem industri, otomotif, komersil dan komunikasi. Tipikal pengaplikasian pada kendali motor, deteksi dan manajemen beban, *switched-mode* suplai daya, dan perlindungan kesalahan arus berlebih.

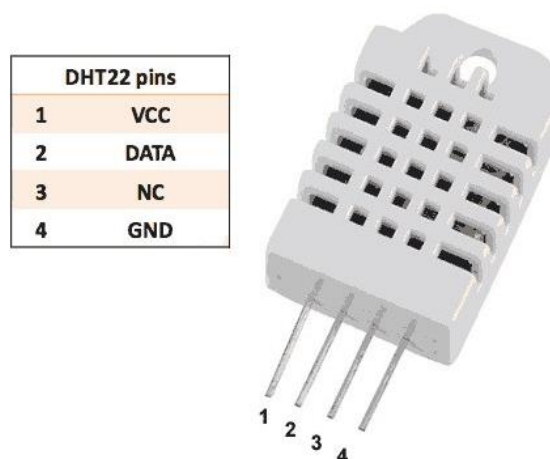
Tabel 2. 6 Karakteristik Sensor Arus ACS712

Tegangan kerja	4.5V-5.5 V
Kuat arus	13 mA
Jarak temperature	-40 Sampai 85 °C
Dimensi	14.6 mm x 6.2 mm

2.3.3 Sensor Suhu DHT22

Sensor DHT 22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara disekitarnya. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang baik dan fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat (Setiawan et al., 2016).

Sensor ini memiliki keluaran sinyal digital yang di kalibrasi dengan sensor suhu dan kelembapan yang komplek. DHT22 mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linearitas yang tinggi sehingga dapat mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus (Puspasari et al., 2020).



Gambar 2. 9 Sensor Suhu DHT22

Gambar 2.6 menjelaskan struktur sensor DHT 22 yang memiliki 4 buah kaki yaitu: pada bagian kaki 1 (VCC), dihubungkan ke bagian Vss yang bernilai sebesar 5V. Kaki 2 (Data) merupakan keluaran (*output*) dari sensor yang dihubungkan ke bagian PWM (*Pulse Width Modulation*) pada papan mikrokontroler. Kaki 3 NC (*Not Connected*) yang tidak dihubungkan ke pin manapun. Dan Kaki 4 (GND) dihubungkan ke ground (GND) pada papan mikrokontroler.

Tabel 2. 7 Karakteristik Sensor DHT22

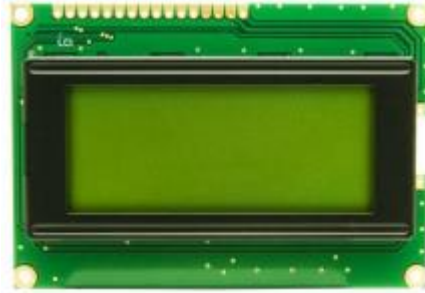
Sumber: (Juwariyah et al., 2020).

Tegangan kerja	DC 3-5 V
Kuat arus	2.5 mA max
Jangkauan kelembaban	0 – 100% / 2-5%
Jarak temperatur	-40 – 80°C / ±0.5 °C
Laju kecepatan sampling data	0.5 Hz (pembacaan tiap 2 sekon)
Dimensi	15.1x25x7.7 mm

2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit. LCD ini berfungsi sebagai penampil data dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik (Maulana, 2016)

Salah satu LCD (*Liquid Crystal Display*) yang sering digunakan adalah LCD dengan jumlah karakter 20x4



Gambar 2. 10 LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4

Sumber:(Ersha, 2018)

Gambar 2.10 menunjukkan tampilan LCD 20x4 yang mempunyai spesifikasi kaki sebagai berikut:

Tabel 2. 8 Spesifikasi Kaki pada LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4

Sumber:(Ersha, 2018)

No.	Pin LCD	Keterangan
1.	Pin 1	Merupakan <i>Ground</i>
2.	Pin 2	Merupakan VCC (+3 Volt atau +5 Volt)
3.	Pin 3	Pengatur Kontras
4.	Pin 4	<i>Register Select instruction</i>
5.	Pin 5	<i>Read/write LCD register</i>
6.	Pin 6	EN (Enable)
7.	Pin 7-14	Merupakan I/O (<i>Input/Output</i>) data.
8	Pin 15	VCC + LED
9.	Pin 16	Ground – LED

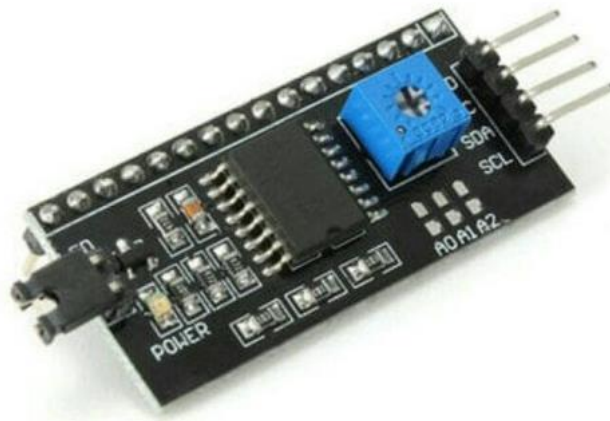
Pada LCD 20×4 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C atau Inter-Integrated Circuit. Dengan modul I2C, maka LCD 20x4 hanya memerlukan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk pemasok tegangan. Sehingga hanya memerlukan empat pin yang perlu dihubungkan ke ESP32 yaitu:

- GND: Terhubung ke ground
- VCC: Terhubung dengan 5V
- SDA: Sebagai I2C data dan terhubung ke pin 23
- SCL: Sebagai I2C data dan terhubung ke pin 21

Tabel 2. 9 Karakteristik LCD

Tegangan kerja	3v-5v
Kuat arus	10 mA
Jarak temperature	-20 sampai 70 °C
Dimensi	14.6 cm x 6.2 cm

2.4.1 Modul I2C

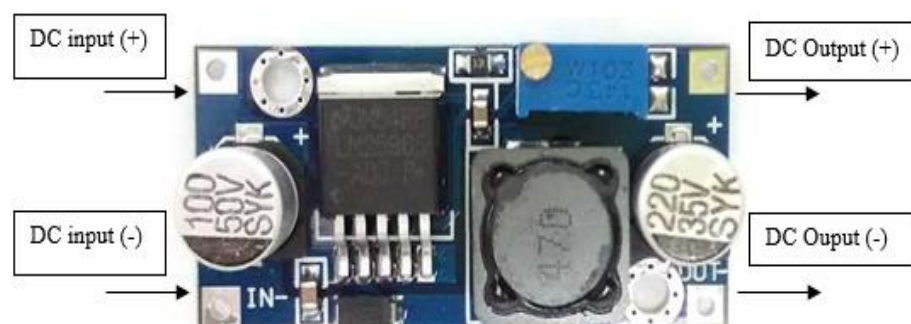


Gambar 2. 11 Modul I2C

Gambar 2.11 menunjukkan Modul I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem *I2C* terdiri dari saluran *SCL* (*Serial Clock*) dan *SDA* (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara *I2C* dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem *I2C* Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada *I2C* Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master.

2.5 Modul Stepdown LM2596

Komponen utama pada modul stepdown LM2596 ini adalah IC LM2596. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/*integrated circuit* yang berfungsi untuk stepdown DC converter dengan *current rating* 3A (Hasani, 2018).



Gambar 2. 12 Modul Stepdown LM2596

Sumber: (Hasani, 2018)

Gambar 2.12 menunjukkan modul stepdown LM2596 dimana modul ini bisa mengubah tegangan input 3-40 VDC menjadi tegangan output yang lebih kecil antara 1.5-35VDC dan memiliki arus keluaran maksimal 3A. Pada modul LM2596 ini terdapat potensiometer yang berfungsi untuk penyesuaian tegangan output, suhu pengoperasian modul ini pada: -45°C hingga 85°C .

Tabel 2. 10 Karakteristik Modul Stepdown

Tegangan kerja	4.5 V sampai 40 V
Kuat arus	0.2 A sampai max 3A
Jarak temperature	-40 Sampai 125 °C
Dimensi	14.9 mm x 10.16 mm

2.6 Indikator Sistem

Indikator sistem digunakan untuk memberikan indikasi bahwa sistem sedang berjalan, pada penelitian ini menggunakan 2 indikator *buzzer* sebagai indikator jika keadaan aki tidak normal dan LED (*Light Emitting Diode*) digunakan untuk indikator bahwa sistem sedang bekerja.

2.6.1 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang dirancang untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya, prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma, dan ketika kumparan diberi energi, itu menjadi elektromagnetik. Kumparan ditarik masuk dan keluar tergantung arah arus dan kutub magnet, tetapi karena kumparan menempel pada diafragma, saat kumparan bergerak maka diafragma bergerak maju mundur dan akan menggetarkan udara yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasanya digunakan sebagai indikator ketika terjadi kesalahan pada rangkaian elektrik (Christian & Komar, 2013).

Gambar 2. 13 *Buzzer*

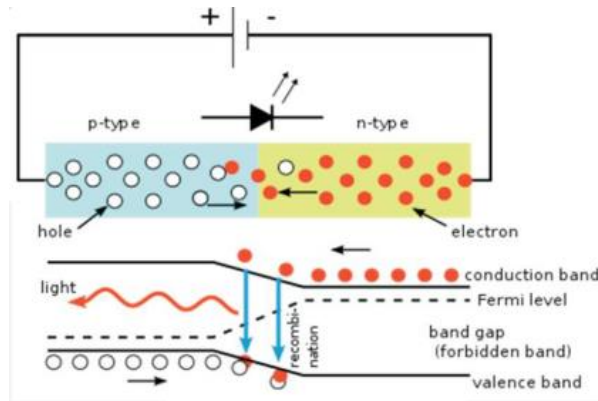
Gambar 2.13 menunjukkan bahwa *spesifikasi* dari *buzzer* dimana tabung yang berwarna putih merupakan sumber keluarnya bunyi, kabel yang berwarna biru merupakan pin negatif yang akan dihubungkan ke arus negatif atau GND dan kabel yang berwarna merah merupakan pin positif yang akan dihubungkan ke arus positif atau VCC 5 Volt.

Tabel 2. 11 Karakteristik Buzzer

Tegangan kerja	3v-5v
Kuat arus	30 mA
Jarak temperature	-25 sampai 80 °C
Dimensi	Ø 12 mm

2.6.2 LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah jenis dioda dengan fungsi khusus. LED hampir seperti dioda biasa, kecuali pada dioda biasa energi akan dikeluarkan dalam bentuk panas (disipasi daya), pada LED energi dilepaskan sebagai cahaya. Sebuah LED dapat memancarkan cahaya monokromatik yang disebabkan oleh pembiasan listrik maju dari p-n *junction*-nya.



Gambar 2. 14 Prinsip kerja (*Light Emitting Diode*)

Gambar 2.14 Prinsip kerja pancaran cahaya LED adalah ketika arus DC mengalir melalui p-n junction pada bahan semikonduktor, kutub positif sumber dihubungkan ke pin p LED, dan kutub negatif dihubungkan ke pin n. dari LED. Aliran elektron bertemu *hole* dan terjadi rekombinasi antara muatan positif *hole* dan muatan negatif elektron, sehingga energi cahaya dapat dilepaskan saat photon terbentuk. Warna yang dihasilkan oleh proses ini tergantung pada tingkat energi photon, yang ditentukan oleh celah energi bahan semikonduktor (Nugraha et al., 2020).

Tabel 2. 12 Karakteristik LED

Tegangan kerja	1.5 V sampai 2 V
Kuat arus	20 mA
Jarak temperature	-25 Sampai 80 °C
Dimensi	14.6 cm x 6.2 cm

2.8 IoT (Internet of Things)

Internet of Things, juga dikenal sebagai akronim untuk IoT, adalah sebuah konsep yang dirancang untuk memperluas manfaat dari koneksi Internet yang terus

menerus terhubung, memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, perangkat, dan objek fisik lainnya dengan sensor dan aktuator jaringan untuk menangkap data. dan mengelola kinerja mereka sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk bekerja sama, bahkan tidak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (Efendi, 2018).

Internet of Things adalah segala sesuatu atau perangkat elektronik yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna melalui Internet untuk memantau atau mengontrol kebutuhan perangkat elektronik. Ide awal dari Internet of Things pertama kali dikemukakan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 (Surahman et al., 2021)

2.8.1 Cara Kerja Internet of Things

Cara kerja IoT adalah setiap objek harus memiliki perangkat Internet Protocol (IP). Alamat Protokol Internet (IP) adalah pengidentifikasi pada jaringan yang memungkinkan objek lain di jaringan yang sama untuk mengontrolnya. Selain itu, alamat Internet Protocol (IP) di objek-objek ini akan terhubung ke jaringan Internet di mana IoT dapat menghubungkan berbagai objek dengan perangkat yang mempunyai IP (Wilianto & Kurniawan, 2018)



Gambar 2. 15 Cara Kerja *Internet of Things*

Gambar 2.12 menunjukkan Cara kerja IoT yang memiliki 3 elemet utama yaitu: Barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat memberikan koneksi ke internet seperti *Modem* dan *Router wireless speedy* dan *cloud* data center tempat menyimpan aplikasi beserta data base.

2.8.2 Manfaat penggunaan IoT (*Internet of Things*)

Berikut beberapa manfaat dari penggunaan IoT (*Internet of Things*)

1. Konektivitas

Pada era modern ini, kita bisa merubah dari pengoprasian dari yang tadinya serba manual sekarang sudah bisa menerapkan IoT yang bisa mengoprasikan banyak perangkat hanya dengan satu perangkat menggunakan *smathphone android*.

2. Kemudahan

IoT (*Internet of Things*) akan memberikan kemudahan kepada penggunanya. Pengguna IoT cukup untuk membuka 1 perangkat smarthphone untuk mengakses perangkat yang sudah diterapkan IoT (*Internet of Things*).

3. Efisien

Dengan adanya peningkatan pada konektivitas, dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan jumlah waktu yang biasanya dihabiskan untuk melakukan tugas yang sama.

2.11 Blynk

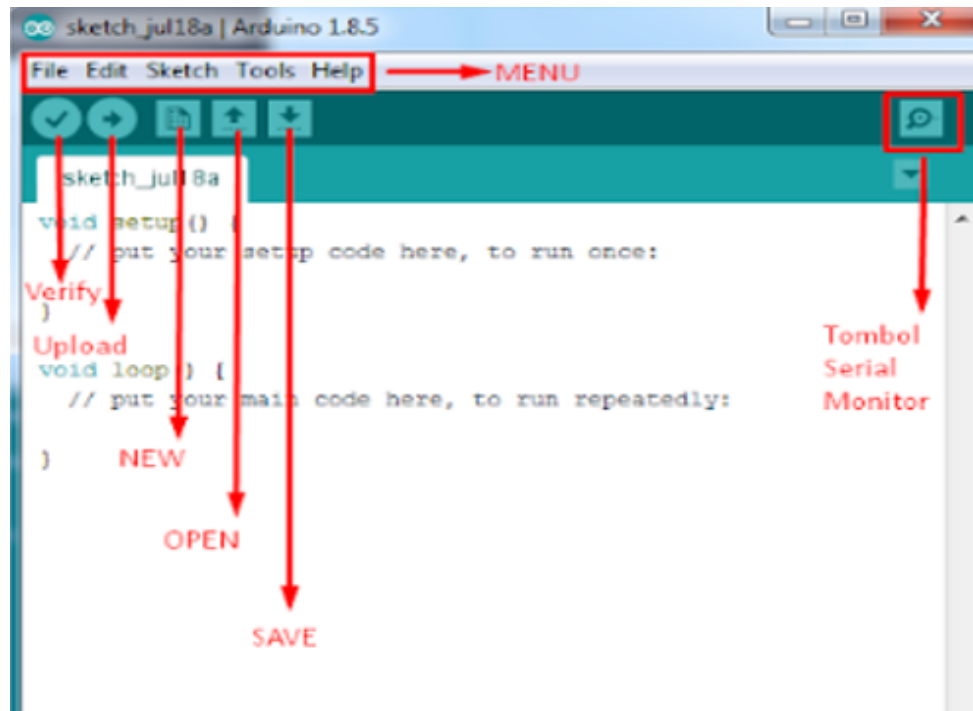


Gambar 2. 16 Blynk IoT

Gambar 2.16 adalah *Blynk IoT* Untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module Arduino, Rasberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, ESP32, dan module sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag and drop widget. Penggunaanya sangat mudah untuk mengatur semuanya. Dari palform aplikasi ini dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil (Budiman et al., 2021).

2.12 Arduino IDE

Arduino IDE didefinisikan sebagai multi-platform elektronik opensource yang dapat berjalan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Macintosh dan Linux, dibuat dalam bahasa Java dan berasal dari Processing IDE. Program atau kode yang ditulis untuk papan Arduino disebut sketsa (Priyono et al., 2015).



Gambar 2. 17 Toolbar pada Arduino IDE

Gambar 2.17 menunjukkan toolbar pada Arduino IDE dimana pada setiap toolbar memiliki fungsi yang berbeda-beda:

1. Editor program, Merupakan windows yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program Bahasa *processing*
2. Verify, Berfungsi untuk melakukan pengecekan kode sketch apakah terdapat *error* atau tidak sebelum di upload ke board arduino.
3. Uploader, Berfungsi untuk mengirim modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori pada board arduino.
4. New, Berfungsi untuk membuat file sketch baru.
5. Open, Berfungsi untuk membuka seluruh daftar sketch pada sketchbook arduino.
6. Save, Berfungsi untuk menyimpan kode sketch yang telah deprogram pada sketchbook.

7. Serial Monitor, Berfungsi untuk menampilkan data serial yang dikirimkan dari board arduino.

2.13 Penulisan Terkait

Berdasarkan studi tentang *Monitoring* kondisi aki pada kendaraan menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT) yang pernah dilakukan. Beberapa penelitian yang signifikan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 13 Penelitian Terkait

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun penelitian	Pembahasan Jurnal
1	Rancang bangun Sistem Monitoring Kondisi Aki pada kendaraan Bermotor (Agustian, 2015)	Leonandi Agustian	Universitas Tanjung Pontianak, 2015	Penelitian ini membahas tentang sistem perancangan yang menghasilkan sebuah alat yang dapat mengetahui dan memantau kondisi Aki Motor
2	Monitoring Arus dan Tegangan pada baterai Kendaraan Bermotor (ACCU) Berbasis Arduino	Zainul As'adi, Alex Harijanto,	Universitas Jember, 2017	Penelitian ini membahas tentang perancangan yang menghasilkan sebuah alat monitoring

	Uno(As'adi et al., 2017)	Bambang Supriadi		peralatan pencatu daya yang dilengkapi dengan tanda pemberitahuan di laptop
3	Rancang Bangun alat monitoring tegangan akumulator dengan output suara pada Mobil(Thohira, 2016)	Khairut Thohira	Universitas pembangun an Panca Budi,2019	Penelitian ini membahas tentang perancangan alat monitoring tegangan, arus akumulator mobil yang memiliki output suara menggunakan Module DFplayer dan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno
4	Sistem monitoring perawatan kendaraan berbasis internet of things (IoT) (Attubel et al., 2019)	Muchin Attubel, Diky Siswanto, Mohamma	Unibersitas Widyagama Malang, 2019	Penelitian ini membahas tentang perancang sistem monitoring kendaraan bermotor, dimana

		d Mukhsim		mikrokontroler dihubungkan ke sistem sepeda motor agar bisa mengetahui indikator ganti oli, lokasi kendaraan dan kondisi mesin <i>on/off</i>
--	--	--------------	--	--

Berdasarkan Tabel 2.3 dimana merupakan hasil beberapa penelitian terkait monitoring akumulator yang telah dilaksanakan, maka pembeda dari penelitian ini yaitu pada penelitian sistem monitoring terhubung dengan *Internet of Things* sehingga monitoring dapat dilakukan secara *offline* melalui LCD 20×4 dan secara *online* melalui *platform Blynk*. Disamping itu, monitoring dilakukan dengan memantau tegangan, arus dan suhu ketika kendaraan dalam keadaan mati ataupun hidup.

Akumulator yang digunakan merupakan Incoe 12V 35Ah. Hal-hal tersebut merupakan pembeda penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian ini dengan judul “Sistem Monitoring kondisi aki pada kendaraan menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis *Internet of Things*”. Dengan cara kerja sistem monitoring di bawah ini:

1. Sensor tegangan DC 0-25V akan mengukur tegangan pada akumulator saat kendaraan mati atau hidup secara *real time*.

2. Sensor arus ACS712 akan mengukur arus pada akumulator saat kendaraan mati atau hidup secara *real time*.
3. Sensor Suhu DHT22 akan mengukur suhu lingkungan saat kendaraan mati atau hidup secara *real time*.
4. ESP32 berperan sebagai mikrokontroler yang akan menerima data dari sensor tegangan DC 0-25V, sensor arus ACS712 dan Sensor suhu untuk mengolahnya sehingga bisa ditampilkan melalui LCD 20×4 dan juga dapat dikirimkan menuju sistem IoT.
5. Sistem IoT yang menerima data dari ESP32 adalah *platform Blynk*.

Hasil dari sistem monitoring dapat diakses pada LCD 20×4 (monitoring *offline*) dan pada *Blynk* (monitoring *online*). Data-data yang ditampilkan pada kedua wadah tersebut akan memiliki nilai yang sama karena berasal dari sumber data yang sama yaitu data yang ada di ESP32.