

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas tentang teori dan komponen penunjang dalam implementasi “Rancangan Bangun Alat Deteksi Pestisida untuk Memisahkan Tomat Organik dan Non-Organik Berbasis Mikrokontroler”.

#### 2.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan chip ATmega2560. Papan mikrokontroler ini memiliki 54 pin input / output digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Papan Mega 2560 kompatibel dengan mayoritas shield yang dirancang untuk Uno dan papan mikrokontroler sebelumnya. Dibawah ini merupakan wujud fisik dari Arduino Mega 2560 [4].



*Gambar 2.1 Arduinio Mega 2560*

External power supply dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan power dari external power supply yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari

12V, regulator tegangan bisa over heat yang pada akhirnya bisa merusak PCB. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa pin power pada Arduino Mega yang digunakan diantaranya [4]:

1. GND adalah ground atau negatif.
2. Vin. adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V
3. Pin 5V adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
4. 3V3 adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator

Arduino Mega 2560 memiliki jumlah pin terbanyak dari semua papan pengembangan Arduino, misalnya 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus sebesar 20mA. Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroler. Untuk lebih jelasnya, penjelasan pin-pin pada papan Arduino ini dapat dilihat pada tabel 1.1 dibawah ini [5].

*Tabel 2.1 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560*

<b>Pin Number</b>	<b>Pin Name</b>	<b>Mapped Pin Name</b>
1	PG5 ( OC0B )	Digital pin 4 (PWM)
2	PE0 ( RXD0/PCINT8 )	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 ( TXD0 )	Digital pin 1 (TX0)
4	PE2 ( XCK0/AIN0 )	-
5	PE3 ( OC3A/AIN1 )	Digital pin 5 (PWM)
6	PE4 ( OC3B/INT4 )	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 ( OC3C/INT5 )	Digital pin 3 (PWM)
8	PE6 ( T3/INT6 )	-
9	PE7 ( CLKO/ICP3/INT7 )	-
10	VCC	VCC
11	GND	GND

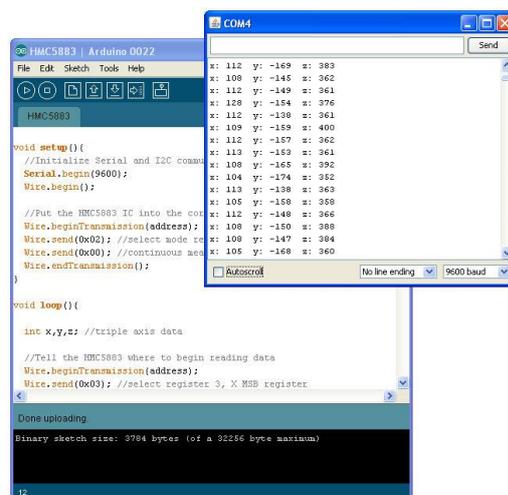
<b>Pin Number</b>	<b>Pin Name</b>	<b>Mapped Pin Name</b>
12	PH0 ( RXD2 )	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 ( TXD2 )	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 ( XCK2 )	-
15	PH3 ( OC4A )	Digital pin 6 (PWM)
16	PH4 ( OC4B )	Digital pin 7 (PWM)
17	PH5 ( OC4C )	Digital pin 8 (PWM)
18	PH6 ( OC2B )	Digital pin 9 (PWM)
19	PB0 ( SS/PCINT0 )	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 ( SCK/PCINT1 )	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 ( MOSI/PCINT2 )	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 ( MISO/PCINT3 )	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 ( OC2A/PCINT4 )	Digital pin 10 (PWM)
24	PB5 ( OC1A/PCINT5 )	Digital pin 11 (PWM)
25	PB6 ( OC1B/PCINT6 )	Digital pin 12 (PWM)
26	PB7 ( OC0A/OC1C/PCINT7 )	Digital pin 13 (PWM)
27	PH7 ( T4 )	-
28	PG3 ( TOSC2 )	-
29	PG4 ( TOSC1 )	-
30	RESET	RESET
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 ( ICP4 )	Digital pin 49
36	PL1 ( ICP5 )	Digital pin 48
37	PL2 ( T5 )	Digital pin 47
38	PL3 ( OC5A )	Digital pin 46 (PWM)
39	PL4 ( OC5B )	Digital pin 45 (PWM)
40	PL5 ( OC5C )	Digital pin 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43
42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 ( SCL/INT0 )	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 ( SDA/INT1 )	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 ( RXDI/INT2 )	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 ( TXD1/INT3 )	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 ( ICP1 )	
48	PD5 ( XCK1 )	

<b>Pin Number</b>	<b>Pin Name</b>	<b>Mapped Pin Name</b>
49	PD6 ( T1 )	-
50	PD7 ( T0 )	Digital pin 38
51	PG0 ( WR )	Digital pin 41
52	PG1 ( RD )	Digital pin 40
53	PC0 ( A8 )	Digital pin 37
54	PC1 ( A9 )	Digital pin 36
55	PC2 ( A10 )	Digital pin 35
56	PC3 ( A11 )	Digital pin 34
57	PC4 ( A12 )	Digital pin 33
58	PC5 ( A13 )	Digital pin 32
59	PC6 ( A14 )	Digital pin 31
60	PC7 ( A15 )	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 ( RXD3/PCINT9 )	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 ( TXD3/PCINT10 )	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 ( XCK3/PCINT11 )	-
66	PJ3 ( PCINT12 )	-
67	PJ4 ( PCINT13 )	-
68	PJ5 ( PCINT14 )	-
69	PJ6 ( PCINT 15 )	-
70	PG2 ( ALE )	Digital pin 39
71	PA7 ( AD7 )	Digital pin 29
72	PA6 ( AD6 )	Digital pin 28
73	PA5 ( AD5 )	Digital pin 27
74	PA4 ( AD4 )	Digital pin 26
75	PA3 ( AD3 )	Digital pin 25
76	PA2 ( AD2 )	Digital pin 24
77	PA1 ( AD1 )	Digital pin 23
78	PA0 ( AD0 )	Digital pin 22
79	PJ7	-
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 ( ADC15/PCINT23 )	Analog pin 15
83	PK6 ( ADC14/PCINT22 )	Analog pin 14
84	PK5 ( ADC13/PCINT21 )	Analog pin 13
85	PK4 ( ADC12/PCINT20 )	Analog pin 12

Pin Number	Pin Name	Mapped Pin Name
86	PK3 ( ADC11/PCINT19 )	Analog pin 11
87	PK2 ( ADC10/PCINT18 )	Analog pin 10
88	PK1 ( ADC9/PCINT17 )	Analog pin 9
89	PK0 ( ADC8/PCINT16 )	Analog pin 8
90	PF7 ( ADC7 )	Analog pin 7
91	PF6 ( ADC6 )	Analog pin 6
92	PF5 ( ADC5/TMS )	Analog pin 5
93	PF4 ( ADC4/TMK )	Analog pin 4
94	PF3 ( ADC3 )	Analog pin 3
95	PF2 ( ADC2 )	Analog pin 2
96	PF1 ( ADC1 )	Analog pin 1
97	PF0 ( ADC0 )	Analog pin 0
98	AREF	Analog Reference
99	GND	GND
100	AVCC	VCC

## 2.2 Arduino IDE

Pada Arduino Mega 2560 memiliki bootloader yang memungkinkan pengguna untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahas C++ dengan versi yang telah disederhanakan. Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino IDE (Integrated Development Environment) [6].



Gambar 2.2 Tampilan Arduino IDE

Pada Arduino Software (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data textual untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip USB to Serial via kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, gunakan SoftwareSerial library. Perangkat lunak Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE. IDE Arduino terdiri dari [6]:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner sesuai dengan kebutuhan mikrokontroler.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

### **2.3 Modul Sensor Warna TCS3200**

Module Sensor Warna TCS3200 menggunakan chip TAOS TCS3200 RGB. Modul ini telah terintegrasi dengan 4 LED. Sensor Warna TCS3200 dapat mendeteksi dan mengukur intensitas warna tampak. Beberapa aplikasi yang menggunakan sensor ini diantaranya: pembacaan warna, pengelompokan barang berdasarkan warna, pencocokan warna, dan banyak aplikasi lainnya. Bentuk fisik dan konfigurasi pin yang terdapat pada sensor ini bisa dilihat pada gambar 2.3 [7].



*Gambar 2.3 Sensor Warna TCS3200*

Pada gambar 2.3 terlihat ada 10 pin pada modul sensor ini. Keterangan dari setiap in dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini [7]:

*Tabel 2.2 Konfigurasi Pin TCS3200*

<b>PIN</b>	<b>Keterangan</b>
GND	Ground
OE	Pin enable (active low)
OUT	Keluaran Frekuensi
S0, S1	Masukan untuk menentukan skala (dijelaskan pada tabel 2.2)
S2, S3	Masukan untuk seleksi photodiode (dijelaskan pada tabel 2.1)
VCC	Catu daya positif

Ketika kelompok photodiode yang digunakan telah aktif panjang gelombang dan sinar led yang dipantulkan objek berwarna akan mengaktifkan salah satu kelompok photodiode pada sensor warna tersebut, sehingga S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi. Tabel 2.1 menunjukan pemilihan mode pengelompokan photodiode pembaca warna [16]:

*Tabel 2.3 Pengelompokan mode pembaca warna TCS3200*

<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>Photodiode type</b>
L	L	RED
L	H	BLUE
H	L	CLEAR (no filter)
H	H	GREEN

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok photo diode membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS3200, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang

dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode skala frekuensi output. Table 2.2 menunjukkan mode tersebut [16]:

*Tabel 2.4 Mode Skala Frekuensi Output*

<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>Skala frekuensi output</b>
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

#### **2.4 Modul Sensor Ultrasonik**

Modul sensor adalah HC-SR04, bisa mengukur jarak paling tidak sepanjang 2 cm hingga 400 cm dengan nilai akurasi mencapai 3 mm. Pada rangkaian ini terdapat tiga komponen atau rangkaian utama, yakni komponen transmitter, receiver, dan control circuit [8].

Pada saat sensor ini dihadapkan pada sebuah objek, transmitter akan memancarkan gelombang ultrasonic, receiver akan mendeteksi pantulan gelombang dari objek yang ada didepan sensor. Lalu rangkaian kontrol akan menghitung waktu gelombang sejak dipancarkan transmitter hingga diterima oleh receiver. Nilai jarak akan diperhitungkan sebagai persamaan  $s = (t \times v) / 2$  [8].

Keterangan:

s = jarak

t = waktu tempuh sinyal ( $\mu$ s)

v = kecepatan gelombang suara ( $\mu$ s/cm)

Pada perhitungan jarak oleh sensor ini perlu dibagi dua karena gelombang menempuh dua kali perjalanan, yakni pada saat dipancarkan ke objek dan pada saat terpantul dari objek ke transmitter.



*Gambar 2.4 Modul Sensor Ping*

Untuk table konfigurasi modul ini dapat diliah pada tabel 2.3 dibawah ini [8]:

*Tabel 2.5 Konfigurasi Pin Modul Sensor Ultrasonik*

Pin	Deskripsi
VCC	Power supply
GND	Ground
TRIG	Output
ECHO	Input

## 2.5 Modul LCD

LCD memiliki antarmuka paralel, yang berarti bahwa mikrokontroler perlu memanipulasi beberapa pin antarmuka sekaligus untuk mengendalikan layar. Antarmuka modul ini dibantu oleh I2C yang mempermudah kontrol dan pengkabelan. Pin antarmuka yang dimaksud diiantanya dijelaskan pada tabel dibawah ini [8]:

*Tabel 2.6 Konfigurasi Pin LCD 16 × 2*

No.	Pin	Deskripsi
1	VSS	Ground
2	VCC	Catu daya +3V atau +5V
3	VEE	Mengontrol kontras

4	RS	Register select (1 = data input dan 0 = intruksi input)
5	RW	Read/write (1 = read dan 0 = write)
6	E	Mengaktifkan sinyal (0 = enable dan 1 = disable)
7	D0-D7	Jalur data bit 0 (LSB) – 7 (MSB)
8	Anoda	Catu daya lampu latar (+5V)
9	Katoda	Catu daya lampu latar (ground)

16×2 merupakan sebuah dimensi artinya komponen ini akan menampilkan 16 karakter di setiap kolomnya dan juga memiliki 2 baris. Sehingga total karakter yang bisa ditampilkan menjadi 32 [8].



*Gambar 2.5 LCD 16x2*

## 2.6 Motor Stepper

Motor Stepper bekerja dengan cara diberikan pulsa-pulsa digital. Deretan pulsa tersebut diterjemahkan menjadi putaran shaft motor, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah tertentu. Motor Stepper menggunakan gaya tarik untuk menarik posisi rotor pada motor agar berpindah posisinya sedekat mungkin dengan dengan posisi kutub magnet yang dihasilkan oleh kumparan. Sehingga gerakan rotor pada motor ini terkendali, karena begitu terjadi gaya tarik menarik pada kutub yang diberi pulsa digital gerakan akan berhenti seperti “di-rem”. Pemberian satu sinyal pada kumpara menghasilkan satu step, pada motor dengan spesifikasi tertentu diperlukan jumlah step berbeda-beda untuk berputar satu putaran. Pada sistem akan digunakan motor stepper unipolar dan bipolar yang kendalinya akan dibantu dengan driver UNL2003 dan A4988 [9].



*Gambar 2.6 Motor Stepper Bipolar dan Unipolar*

## **2.7 Motor Servo**

Motor Servo adalah motor DC yang memiliki kemampuan untuk mengatasi perubahan posisi, kecepatan, dan akselerasi. Motor servo umumnya mempunyai batas rotasi bermacam-macam berkisar  $-120^\circ$  hingga  $120^\circ$ , namun kini ada juga yang mampu berputar  $180^\circ$ . Akan tetapi servo tidak berputar terus-menerus. Perputarannya dibatasi antara sudut-sudut yang sudah ditentukan. Perputaran tersebut bisa dikontrol melalui pin kontrol pada motor ini [9].



*Gambar 2.7 Motor Servo*

Motor DC memiliki mekanisme gear yang memberikan umpan balik ke potensiometer. Sehingga potensiometer berganti posisi sesuai dengan posisi motor saat itu. Sehingga perubahan resistansi menghasilkan perubahan tegangan yang sebanding dari potensiometer [9].

## **2.8 Kertas Lakmus**

Kertas lakmus merupakan contoh dari indikator buatan untuk menentukan sifat asam basa sebuah larutan. Pada sistem digunakan kertas lakmus berwarna biru. Kertas lakmus biru berubah menjadi merah ketika diuji terhadap larutan asam,

namun tidak bereaksi ketika diuji terhadap larutan netral atau basa. Perubahan warna kertas lakmus biru pada sistem dijadikan indikator terdeteksinya penggunaan zat sintetis seperti pestisida pada sampel buah tomat [10].



*Gambar 2.8 Kertas Lakmus*

## **2.9 Istilah Organik**

Istilah organik menurut SNI merupakan sebuah label dari Lembaga Sertifikasi Organik terakreditasi yang menyatakan bahwa suatu produk di produksi dengan sistem pertanian organik. Pertanian organik berarti adanya penggunaan bahan input eksternal yang minimal selama proses produksi dan tidak menggunakan pupuk atau pestida sintetis. Hubungannya dengan penelitian ini adalah penggunaan pestisida pada buah atau hasil tani yang menjadi parameter pengujian dari sistem alat yang dibangun. Hal itu perlu dipastikan oleh instansi atau lembaga yang membutuhkan perihal organik atau non-organik sebuah hasil tani. Mengacu pada SNI 6729:2016 tentang Sistem Pertanian Organik bahwa dengan sistem ini memiliki tujuan yang sama dengan tujuan SNI yang diacu, salah satu diantaranya [3]:

1. Melindungi konsumen dari manipulasi dan penipuan yang terjadi di pasar serta klaim dari produk yang tidak benar;
2. Melindungi produsen dan produk pangan organik dari penipuan produk pertanian lain yang mengaku sebagai produk organik;
3. Memberikan jaminan bahwa seluruh tahapan produksi, penyiapan, penyimpanan, pengangkutan dan pemasaran dapat diperiksa dan sesuai dengan standar ini;

Pengujian sampel memanfaatkan kondisi cemaran yang terdapat pada sampel. Cemaran tersebut perlu dipastikan keberadaanya sebagai salah satu kriteria pemeriksaan organik. Cemaran yang dimaksud adalah residu pestisida hasil dari aplikasi penggunaan pestisida. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementrian Pertanian pernah memaparkan tentang Teknik Penyemprotan Pestisida bahwasanya penggunaan pestisida umumnya digunakan dalam keadaan asam (pH optimum) [11].

Dengan kondisi itu prinsip perancangan alat ini adalah berdasarkan pemeriksaan pH permukaan sampel yang diuji. Kondisi pH asam akan mengakibatkan perubahan warna pada kertas lakmus biru yang nantinya dibaca oleh sensor warna TCS3200. Dengan memeriksa terlebih dahulu frekuensi gelombang warna lakmus dan perubahannya, sampel yang diperiksa nantinya akan tersortir berdasarkan kecocokan-kecocokan tersebut.

Tingkat pH asam akan menjadi batasan pembacaan untuk mengkualifikasi sampel organik. Hal itu dikarenakan penggunaan pestisida pada tanaman hortikultura terkhusus tomat yang dijadikan sampel menggunakan zat aktif Mankozeb (produk Bion M) dengan pH stabil 5 dan Abamektin (produk Agrimec) dengan pH stabil 6 yang mana itu bersifat asam. Informasi ini didapat dari penelusuran literatur dan juga wawancara ke tiga petani yang pernah memanen tomat dan cabai-cabaian [12, 13, 14, 15].