

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan beberapa referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Untuk mengetahui tingkat efektifitas dalam merancang alat pemeras madu berbasis mikrokontroler ATmega 16.

Menurut Hidayat (2022) dalam penelitiannya merancang dan membangun alat ekstraktor madu otomatis berbasis Arduino yang mampu meningkatkan efisiensi proses pemerasan madu dibandingkan dengan alat ekstraktor madu manual yang digunakan petani saat ini. Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat meliputi Arduino Uno: Digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengontrol proses ekstraksi madu, Motor AC: Digunakan untuk memutar tabung ekstraktor madu, Pelindung keypad LCD 1602: Digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan informasi dan mengatur pengaturan pada alat, Relay: Digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengontrol daya listrik yang diteruskan ke motor.

Menurut Pupung (2020) dalam penelitiannya membuat alat pemeras madu yang lebih ergonomis karena dirancang berdasarkan antropometri tubuh manusia sehingga lebih mudah digunakan. Hasil yang diperoleh dengan mesin ini masih kurang optimal karena air madu yang masih kurang optimal karena masih bercampur dengan isi madu, serta biaya pembuatan pembuatan alat ini relative mahal.

Menurut Taufiq (2021) dalam penelitiannya merancang alat ekstraktor madu dua tingkat dengan penggerak mesin bensin, alat ini berfungsi untuk meningkatkan produksi madu dengan lebih banyak slot untuk kotak sarang madu yang akan diekstraksi, yaitu sebanyak 16 slot yang terdiri dari 8 slot di atas dan 8 slot di bawah. Selain itu, dengan sistem penggerak motor bensin, alat ini bisa digunakan dimana saja karena tidak memerlukan tenaga listrik.

Menurut Junaedy (2023) dalam penelitiannya yang dapat secara efektif dan efisien membantu peternak lebah dalam memanen madu dalam jumlah banyak, alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya mesin las, elektroda, gurinda, roll meter, obeng, solder, mistar siku. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya seperti Arduino nano, *Push button*, LCD, *Driver* motor L298D, Gearbox motor DC 12V, Adaptor, IC 7805, besi hollow, besi plat, bearing, dan besi poros. Alat-alat tersebut digunakan untuk merancang alat pengekstraksi madu otomatis berbasis mikrokontroler ATmega328.

Menurut Syakhroni (2017) alat pemeras madu dengan mempertimbangkan faktor ergonomi bagi kelompok petani madu di Kabupaten Batang. Petani madu ingin peralatannya yang lebih ergonomis sehingga pengoperasiannya lebih mudah. Para petani madu ingin melihat beberapa perbaikan, seperti pemasangan roda dan forklift manual untuk memudahkan memindahkan peralatan tanpa harus mengangkatnya saat memproduksi di hutan, dasar berbentuk kerucut untuk tabung kontainer, dan reposisi keran untuk pengeluaran madu yang lebih baik. Perubahan ukuran

rangka yang cepat, rem untuk memperlambat dan menghentikan putaran rangka, serta perlunya mengembangkan pengoperasian manual sebagai cadangan ketika motor listrik alat ini tidak berfungsi.

B. Landasan Teori

Bagian ini terdiri atas teori-teori dasar yang mendukung dan saling terkait dengan penelitian

1. Madu

Madu merupakan makanan manis dan kaya rasa, berwarna keemasan hingga coklat tua, tinggi gula dan rendah lemak. Selain mineral dan komponen lain seperti zat besi dan belerang, madu juga mengandung berbagai vitamin, betakaroten, flavonoid, asam fenolik, asam urat, asam nikotinat, antibiotik, dan enzim pencernaan. Nilai gizi madu berperan sebagai antioksidan, dan bersama-sama zat-zat ini melindungi sel-sel sehat dan mencegah radikal bebas (Wijaya, 2022).

Pengembangan perternakan lebah dinilai penting mengingat potensi besar Indonesia dibidang tersebut. Iklim dan lingkungan alam Indonesia ideal untuk perternakan lebah, dengan sumber makanan (makanan lebah) tersedia sepanjang tahun dan beragam spesies lebah yang ada. Sementara itu, perternakan lebah juga sudah dikenal masyarakat sejak zaman dahulu, yang tidak kalah penting adalah masih besarnya pasar produk lebah madu yang dapat memenuhi kebutuhan domestik dan internasional (Kuntadi, 2014).

Madu adalah cairan alami yang dihasilkan oleh lebah dan merupakan cairan manis, kental dan bergizi. Madu memberikan banyak manfaat bagi kesehatan manusia, salah satunya untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan melancarkan proses penyembuhan alami tubuh setelah sakit. Madu umumnya digunakan dalam pengobatan herbal dan masyarakat menjadi lebih sadar akan risiko bahan kimia terhadap kesehatan (Sobur, 2010).

Madu merupakan zat manis alami yang dihasilkan oleh lebah dari nektar bunga untuk menghasilkan produk alami lezat yang disebut madu. Madu adalah cairan kental yang warnanya bervariasi dari kuning pucat hingga kecoklatan, rasanya yang manis dan harum serta segar (Moruk, 2006).

Madu merupakan suatu yang sering ditemukan di perhutanan dan sudah dikenal sejak zaman dahulu dan mempunyai banyak manfaat, yaitu sebagai penyembuh luka, menangkal racun, penambah nutrisi dan kosmetik, serta sebagai bahan baku industri makanan dan minuman, untuk mendapatkan madu murni itu sendiri perlu memisahkan bagian madu berupa propolis dari cairan madu itu sendiri. (Aldino, 2018).

Proses produksi madu melibatkan beberapa langkah, yaitu dengan memilih sarang yang sudah terisi dengan madu (siap dipanen), hilangkan lapisan penutup sarang dengan pisau, mengeluarkan sisir yang sudah dikupas dengan alat pemeras sarang lebah (ekstraktor madu), dan penyaringan madu. Proses ekstraksi sarang lebah merupakan salah satu tahapan yang berdampak signifikan terhadap kualitas produksi madu.

2. Metode Sentrifugal

Gaya sentrifugal timbul ketika suatu benda atau cairan berputar dengan kecepatan tinggi, gaya sentrifugal ini menyebabkan partikel-partikel dalam cairan atau campuran untuk bergerak menjauh dari poros putaran, gaya ini dapat didefinisikan sebagai hasil gaya lain yang bekerja berlawanan arah sepanjang satu sumbu, ketika ada gaya sentripetal maka terjadilah gaya sentrifugal (Saputra, 2024).

Prinsip alat ekstraktor yang menggunakan metode sentrifugal adalah sarang lebah yang telah berisi madu dimasukan dengan rapi kedalam bingkai madu. Pengoperasian dasar ekstraktor madu melibatkan memasukkan sarang berisi madu dengan hati-hati ke dalam bingkai madu, langkah selanjutnya adalah memutar frame secara terus menerus hal ini akan menyebabkan cairan madu keluar dari sarang lebah dan menempel pada dinding tabung penyimpanan karena adanya gaya sentrifugal yang dihasilkan di dalam rangka kemudian akan jatuh dan berkumpul di dasar tabung penyimpanan.

3. Ekstraktor Madu

Madu diekstraksi dari sarangnya dengan cara dihancurkan atau dengan menggunakan ekstraktor madu. Menghancurkan sarang lebah madu adalah metode yang sering digunakan untuk mengeluarkan madu dari sarangnya. Setelah itu, madu disaring untuk menghilangkan lilin lebah dan kotoran lainnya. Ekstraktor madu digunakan untuk mengeluarkan madu dari sarang lebah tanpa menyebabkan kerusakan pada sisir sarang lebah, ekstraktor madu menghilangkan madu dari sisir.

Gaya sentrifugal menggerakkan bingkai keranjang ekstraktor yang berputar di dalam tabung ekstraktor madu atau penampung madu. Alat ekstraktor madu ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Alat Ekstraktor Madu

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Ada dua jenis ekstraktor yaitu tipe radial dan tipe tangensial, perbedaan utama diantara keduanya terletak pada posisi bingkai/frame didalam tabung ekstraktor, tipe radial memiliki kapasitas tabung penampung yang lebih besar dan sarang madu diletakan secara melingkar sedangkan pada tipe tangensial memiliki tabung penampung madu yang lebih kecil dan sarang lebah madu diletakan secara tegak lurus, ekstraktor menggunakan manual dan sebagian besar menggunakan tenaga listrik tergantung pada skala produksi. Keduanya menggunakan gaya sentrifugal untuk mendorong madu keluar dari sarangnya atau sarang yang dibangun oleh koloni lebah untuk menyimpan madu, *honeycomb* terbuat dari sel-sel berbentuk segi enam dan berisi lilin yang mengandung madu. Selama proses ekstraksi, madu dipaksa keluar dari sel lilin yang terbuka mengalir ke dinding alat ekstraktor.

4. Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC (*Direct Current*) adalah motor listrik yang sering disebut motor arus searah ini memerlukan tegangan pada kumparan belitannya agar dapat diubah menjadi energi gerak mekanik. Pada motor DC, kumparan jangkar disebut sebagai rotor (bagian yang berputar) dan kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar). Bagian atau komponen utama motor DC (*Direct Current*) adalah sebagai berikut:

1. Kutub Medan

Medan motor DC (*Direct Current*) sederhana mempunyai dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan. Garis megnetik energi menyebar melintas ruangan terbuka diantaranya kutub utara ke selatan. Motor yang lebih besar atau lebih kompleks memiliki satu atau lebih elektromagnet.

2. *Current Elektromagnet* atau Dinamo

Dinamo berbentuk silinder, dihubungkan pada poros penggerak untuk menggerakkan suatu beban. Pada motor DC (*Direct Current*) yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub utara dan selatan hingga berubah posisi atau berganti lokasi

3. Commutator

Komponen ini digunakan untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya. Commutator sangatlah penting pada motor DC konvensional, meskipun pada motor DC modern (seperti motor DC tanpa sikat), fungsi commutator digantikan oleh pengontrol elektronik.

Pada penelitian ini menggunakan motor DC RS-895 D *Axis medium speed* seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Motor DC 895 D *Axis Medium Speed*

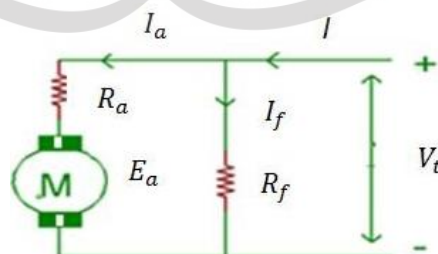
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 2.1 Spesifikasi Motor DC 895 D *Axis Medium Speed*

Spesifikasi	Detail
Tegangan	12 V
Kecepatan	3000 RPM
Maksimum arus	15 A
Diameter	5 cm
Panjang	7,2 cm

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Kecepatan motor DC Shunt hampir konstan. Tegangan penjepit yang konstan memungkinkan motor ini berputar hampir terus-menerus seiring perubahan beban. Gambar 2.3 menunjukkan rangkaian ekuivalen pada motor DC shunt.



Gambar 2.3. Rangkaian ekuivalen motor DC Shunt

Sumber: Royan (2015)

Motor DC (*Direct Current*) Shunt kumparan medan dihubungkan secara paralel dengan jangkar, sehingga kecepatan putaran berbanding lurus dengan tegangan catu daya (tegangan terminal motor) dan arus jangkar. Seperti pada Gambar 2.3 dengan demikian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_a = V_t - I_a R_a \quad \dots\dots\dots (i)$$

$$V_t = I_f R_f$$

$$I = I_a + I_f$$

$$n = \frac{E_a}{C\phi}$$

Keterangan:

E_a : Tegangan induksi (Volt)

V_t : Tegangan terminal motor DC (Volt)

R_a : Hambatan jangkar (Ohm)

I_a : Arus jangkar (Ampere)

R_f : Hambatan medan shunt (Ohm)

I_f : Arus medan shunt (Ampere)

ϕ : Fluks/kutub magnet (Weber)

n : Kecepatan putaran (RPM)

C : Konstanta motor

Pengendalian kecepatan motor DC (*Direct current*) dapat dicapai dengan memalipulasi tiga variable secara manual atau otomatis, arus jangkar (I_a) tidak digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor karena ditentukan oleh besarnya beban yang diberikan pada jangkar motor.

Terdapat tiga metode dasar untuk pengendalian kecepatan pada motor DC (*Direct current*) yaitu sebagai berikut:

1. Pengendalian Flux Medan

Arus medan dan flux medan pada motor shunt diubah dengan mengubah tahanan geser medan yang digabungkan secara seri dengan medan shunt, arus medan dan fluks medan motor shunt dapat diubah ketika resistansi atau hambatan pada rangkaian medan meningkat maka fluks medan berkurang dan akhirnya kecepatan motor meningkat. Sebaliknya jika resistansi atau hambatan pada rangkaian medan berkurang maka kecepatan motor akan menurun.

2. Pengendalian Tahanan Jangkar

Pengendalian tahanan jangkar dengan menghubungkan resistansi variabel secara seri dengan jangkar, maka tahanan jangkar motor dapat diubah dengan resistansi seri yang lebih tinggi menurunkan tegangan jangkar, yang memperlambat kecepatan pada motor dan sebaliknya, resistansi seri yang lebih rendah membuat motor lebih cepat. Ini biasanya digunakan untuk pengendalian kecepatan motor seri.

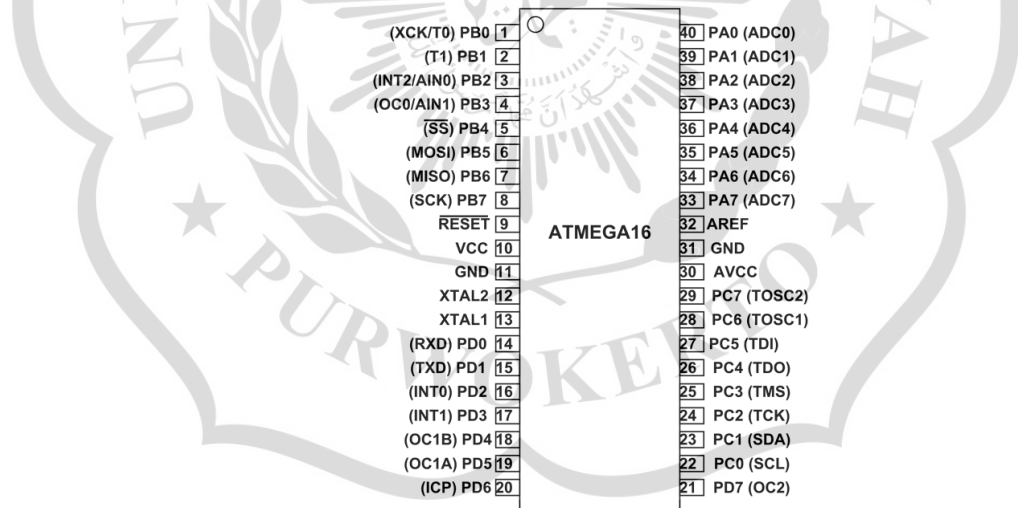
3. Pengendalian Tegangan Jangkar

Pengendalian tegangan jangkar ini adalah model yang mengatur tegangan jangkar dengan mengubah tegangan yang diterapkan pada rangkaian jangkar, salah satu regulasi tersebut adalah dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*).

5. Mikrokontroler Atmega 16

Mikrokontroler, umumnya dikenal sebagai mikrokomputer chip tunggal, adalah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar komponennya terdapat dalam satu chip sirkuit terintegrasi (IC). Meskipun semuanya memiliki persyaratan yang berbeda, mikrokontroler biasanya dikelompokkan ke dalam satu keluarga yang dapat diprogram dan diproduksi bersama.

Mikrokontroler Atmega 16 bertindak sebagai otak dari keseluruhan sistem yang berfungsi untuk memberikan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang akan diterima oleh *driver* motor DC (*Direct Current*). Konfigurasi pin ATmega 16 ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Konfigurasi Pin Atmega 16

Sumber: (Candra, 2021)

Secara ringkas pin-pin pada mikrokontroler ATmega 16 adalah sebagai berikut:

- a. VCC digunakan sebagai input positif catu daya 5V.
- b. GND digunakan untuk pin ground.
- c. Port A (PA0-PA7). Port A berfungsi untuk *input* analog pada konverter A/D. Jika A/D converter yang tidak digunakan, maka port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah. Pin yang ada di port menyediakan resistor *pull-up* internal. Port A adalah tri-stated dimana suatu kondisi reset menjadi aktif.
- d. Port B (PB0-PB7). Port B adalah pin I/O dua arah 8-bit dengan kisaran resistor *pull up* internal. Port B *output* buffer menyediakan daya dan memungkinkan control langsung tampilan di LED.
- e. Port C (PC0-PC7). Port C adalah pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull up* internal. Port C *output buffer* menyediakan daya dan memungkinkan control langsung terhadap tampilan LED.
- f. Port D (PD0-PD7). Port D adalah pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull up* internal. Port D *output buffer* dapat menyediakan daya dan dapat mengendalikan tampilan LED secara langsung.
 - RESET (Reset *Input*).
 - XTAL1 (Oscillator *Input*).
 - XTAL2 (Oscillator *Output*).
 - AVCC adalah pin yang menyuplai tegangan ke port A dan ADC.
 - AREF pin yang digunakan sebagai referensi analog untuk ADC.

6. Driver Motor DC BTS7960

Mikrokontroler tidak dapat mengendalikan Motor DC (*Direct Current*) secara langsung dikarenakan motor DC memerlukan daya yang besar dan daya keluaran dari mikrokontroler sangat rendah. Oleh karena itu mikrokontroler memerlukan rangkaian *driver* yang dapat meningkatkan daya dari 0 Volt menjadi 12 Volt. *Driver* motor DC digunakan untuk mengontrol pergerakan motor, dengan adanya *driver* motor DC, motor dapat bergerak ke arah kanan atau ke arah kiri. Pada penelitian ini *driver* motor yang digunakan adalah *driver* motor BTS 7960 di tunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5. *Driver* motor DC BTS7960

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Keterangan Pin *Input* dari *driver* motor DC BTS7960

- a. R_PWM = *Input* PWM *Forward Level*, Aktif *High*
- b. L_PWM = *Input* PWM *Reverse Level*, Aktif *High*
- c. R_EN = *Input* Enable *Forward Driver*, Aktif *High*
- d. L_EN = *Input* Enable *Reverse Driver*, Aktif *High*
- e. R_IS = *Forward Drive*, *side current* alarm output
- f. L_IS = *Reverse Drive*, *side current* alarm output
- g. Vcc = +5 V *Power Supplay* Mikrokontroler
- h. Gnd = Gnd Mikrokontroler

Keterangan Pin *Output* dari *driver* motor DC BTS7960

- a. W (-) = Di hubungkan ke Motor DC (V-)
- b. W (+) = Di hubungkan ke Motor DC (V+)
- c. B (+) = Tegangan Input V+ Motor
- d. B (-) = Tegangan Input V- Motor

Berdasarkan Gambar 2.5 *driver* motor DC BTS7960, *driver* tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 2.2

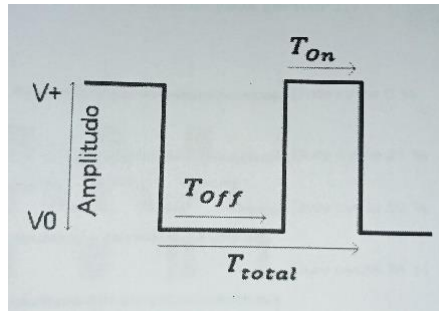
Tabel 2.2 Spesifikasi *Driver* motor DC BTS7960

Spesifikasi	Detail
Resistansi	16 m Ω @25 C ^o
Arus maksimum	43 A
Pakasitas PWM	25 kHz
Tagangan suplay	5,5 - 27 V
Tegangan mikrokontroler	5 V
Model	IBT-2

Sumber: Zuhrie (2021)

7. PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM (*Pulse Width Modulation*) umumnya merupakan teknik yang mengubah tegangan rata-rata dengan mengubah lebar pulsa seiring waktu. Sinyal PWM sering kali memiliki lebar pulsa yang berbeda tetapi frekuensi dasar dan amplitudonya tetap. Ukuran sinyal awal yang tidak termodulasi berhubungan langsung dengan lebar pulsa PWM. Artinya ini menunjukkan bahwa meskipun frekuensi gelombang sinyal PWM tetap. Namun duty cycle bervariasi (antara 0% sampai dengan 100%), dan bentuk pada pulsa PWM seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Bentuk pulsa PWM.

Sumber: (Royan 2015)

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \dots\dots\dots (ii)$$

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in} \dots\dots\dots (iii)$$

Keterangan:

V_{off} : Waktu pulsa off / pulsa rendah

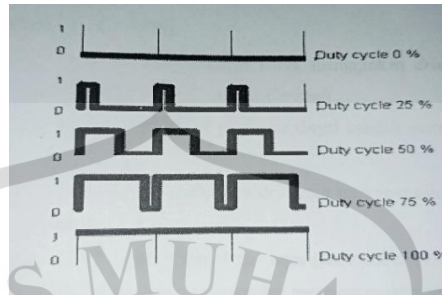
T_{on} : Waktu pulsa on / pulsa tinggi

V_{out} : Tegangan keluaran

V_{in} : Tegangan masukan

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah metode untuk mendapatkan signal analog dari perangkat digital teknologi. Sinyal PWM yang dapat dibangkitkan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan metode analog yang menggunakan rangkain op-amp ataupun dengan menggunakan metode digital, dengan metode analog yang digunakan setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan dengan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri, resolusi adalah banyaknya variasi perubahan nilai PWM.

Misalnya suatu PWM yang memiliki resolusi 8-bit yang berarti PWM ini akan melakukan 256 variasi perubahan nilai sesuai siklus kerja 0% sampai dengan 100% dari keluaran PWM, seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Duty cycle* PWM 8 bit

Sumber: (Royan & Luqman, 2015)

8. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Media tampilan yang menggunakan suatu kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang tajam. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) atau layar kristal cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar laptop, layar ponsel, layar kalkulator, layar jam digital, layar multimeter, monitor komputer, layar gaming, layar thermometer digital, dan elektronik lainnya (Imron, 2021).

LCD (*Liquid Crystal Display*) dibagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak titik LCD dan mikrokontroler yang menempel di bagian belakang panel LCD yang menampilkan huruf, angka dan dapat menampilkan simbol-simbol khusus, media ini sangat efektif dan efisien untuk menampilkan karakter pada layar. Bentuk fisik LCD (*Liquid Crystal Display*) seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pin-pin LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas *back lighting* mempunyai 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya dengan fungsi pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan semaksimal mungkin untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler, ringkas dari pin-pin pada LCD seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi Pin LCD 16 x 2

PIN	SIMBOL	FUNGSI
1	Vss	Catu daya yang memiliki tegangan positif
2	Vdd	Sambungan catu daya ground / 0v-3Vo
3	Vo	Kontrol kontras pada LCD
4	RS	Kontrol input untuk transfer data
5	Rw	Menulis dan membaca informasi atau karakter
6	E	Menggunakan modul untuk pengiriman data
7	DB0	Bus data yang mengirimkan data ke display
8	DB1	Bus data yang mengirimkan data ke display
9	DB2	Bus data yang mengirimkan data ke display
10	DB3	Bus data yang mengirimkan data ke display
11	DB4	Bus data yang mengirimkan data ke display
12	DB5	Bus data yang mengirimkan data ke display
13	DB6	Bus data yang mengirimkan data ke display
14	DB7	Bus data yang mengirimkan data ke display
15	A	Tegangan positif untuk backlight
16	K	Ground untuk <i>backlight</i>

Sumber: Royan (2015)

9. Push Button

Push Button adalah saklar yang dapat berfungsi ganda sebagai penghubung atau pemutus arus listrik dan disebut tombol tekan. Tombol tekan berkerja atas dasar bahwa dalam keadaan normal kontaknya tidak berubah saat tidak ditekan, bila ditekan kontak NC berperan sebagai penghenti (*stop*) dan kontak NO berperan sebagai menjalankan (*start*). Bentuk fisik *push button* seperti pada Gambar 2.9



Gambar 2.9. *Push Button*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Push button ada dua tipe yaitu:

1. *Tipe Normally Open (NO)*

Tombol ini disebut juga dengan tombol *start* karena kontaknya menutup apabila ditekan dan kembali akan membuka apabila dilepaskan. Ketika tombol ditekan, kontak bergerak menghubungi kontak tetap sehingga arus akan mengalir.

2. *Tipe Normally Close (NC)*

Tombol ini disebut juga tombol *stop* karena kontaknya terbuka apabila ditekan dan menutup apabila dilepaskan. Kontak bergerak terpisah dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

Pada penelitian ini saklar *push button* yang menggunakan adalah tipe *normally open*, hal ini bertujuan untuk memberikan interuksi kepada mikrokontroler ATmega 16 ketika saklar ditekan, sehingga mikrokontroler menerima inputan berupa perintah saklar *push button* yang mempresentasikan kecepatan PWM (*Pulse Width Modulation*) dan *timer*.

10. Kabel jumper

Kabel listrik dengan pin konektor di kedua ujungnya disebut sebagai kabel jumper. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kebutuhan penyolderan saat menghubungkan dua komponen satu sama lain atau ke komponen lainnya, kabel jumper ini menghubungkan rangkaian listrik dengan berperan sebagai penghantar listrik. Dua jenis konektor di ujung kabel yaitu: konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*) (Alfan, 2022). Bentuk fisik kabel jumper seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Kabel jumper

Sumber: Alfan (2022).

11. Power Supply

Power Supply atau umumnya disebut sebagai catu daya, adalah komponen sangat penting dari elektronik yang memiliki fungsi sebagai sumber energi untuk berbagai beban pada listrik. Komponen elektronik yang disebut sebagai catu daya memiliki fungsi untuk mengubah arus listrik bolak-balik AC menjadi arus listrik searah DC (*Direct Current*). Dua jenis catu daya adalah *linier* dan *switching*. Catu daya linier memberikan tegangan keluaran konstan ke beban, sementara catu daya *switching* memberikan tegangan yang mengalir ke beban berubah dalam beberapa detik. Sebenarnya, istilah "*linier*" dan "*switching*" berasal dari jenis perangkat pengontrol yang digunakan pada sumber daya. Bentuk fisik *Power Supply* seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Power Supply* 12 volt / 15 ampere

Sumber: Dokumentasi Pribadi