

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Purwanto, dkk (2019) yang berjudul “Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati ketinggian air sungai menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor ultrasonik JSN-SR04T yang digunakan dalam penelitian ini dapat melakukan pengukuran ketinggian air dengan ketinggian yang bervariasi mulai dari 20 cm sampai dengan 100 cm [4]. Penelitian kedua dilakukan oleh Deswilan (2020) yang berjudul “Sistem Monitoring Banjir Berbasis CCD TSL1401CL *Linear Sensor Array* dan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T”. Sistem terdiri dari unit *transmitter* dan unit *receiver*. Unit *transmitter* dilengkapi dengan laser He-Ne sebagai sumber cahaya mengenai CCD TSL1401CL yang memiliki modul fotodiode *array* sebagai pendeteksi intensitas cahaya. Intensitas cahaya digunakan untuk mengukur diameter butiran hujan. Diameter butiran hujan yang dideteksi menghasilkan nilai intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan menyebabkan meningkatnya ketinggian air yang dideteksi oleh sensor ultrasonik JSN-SR04T [7]. Penelitian ketiga dilakukan oleh Muklisin, dkk (2017) yang berjudul “Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno R3”. Sistem pendeteksi volume tandon air ini menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T. Mikrokontroler Arduino Uno R3 digunakan sebagai sistem *control* sinyal masukan dan keluar serta LCD 16x2 sebagai penampilan datanya. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak sensor terhadap muka air dari 2 cm sampai 18 cm [8].

Dari ketiga penelitian diatas yang membahas tentang sensor JSN-SR04T dapat disimpulkan bahwa sensor ini memiliki nilai *error* hasil pengukuran yang kecil artinya tingkat akurasi dari sensor ini sudah cukup bagus. Pada penelitian pertama *rata-rata error* pengukuran yang dihasilkan sensor ultrasonik JSN-SR04T lebih kecil bila dibandingkan sensor HCSR-04. Sensor ultrasonik JSN-SR04T menghasilkan *rata-rata error* pengukuran sebesar 1,28%, sedangkan sensor

ultrasonik HC-SR04 menghasilkan rata-rata *error* pengukuran sebesar 2,48%. Dari hasil pengukuran menunjukkan sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi dan presisi yang lebih bagus dibandingkan sensor ultrasonik HC-SR04. Pada penelitian kedua persentase kesalahan dari sensor sebesar 3,11%. Pada penelitian ketiga sensor mampu membaca pengukuran ketepatan 99,10% dan kesalahan 0,90%.

Penelitian keempat dilakukan oleh Muslim, dkk (2020) yang berjudul “Prototipe Kontrol Level Bejana Ukur Standar Berbasis Arduino, Sensor Ultrasonik, dan AC *Control Speed* Motor Termodifikasi”. Jenis sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04, menggunakan mikrokontroler Arduino, dan metode yang digunakan Regresi Linier. Prototipe kontrol otomatis simulator Bus (Bejana Ukur Standar) dibuat untuk membantu penera dalam proses pengisian air ke dalam BUS [9]. Penelitian kelima dilakukan oleh Pemana (2022) yang berjudul “Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linier”. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode regresi linier untuk mengetahui keakuratan dari pembacaan sensor pH. Tujuan utama yang ingin dicapai untuk memonitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga [6].

Dari kedua penelitian yang membahas tentang Regresi Linier dapat disimpulkan bahwa metode Regresi Linier mampu mengurangi nilai *error* dari hasil pembacaan sensor. Pada penelitian keempat hasil regresi linier terlihat bahwa terdapat hubungan linier antara jarak pengujian dengan jarak rujukannya. Ukuran linieritas ini dapat dilihat dari nilai koefisien determinan yang tinggi yaitu $R^2=0,99$. Pada penelitian kelima hasil pengujian pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata *error*-nya yaitu 2%. Namun setelah diuji dengan metode regresi linier dengan persamaan $y=-0,2540+1,0468X$ nilai rata-rata *error*nya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian tersebut.

Tabel 2.1 Rangkuman Kajian Pustaka

Peneliti	Objek Penelitian	Controller	Sensor	Metode	Hasil
Purwanto	Ketinggian Air	-	HC-SR04, JSN-SR04T	-	Error pengukuran sensor JSN-SR04T sebesar 1,28%,
Deswilan	Curah Hujan	Wavecom M1306B	JSN-SR04T	-	Nilai sensitivitas sebesar 5,0314 mV/cm dengan rentang jarak 20-600 cm.
Muslim, dkk	Bejana Ukur Standar	Arduino	HC-SR04	Regresi Linier	Nilai koefisien determinansi linieritas sebesar 0,99%
Muklisin, dkk	Tandon Air	Arduino Uno R3	JSN-SR04T	-	Nilai ketepatan sensor 99,10 % dan nilai kesalahan sensor 0,90 %
Pemana	Akuarium	Turbidity	NodeMCU ESP32	Regresi Linier	Nilai rata-rata error-nya sebesar 0%,
Peneliti	Tandon Air	JSN-SR04T	ESP32-WROOM	Regresi Linier	Nilai error sebelum diregresi 5,356% dan setelah diregresi menjadi 5,350%

2.2 DASAR TEORI

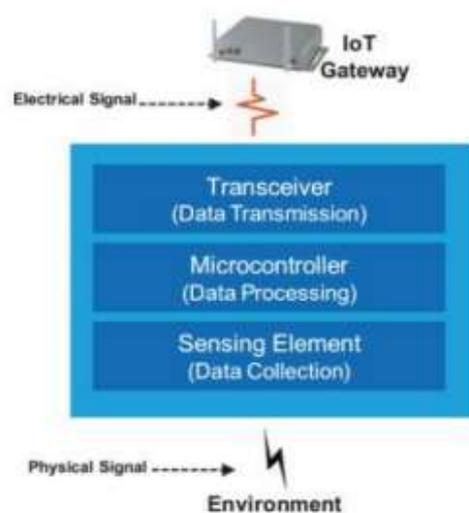
2.2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) yaitu sebuah sistem yang menghubungkan perangkat satu dan perangkat lainnya dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai media penghubung sehingga bisa saling terhubung. Perangkat-perangkat yang terhubung tersebut akan menghasilkan sebuah data yang bisa diidentifikasi dan dapat digunakan untuk membantu manusia dibanyak bidang. *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah konsep komputasi mengenai perangkat sehari-hari yang

tersambung pada internet dan bisa mengidentifikasi diri dengan perangkat lain. Istilah *Internet of Things* terbagi atas dua bagian utama yaitu “Internet” yang mengontrol *connectivity* lalu “Things” artinya perangkat atau objek yang mempunyai fungsi untuk mengumpulkan data dan men-*transfer*-nya ke internet. Data tersebut bisa diakses dengan perangkat lainnya. Terdapat empat elemen penting dalam sistem IoT yaitu:

1. Sensor
2. Pengidentifikasi data
3. *Software*
4. Koneksi internet

Ide utama dari IoT adalah menghubungkan benda apapun seperti sensor, mesin, orang, hewan, tanaman dan modul prosesor melalui koneksi internet untuk pemantauan maupun pengendalian. Penerapan sistem IoT cukup luas, diantaranya adalah untuk pemantauan kinerja dari mobil listrik, robotik, pertanian, dan kesehatan.



Gambar 2.1 Alur Kerja *Internet of Things* (IoT).

Gambar 2.1 menunjukkan alur kerja dari sistem IoT, pada gambar tersebut data di suatu lingkungan diakuisisi menggunakan bantuan sebuah sensor, data tersebut diproses di dalam mikrokontroler dan selanjutnya dikirimkan melalui jaringan internet dengan bantuan modul WiFi ke sebuah perangkat lainnya, jadi arah kerjanya dari bawah ke atas, berbeda jika digunakan untuk melakukan pengendalian untuk aktuator, maka alur kerjanya dari atas ke bawah,

mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan aktuator, dan blok sensing element pada gambar tersebut adalah digantikan dengan sebuah aktuator [10].

2.2.2 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor Ultrasonik JSN-SR04T merupakan sensor pengembangan dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki fitur *waterproof* sehingga sangat aman digunakan untuk melakukan pengukuran level ketinggian air walaupun dalam keadaan terendam air dan memiliki jangkauan pengukuran sebesar 0 sampai 500 cm. Sensor ini dilengkapi dengan kabel sepanjang 2,5 m yang menghubungkan ke papan *breakout* yang mengontrol sensor dan melakukan semua pemrosesan sinyal. Perhatikan bahwa hanya sensor dan kabelnya yang tahan air, jika Anda memasukkan air ke papan pelepas, sensor mungkin berhenti bekerja. Sensor ini beroperasi pada tegangan antara 3V sampai 5V. Cara kerjanya dengan mengirimkan gelombang suara jika terdapat objek di depannya maka gelombang ini akan dipantulkan kembali oleh objek tersebut [11]. Sensor ultrasonik tipe ini menggunakan pin IO port TRIG pada tingkat signal minimal 5 μ s, sensor ini akan mengirimkan signal dengan frekuensi 40 Khz dan kemudian memproses signal yang kembali. Signal dengan status *high* akan keluar dari pin IO port ECHO. Proses menentukan jarak dari perbedaan signal pengiriman dan penerimaan kembali menggunakan persamaan berikut.

$$S = \frac{(v \cdot t)}{2} \quad (1)$$

Dimana:

S = jarak (cm)

v = kecepatan suara (344 m/s)

t = waktu (μ s)



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Untuk spesifikasi sensor JSN-SR04T dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor JSN-SR04T

Tegangan Operasi	DC 5V
Konsumsi Arus	<i>Sleep</i> : 5mA <i>Working</i> : 30mA
Frekuensi	40 KHz
Jarak Maksimum Deteksi	4.5 m
Rentang pengukuran	25 – 450 cm
Resolusi pembacaan	2 mm
<i>Blind Spot</i>	25 cm
Arus kerja statis	5mA
Sudut Pengukuran	45-75 derajat
Dimensi Sensor	23,5 x 20 mm
Panjang Kabel	2,5 m
Dimensi PCB	41 x 28,5 mm
Lubang Pemasangan	18 mm

2.2.3 Regresi Linier

Analisis regresi adalah suatu metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel terikat Y dan serangkaian variabel bebas X. Tujuan dari metode ini adalah untuk memprediksi nilai Y untuk nilai X yang diberikan. Model regresi linier sederhana adalah model regresi yang paling sederhana yang hanya memiliki satu variabel bebas X. Analisis regresi memiliki beberapa kegunaan, salah satunya untuk melakukan prediksi terhadap variabel terikat Y. Persamaan untuk model regresi linier sederhana adalah sebagai berikut.

$$Y = a + bx \quad (1)$$

Y adalah variabel terikat yang diramalkan, X adalah variabel bebas, a adalah intercept, yaitu nilai Y pada saat X=0, dan b adalah *slope*, yaitu perubahan rata-rata Y terhadap perubahan satu unit X. Koefisien a dan b adalah koefisien regresi dimana nilai a dan b dapat dicari menggunakan persamaan berikut.

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n} \quad (3)$$

Keterangan :

Y = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

X = Variabel independen

a = Konstanta (nilai Y apabila X = 0)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

n = Banyak Sampel

Analisis regresi setidaknya-tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi. Regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifat numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian (kontrol) terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi untuk variabel terikat [12].

2.2.4 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment* yang merupakan software untuk melakukan penulisan program, *compile* serta *upload* program ke *board* arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) digunakan untuk membuat perintah atau *source code*, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, *upload* program, dan menguji hasil kerja arduino melalui serial monitor.



Gambar 2.3 Tampilan Arduino IDE

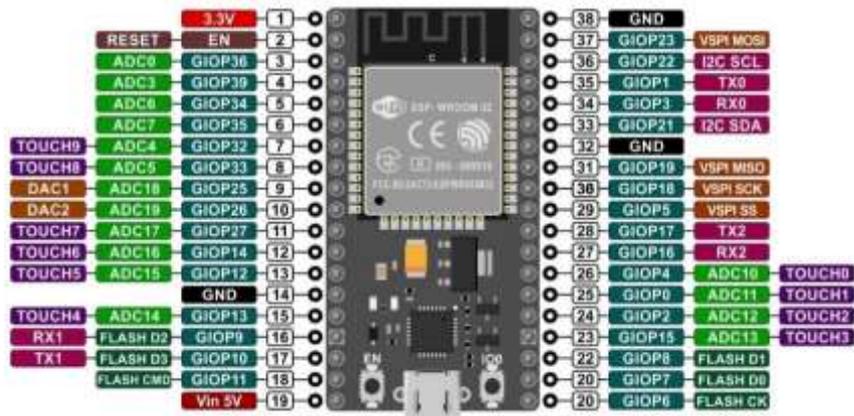
Berikut penjelasan setiap bagian software Arduino IDE:

- *Verify Code*: Berfungsi untuk mengecek *code* apakah ada yang *error* atau sudah benar.
- *Upload*: Berfungsi untuk mengisi program yang sudah diketik pada *software* Arduino IDE ke papan Arduino.
- *New Sketch*: Berfungsi untuk membuat halaman *sketch* atau *code* yang baru.
- *Open Sketch*: Berfungsi untuk membuka *sketch* atau *code* yang sudah ada. Contohnya file yang berekstensi *.ino*
- *Save Sketch*: Berfungsi untuk menyimpan *sketch* atau *code* yang kita edit maupun kita ingin *save* supaya aman.
- *Serial Monitor*: Berfungsi untuk menampilkan serial monitor untuk membaca komunikasi serial RX TX antara laptop/PC dengan papan/*board* Arduino.
- *Void Setup*: Berfungsi untuk wadah menuliskan setingan pin hingga *settingan library* (fungsi khusus).
- *Void Loop*: Berfungsi untuk menjalankan program/*code* secara berulang tanpa batas.
- *Keterangan Aplikasi*: Berfungsi sebagai indikator keberhasilan atau *error*.
- *Konsole Log*: Berfungsi sebagai *log* saat melakukan *compile* maupun *upload code/sketch* ke papan Arduino.
- *Line Number Sketch*: Berfungsi sebagai tanda *cursor* komputer berada pada baris beberapa.

- Info *Board* dan *Port* Koneksi: Berfungsi sebagai indikator bahwa *settingan* PC/Laptop sudah terhubung ke papan Arduino yang benar sesuai dengan tipe papan Arduino [13].

2.2.5 MIKROKONTROLER ESP32-WROOM

Mikrokontroler ESP32-WROOM adalah sebuah papan rangkaian elektronik yang dapat digunakan dalam sistem IoT. ESP32-WROOM memiliki modul Wi-Fi dan *bluetooth* yang dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, contohnya adalah untuk jaringan sensor, hal tersebut dikarenakan papan ESP32-WROOM memiliki beberapa fasilitas, diantaranya adalah komunikasi SPI, IIC, UART, I/O Digital, PWM, dan beberapa fasilitas yang lain.



down LM2596 dibandingkan dengan *step down* tahanan resistor/potensiometer adalah besar tegangan *output* tidak berubah (stabil) walaupun tegangan *input* naik turun. Berikut merupakan gambar dari Modul *step down* LM2596 [15].



Gambar 2.5 Modul *Step Down* LM2596 [15].

2.2.7 Platform Antares

Antares merupakan *platform* IoT milik Telkom dengan berbagai fitur seperti *device management* hingga *data storage* bersifat *platform-agnostic* yang berarti mendukung semua konektivitas yang umum digunakan untuk solusi IoT seperti NB-IoT, LoRa, 3G/4G LTE. *Platform* ini dapat berkomunikasi melalui protokol komunikasi umumnya, seperti MQTT, HTTP, dan CoAP. Antares menyediakan data dalam format JSON dan XML. Selain itu, untuk memudahkan pengembang baik perangkat lunak atau keras, disediakan pula *library* untuk Android dan *microcontroller* berbasis Arduino. Antares mengunggulkan *zero infrastructure management* sehingga pengguna tidak perlu sukar menyediakan infrastruktur server karena seluruh data telah disimpan pada *cloud*, lalu konsumsi data diperoleh melalui API. Selain itu, Antares juga menganut standar global *OneM2M*, standar *OneM2M* menjadikan Antares sebagai *platform* horizontal IoT yang dapat mengintegrasikan berbagai komponen *Internet of Things*, memungkinkan aplikasi IoT dapat berinteraksi dengan data dari perangkat IoT di seluruh solusi vertikal industri yang berbeda. Antares juga telah mampu memenuhi regulasi yang ditetapkan Kementerian Komunikasi Informatika (Kominfo) terkait penyimpanan data di Indonesia. Meski begitu, standarnya sudah internasional dan independen terhadap *network* dan konektivitas. Layanan ini

menyediakan pilihan layanan gratis untuk para developer. Antares menyediakan beberapa layanan yang dapat dinikmati pengguna, di antaranya:

1. *Data management & repository*,
2. *Device management*,
3. *Communication management*,
4. *Group management*,
5. *Application & service layer management*,
6. *Service charging & accounting*
7. *Network service exposure*.

Seluruh data dan komunikasi ditransmisikan di jalur yang telah dienkripsi di atas *Secure Transport Layer*. ANTARES mengakomodasi integrasi berbagai perangkat seperti Arduino, ESP, *Raspberry Pi*, dan *Orange Pi* melalui *development library* yang telah dikembangkan. Antares memberikan beberapa fitur yang dapat kalian nikmati, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Aman, Seluruh komunikasi ditransmisikan di jalur yang telah dienkripsi. Segalanya diatur agar sangat handal, aman, dan tagguh di atas *Secure Transport Layer*.
2. Handal, Antares menjamin akan memenej infrastruktur selama 24/7. Jadi kita cukup fokus pada ide perangkat IoT yang akan kita bangun.
3. Beragam Perangkat, Antares mendukung berbagai macam perangkat seperti Arduino, ESP8266, Android, *Raspberry Pi*, dll dan berbagai macam bahasa pemrograman.
4. Open API, Kita tidak hanya bisa mengontrol aplikasi melalui *dashboard*, namun juga menggunakan API yang disediakan oleh Antares [16].

2.2.8 Protokol MQTT

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) adalah sebuah protokol komunikasi data *machine to machine* (M2M) yang berada pada layer aplikasi. MQTT bersifat *light weight message* artinya MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan yang memiliki *header* berukuran kecil yaitu hanya sebesar 2 *byte* untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja di dalam lingkungan yang

terbatas sumber dayanya seperti kecilnya *bandwidth* dan terbatasnya sumber daya listrik. Protokol MQTT juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus [17]. Protokol MQTT menggunakan konsep *publish/subscribe* dalam komunikasinya. *Publish/subscribe* adalah sebuah pola pertukaran pesan dimana pengirim pesan disebut *publisher* dan penerima pesan disebut *subscriber*. Metode *publish/subscribe* memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu 4 *loose coupling* atau *decouple* dimana berarti antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaannya. Terdapat 3 buah *decoupling* yaitu *time decoupling*, *space decoupling* dan *synchronization decoupling*. *Time decoupling* adalah sebuah kondisi di mana *publisher* dan *subscriber* tidak harus saling aktif pada waktu yang sama, *space decoupling* adalah dimana *publisher* dan *subscriber* aktif di waktu yang sama akan tetapi antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaan dan identitas satu sama lain. Protokol MQTT merupakan protokol berbasis topik, yang menggunakan karakter *string* untuk menyediakan layanan topik secara hirarki. Protokol MQTT juga memiliki fasilitas *subscribe* dengan banyak topik. MQTT menyediakan layanan berbasis *end-to-end Quality of service*, tergantung seberapa prioritas keandalan suatu pesan untuk sampai ke *client*, MQTT menyediakan 3 level QOS. QOS level 0 berarti pesan dikirim minimal 1 kali, QOS level 1 berarti pesan dikirim 1 kali dan menunggu *acknowledge* dari sisi *client*, lalu kembali mengirim pesan selanjutnya, dan QOS level 2 berarti pesan dikirim 1 kali, menunggu *acknowledge* dari sisi *client*, jika pesan tidak sampai maka *server* akan mengirim pesan kembali sampai *acknowledge* dari sisi *client* menyatakan telah diterima [18].

2.2.9 Papan PCB (*Piranted Circuit Board*)

Papan PCB adalah suatu jenis papan yang terbuat dari bahan isolator padat, pada permukaan papan tersebut dilapisi dengan bahan konduktor kuat, seperti tembaga atau bahan lainnya. PCB berfungsi sebagai tempat menyusun komponen-komponen elektronik sehingga terpasang lebih rapih dan terorganisir, dan dapat menjadi pengganti kabel untuk menyambung berbagai komponen yaitu menghubungkan kaki komponen satu dengan komponen yang lainnya baik kaki komponen aktif maupun pasif. Dengan PCB pemasangan kawat yang rumit untuk

menghubungkan antar komponen menjadi lebih mudah, sehingga dapat diperoleh jalur-jalur penghantar yang rapi, tersusun dengan baik, dan aman. *Printed circuit board* (PCB) digunakan dalam berbagai aplikasi rancangan elektronika, mulai yang paling sederhana hingga yang kompleks. Misalnya penggunaan pada rangkaian lampu, rangkaian radio, hingga pada komputer dan handphone memiliki pcb. Jadi dapat menyimpulkan bahwa fungsi pcb sebagai komponen penopang komponen elektronika dapat digunakan menjadi satu kesatuan yang membentuk rangkaian dan dapat digunakan dalam berbagai kegunaan. Umumnya papan sirkuit ini terbuat dari bahan *ebonite* atau *fiber glass* yang salah satu atau kedua sisinya dilapisi oleh lapisan tembaga. Untuk PCB yang mempunyai lapisan tembaga hanya pada salah satu sisi permukaannya saja disebut PCB satu sisi (*Singlelayer*). Sedangkan PCB yang mempunyai lapisan tembaga di kedua sisi permukaannya disebut PCB dua sisi (*Multilayer*).



Gambar 2.6 Papan PCB [19].

2.2.10 Tandon Air

Tandon air adalah tempat untuk menampung air sementara yang diletakkan di ketinggian seperti di atas rumah atau menara dengan alasan untuk memanfaatkan gaya gravitasi sehingga air dapat mengalir dengan deras. Biasanya, sumber air yang ditampung di tandon air berasal dari layanan PDAM dan air sumur. Tandon air berguna apabila kontinuitas suplai air dari sumber air mengalami gangguan sehingga masyarakat masih memiliki suplai air yang sudah ditampung pada tandon air [20].