

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian [14] menunjukkan bahwa variasi konsentrasi nutrisi AB *Mix* memberikan hasil yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman pakchoi. Konsentrasi yang diuji meliputi tanpa AB *Mix*, AB *Mix* 650 ppm, AB *Mix* 1300 ppm, AB *Mix* 1950 ppm, dan AB *Mix* 2600 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi AB *Mix* 1950 ppm menghasilkan pertumbuhan terbaik dengan luas area daun sebesar 47.32 cm², berat segar 33,57 gram, berat kering 2,40 gram, dan indeks panen 99.15%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemberian nutrisi AB *Mix* yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat memberikan hasil panen yang maksimal.

Pada penelitian [15] menjelaskan hasil rancang bangun sistem monitoring hidroponik. Sistem ini menggunakan NodeMCU, sensor DHT11, sensor EC, sensor pH, pompa *submersible*, dan dispenser nutrisi. Data yang dikumpulkan ditampilkan di aplikasi seluler menggunakan protokol MQTT.

Pada penelitian [16] memaparkan hasil rancang bangun sistem yang dapat berjalan dengan baik. Sistem ini mengontrol dan memonitor pH larutan nutrisi kebun sayur hidroponik menggunakan aplikasi berbasis Android. Akurasi rata-rata sensor TDS mencapai 95,7%, sedangkan akurasi sensor pH adalah 98%. Selain itu, sistem kontrol manual dan monitor melalui aplikasi Android juga berfungsi dengan baik sesuai harapan.

Pada penelitian [17] menunjukkan bahwa alat tersebut berhasil melakukan monitor tanaman hidroponik dari jarak jauh serta membantu dalam pengecekan kondisi air tanaman. NodeMCU dapat mengirimkan data dari sensor suhu, kelembapan, pH, dan TDS ke *server* dengan lancar. Semua data sensor berhasil dikirim ke *server Thingsboard* menggunakan protokol MQTT dan ditampilkan dalam bentuk grafik dan *chart*.

Pada penelitian [18] menunjukkan bahwa alat tersebut berhasil menampilkan data TDS hingga 850 ppm dan sensor xkc-y25 mampu mendeteksi tingkat air dalam

tandon, baik penuh maupun berkurang. Semua data sensor ini diukur secara real-time dan dimonitor melalui aplikasi Android.

Pada penelitian [19] menunjukkan bahwa alat yang dirancang menggunakan ESP32 berhasil melakukan monitoring TDS dan aliran (*flow*) dari nutrisi AB *Mix*, serta menampilkannya secara online melalui halaman web dengan koneksi WiFi. Sistem ini mampu secara otomatis memonitor kepekatan air nutrisi untuk tanaman selada hidroponik. Alat menggunakan ESP32 sebagai pengolah data, sensor TDS Meter untuk membaca kepekatan air nutrisi, dan *Flow* Meter untuk membaca jumlah nutrisi yang terpakai. Hasil perbandingan antara nilai yang dibaca oleh sensor TDS pada sistem dengan alat ukur manual adalah sebesar 11,90, dengan hasil perhitungan nilai *error* rata-rata sebesar 0,02%. Pembacaan oleh sensor TDS dianggap baik karena tingkat *error* yang didapatkan tidak melebihi batas toleransi 5%.

Pada penelitian [20] menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kontrol tanaman hidroponik berbasis IoT berjalan dengan baik. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol tanaman hidroponik dari jarak jauh melalui internet menggunakan *website* dan *WhatsApp*. Sensor yang digunakan dalam sistem ini memiliki kemampuan yang baik dan tingkat akurasi yang cukup tinggi, dengan presentase *error* sebagai berikut yaitu: sensor pH 1,25%, sensor TDS 0,6%, sensor suhu (DHT22) 1,9%, sensor kelembaban (DHT22) 3,6%, sensor cahaya (LDR) 2,0%, dan sensor jarak (HC-SR04) 0,5%.

Pada [21] menjelaskan tentang pembuatan sistem monitoring untuk sistem hidroponik *wick*. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, dilengkapi dengan sensor TDS, sensor suhu, sensor water level, dan water pump sebagai aktuator untuk mengendalikan aliran air. Layar LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi monitoring seperti TDS, suhu, dan tingkat air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil berjalan dengan baik dan membantu pengguna dalam menanam sayuran hidroponik dengan lebih mudah.

Penelitian [22] membahas tentang rancang bangun sistem otomatisasi dalam budidaya tanaman hidroponik berbasis IoT. Dalam penelitian ini, NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler utama untuk mengambil data dan menerima perintah dari aplikasi, serta mengendalikan *relay*. Selain itu, Wemos D1 digunakan

sebagai mikrokontroler pembantu untuk mengambil data dari sensor TDS, pH, dan suhu.

Pada penelitian [23] menjelaskan tentang pengembangan sistem instrumentasi untuk akuisisi data dan pemantauan pertanian hidroponik menggunakan ESP32 yang terhubung dengan *Google Firebase*. Sistem ini menggunakan berbagai sensor, termasuk sensor TDS SKU SEN0244 dari DFRobot, sensor suhu air DS18B20, sensor pH analog V2 dari DFRobot, dan sensor DHT11. Sensor-sensor ini digunakan untuk memonitor parameter penting dalam pertanian hidroponik dan *Firebase* digunakan untuk memberikan akses pemantauan secara online guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk pertanian hidroponik.

Dari segi desain *hardware*, sistem ini dapat diimplementasikan dalam pertanian hidroponik dengan catu daya maksimum 36 V dan konsumsi arus sebesar 110 mA. Dalam hal *firmware*, program yang ditanamkan di ESP32 mampu mengambil data dari sensor, memproses data, dan mengirimkannya ke *Google Firebase*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga sensor, yaitu sensor pH, TDS, dan suhu air, menunjukkan linearitas yang baik dengan masing-masing 95%, 99%, dan 95%. Namun, sensor pH memiliki akurasi di bawah 90%, sementara sensor lainnya memiliki akurasi di atas 90%. Demikian pula, tes presisi menunjukkan bahwa sensor pH memiliki tingkat presisi di bawah 90%, sedangkan sensor lainnya memiliki tingkat presisi di atas 90%.

Pada penelitian [24] membahas tentang sistem pengaturan pH nutrisi secara otomatis dalam budidaya hidroponik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai otak utama, dilengkapi dengan sensor pH meter, sensor level *switch* asam-basa, pompa air DC, *relay*, *power supply*, LCD 20x4, dan Blynk. Prinsip kerja sistem ini adalah sensor pH meter membaca dan mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) air dalam tandon. Sensor level *switch* asam dan basa membaca dan mengukur level air asam dan air basa dalam tandon. Mikrokontroler memproses *input* dari kedua sensor tersebut dan memberikan perintah on atau off pada pompa air sesuai dengan kebutuhan untuk menjaga pH nutrisi dalam kisaran yang diinginkan. Selain itu, mikrokontroler juga menghasilkan *output* berupa data yang ditampilkan pada LCD 20x4 dan aplikasi Blynk di smartphone untuk memantau dan mengontrol sistem secara jarak jauh.

Pada penelitian [25] menggambarkan penggunaan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, dilengkapi dengan sensor TDS, *relay*, *power supply*, pompa air DC, sensor HY-SRF05, dan LCD 16x2. Penelitian ini berhasil menciptakan sistem kontrol nutrisi tanaman hidroponik menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dibangun kemudian dibandingkan dengan pemberian larutan nutrisi menggunakan alat TDS & EC. Selisih antara hasil pengukuran sistem dengan alat TDS & EC memiliki rentang antara 0,05 (4,9%) hingga 0,36 (36,3%).

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Komponen	Output
1	Miftah Harahap (2020)	<i>The Effect of Ab Mix Nutrient on Growth and Yield of Pakchoi (Brassica chinensis L.) Plants under Hydroponic Wick System Condition</i>	TDS meter, PH meter, Nutrisi AB Mix, <i>Hydroponic Wick System</i>	Memberikan nutrisi AB Mix sesuai dengan kebutuhan tanaman akan memastikan pertumbuhan optimal dan hasil panen yang maksimal
2	Nivesh Patil (2020)	<i>Monitoring of Hydroponics System using IoT Technology</i>	NodeMCU, Sensor DHT11, Sensor PH, Sensor EC, <i>Power supply</i> , <i>Submersible Pump</i> , <i>Solenoid Valve</i> , <i>Thingspeak</i> , <i>MQTT</i>	Sistem dapat mengurangi penggunaan air dan nutrisi yang berlebihan. Semua data dari sensor dikoleksi oleh ThingSpeak menggunakan protokol MQTT yang ditampilkan di <i>mobile apps</i>
3	Fivitria Istiqomah (2020)	Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis dan <i>Monitoring Ph Larutan Nutrisi Kebun Sayur Hidroponik Berbasis Android</i>	Arduino Mega, <i>Relay</i> , Pompa Air, Sensor TDS, Ethernet Shield, Sensor <i>Water Level</i>	Sistem dapat mengontrol kadar ph di <i>range</i> yang telah ditentukan
4	Syafei Karim (2020)	Sistem <i>Monitoring</i> pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU	Arduino Uno, NodeMCU, Sensor DHT11, Sensor PH, Sensor TDS	Sistem dapat memonitoring nilai Suhu, Kelembapan, PH dan TDS menggunakan protokol MQTT ke <i>server Thingsboard</i>

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya (lanjutan)

No	Penulis	Judul	Komponen	Output
5	Rouhillah (2020)	Rancang Bangun Alat <i>Monitoring</i> Nutrisi Kebun Hidroponik	NodeMCU, Sensor TDS, Sensor XKC-Y25, LCD, Google <i>Firebase</i> , <i>Smartphone</i>	Sistem dapat memantau nilai TDS hingga 850 ppm. Seluruh data dimonitor melalui aplikasi Android.
6	Sutrisna Putra, (2021)	Sistem Kontrol Otomatis Kepekatan Air Nutrisi Hidroponik Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	ESP32, Sensor TDS, Sensor <i>Flow Meter</i> , <i>Solenoid Valve</i> , <i>Relay</i> , LCD 16x2	Sistem berhasil melakukan <i>monitoring</i> nilai kepekatan air nutrisi tanaman hidroponik dengan menggunakan ESP32
7	Panji Hidayatullah (2022)	Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis <i>Internet of Things</i> (IOT)	Arduino Uno, NodeMCU, <i>Relay</i> , Sensor DHT22, Sensor PH, Sensor TDS, Sensor LDR, Sensor Ultrasonik, Pompa Air, Lampu	Sistem dapat memonitor tanaman hidroponik dari jarak jauh melalui internet menggunakan website dan aplikasi <i>WhatsApp</i> .
8	Ahmad Fauzan (2022)	Sistem <i>Monitoring</i> Hidroponik Berbasis Arduino Uno	Arduino Uno, Sensor TDS, Sensor <i>Water Level</i> , <i>Relay</i> , Pompa Air, LCD 16x2	Sistem dapat mengontrol <i>flow air</i> pada hidroponik dan memonitoring nilai TDS, Suhu. Data dari system ditampilkan melalui LCD 16x2.
9	Angga Imansyah (2022)	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Sistem Otomatis dalam Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>)	Arduino Uno, WemosD1R2, NodeMCU, <i>Relay</i> , LCD 20x4, Sensor Suhu, Sensor PH, Sensor TDS,	Sistem otomasi tanaman hidroponik berbasis IoT dapat memonitor tanaman
10	Prisma Megantoro (2022)	<i>Instrumentation System for Data Acquisition and Monitoring of Hydroponic Farming using ESP32 via Google Firebase</i>	ESP32, LCD 20x4, Sensor TDS, Sensor PH, <i>Stepdown Module</i> , DHT11, <i>Water Temperature Sensor</i> , Google <i>Firebase</i>	Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya, Sensor-sensor tersebut digunakan untuk memonitor parameter dan menggunakan <i>Firebase</i> untuk memberikan <i>online access monitoring</i> dari sistem hidroponik

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya (lanjutan)

No	Penulis	Judul	Komponen	Output
11	Asepta Wardhana (2023)	Pengaturan Kandungan Nutrisi pH secara Otomatis pada Hidroponik menggunakan Mikrokontroler	ESP8266, sensor pH meter, <i>level switch</i> asam-basa, pompa air, <i>relay</i> , <i>power supply</i> , LCD 20x4, <i>Blynk</i>	Sistem ini dapat mengontrol kadar pH sesuai dengan <i>set point</i> yang sudah ditentukan.
12	Juprianus Rusman (2023)	Sistem Kontrol Kadar Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino UNO	Arduino Uno, sensor TDS, <i>relay</i> , <i>power supply</i> , pompa air, sensor HY-SRF05, dan LCD 16x2.	Sistem dapat memonitor nilai TDS pada larutan dan mengontrolnya dengan <i>fuzzy logic</i>

2.2 DASAR TEORI

Implementasi prototipe alat pencampur nutrisi AB *Mix* untuk hidroponik sangat dibutuhkan untuk membantu petani hidroponik untuk mengatur pemberian nutrisi yang akan diberikan ke tanaman. Prototipe alat ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya. Untuk pembacaan kadar ppm di larutan menggunakan sensor TDS SKU SEN0244 dari DFRobot. Pompa Peristaltik berfungsi sebagai pompa yang akan menyalurkan nutrisi kedalam *reservoir* sedangkan pompa air DC berfungsi sebagai pompa sirkulasi di *reservoir* agar nutrisi AB *Mix* dan air dapat tercampur rata. Penggunaan Blynk IoT *Platform* di proyek ini sebagai wadah atau *platform* agar prototipe tersebut dapat dikendalikan dengan menggunakan *mobile apps*.

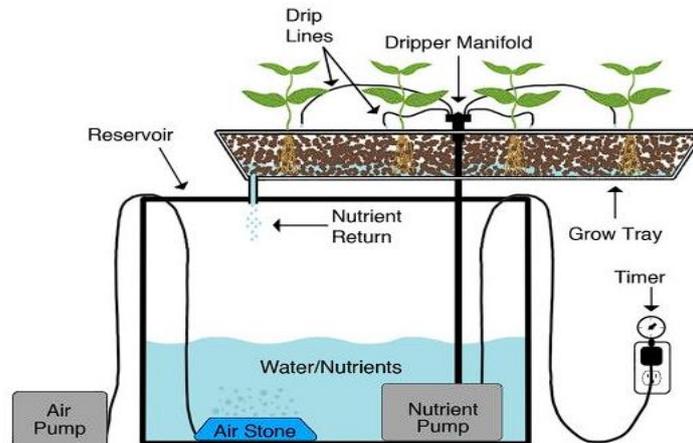
2.2.1 HIDROPONIK

Hidroponik secara harfiah berasal dari kata “*hydro*” yang berarti air dan “*phonos*” yang berarti kerja. Secara umum, hidroponik merujuk pada sistem pertanian tanpa tanah yang memanfaatkan air yang mengandung nutrisi. Prinsip dasar hidroponik terbagi menjadi dua metode utama, yaitu hidroponik substrat dan *Nutrient Film Technique* (NFT).

2.2.1.1 HIDROPONIK SUBSTRAT

Hidroponik substrat adalah metode pertanian yang tidak mengandalkan air sebagai media utama untuk menumbuhkan tanaman. Sebaliknya, metode ini

menggunakan media padat selain tanah yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyediakan nutrisi, air, serta oksigen. Media padat ini juga berfungsi untuk mendukung akar tanaman, menjalankan peran yang serupa dengan tanah dalam pertanian konvensional. Dengan demikian, hidroponik substrat memberikan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman tanpa perlu menggunakan tanah sebagai media tanam.



Gambar 2.1 Hidroponik Substrat

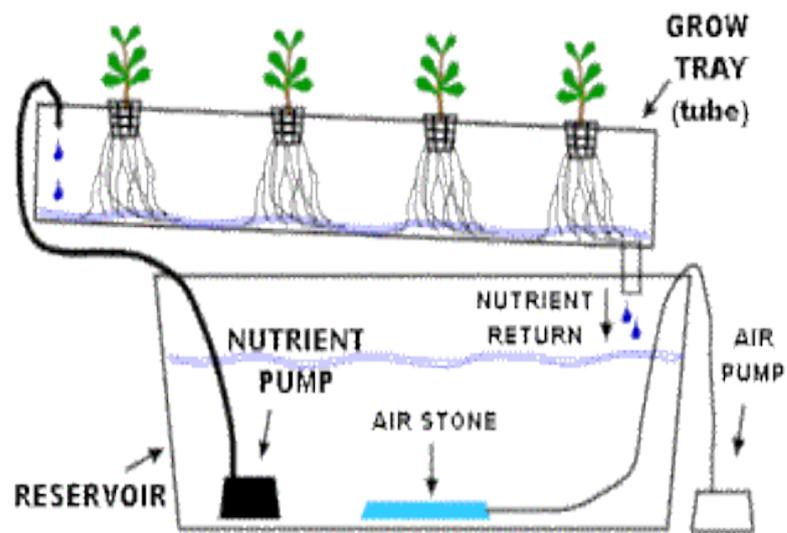
Pada gambar 2.1 menunjukkan diagram sistem hidroponik substrat. Sistem ini digunakan untuk menanam tanaman tanpa tanah, menggunakan air yang diperkaya dengan nutrisi. Diagram ini mencakup beberapa bagian yang diberi label:

1. *Reservoir*: Wadah yang berisi air dan nutrisi.
2. *Air Pump*: Pompa udara yang terhubung ke *air stone* di dalam *reservoir* untuk memberikan oksigen.
3. *Nutrient Pump*: Pompa nutrisi yang mengalirkan air dan nutrisi ke tanaman.
4. *Grow Tray*: Tempat di mana tanaman ditempatkan dalam media tumbuh.
5. *Dripper Manifold*: Distribusi air dan nutrisi ke tanaman melalui *drip lines* [26].

2.2.1.2 HIDROPONIK NFT

NFT adalah sebuah metode budidaya tanaman yang menempatkan akar tanaman dalam lapisan air dangkal yang secara terus-menerus disirkulasi dan mengandung nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Dalam sistem ini, tanaman tumbuh dengan akar yang berkembang langsung di dalam larutan

nutrisi, sehingga metode ini dikenal dengan singkatan NFT. Sistem ini dirancang sedemikian rupa untuk memastikan bahwa lapisan air yang mengalir hanya setebal 3 mm, dengan tujuan utama agar akar tanaman selalu terendam dalam larutan nutrisi yang kaya, tanpa mengurangi jumlah oksigen yang tersedia. Hal ini penting karena kelebihan air dalam sistem dapat mengurangi jumlah oksigen yang tersedia untuk akar, yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan menjaga lapisan air pada ketinggian optimal, sistem NFT memastikan bahwa tanaman mendapatkan kebutuhan air, nutrisi, dan oksigen secara optimal.



Gambar 2.2 Hidroponik NFT

Pada gambar 2.2 menunjukkan diagram sistem hidroponik. Sistem ini menarik karena menggambarkan bagaimana tanaman dapat ditanam dalam lingkungan berbasis air tanpa tanah. Metode ini relevan untuk area dengan kesuburan tanah atau ruang yang terbatas dan mewakili penggunaan sumber daya yang efisien dalam pertanian lingkungan terkendali. Diagram ini menunjukkan:

1. *Reservoir*: Wadah yang berisi air dan nutrisi.
2. *Air Stone*: Batu udara di dalam *reservoir* untuk memberikan oksigen.
3. *Nutrient Pump*: Pompa nutrisi yang mengalirkan air dan nutrisi ke tanaman.
4. *Grow Tray (Tube)*: Tempat di mana tanaman ditempatkan dengan akar yang menjulur ke dalam tabung.
5. *Nutrient Return*: Air yang kembali ke *reservoir*, menciptakan sistem sirkulasi tertutup [27].

2.2.2 NUTRISI AB MIX

Nutrisi AB *mix* yang digunakan dalam budidaya hidroponik terdiri dari dua kemasan berbeda yaitu *mix* A dan *mix* B. *Mix* A mengandung kalsium, sedangkan *Mix* B mengandung sulfat dan fosfat. Apabila kation kalsium (Ca) dari *mix* A bertemu dengan anion sulfat (SO_4^{2-}) dari *mix* B, maka akan terbentuk endapan kalsium sulfat (CaSO_4). Oleh karena itu, ketiga unsur tersebut tidak boleh dicampur dalam keadaan pekat untuk menghindari pengendapan. Selain itu, endapan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dapat terbentuk jika kation kalsium (Ca) dari *mix* A bertemu dengan anion fosfat (PO_4^{3-}) dari *mix* B, sehingga kalsium dan fosfat tidak dapat diserap oleh akar. Untuk memastikan tanaman hidroponik mendapatkan nutrisi yang diperlukan, AB *mix* harus dilarutkan dengan air terlebih dahulu agar tidak terjadi pengendapan. Untuk perbandingan pencampuran pekatan A dan B yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dengan persamaan 2.1.

$$10 \text{ ml nutrisi A} : 10 \text{ ml Nutrisi B} : 1 \text{ liter Air} = 1100 \text{ PPM} \quad (2.1)$$

Berdasarkan persamaan 2.1, ketika 10 ml nutrisi A dan 10 ml nutrisi B dicampurkan dengan 1 liter air baku, hasilnya adalah cairan nutrisi dengan kadar 1100 ppm. Dari persamaan tersebut, dapat diperoleh rumus untuk menghitung berapa banyak ml pekatan A dan B yang diperlukan jika ingin menentukan kadar TDS dalam air. Dalam hal ini, persamaan 2.2 dapat digunakan untuk membantu dalam perhitungan tersebut. Dengan demikian, pemahaman yang jelas tentang persamaan ini sangat penting untuk memastikan akurasi dalam pencampuran dan penentuan kadar nutrisi. Oleh karena itu, penggunaan persamaan ini memungkinkan untuk mengontrol dan menyesuaikan kadar nutrisi sesuai kebutuhan.

$$\frac{X}{1100 \text{ ppm}} \times 10 = Y \quad (2.2)$$

Dari persamaan 2.2 tersebut, X merepresentasikan nilai TDS akhir yang ingin dicapai dari pencampuran, sedangkan Y merepresentasikan jumlah ml pekatan A dan pekatan B yang perlu dicampurkan. Dalam persamaan ini, diasumsikan bahwa nilai TDS air sebelum pencampuran adalah sebesar 0 ppm dan volume air yang digunakan adalah 1 liter. Jika nilai TDS pada air reservoir serta volume air di dalam

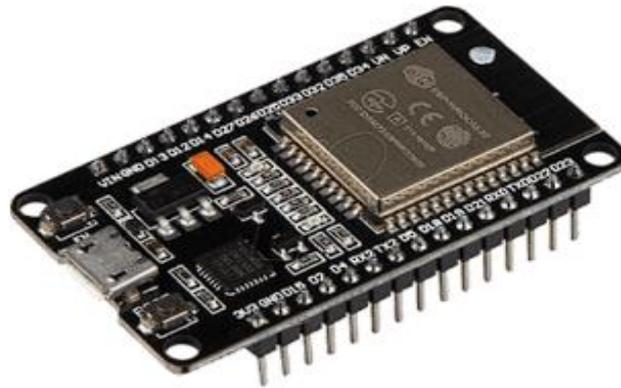
reservoir sudah diketahui, maka dapat digunakan persamaan 2.3 untuk perhitungan lebih lanjut. Persamaan ini akan membantu dalam menentukan berapa banyak pekatan yang diperlukan untuk mencapai nilai TDS yang diinginkan dalam kondisi yang sudah diketahui. Dengan demikian, persamaan 2.3 memberikan fleksibilitas dalam perhitungan berdasarkan kondisi aktual air di dalam reservoir.

$$\left(\frac{X - Z}{1100 \text{ ppm}} \times 10 \right) \times V = Y \quad (2.3)$$

Dari persamaan 2.3, Z merepresentasikan nilai TDS dalam air sebelum dilakukan pencampuran, sedangkan V merepresentasikan volume air dalam *reservoir*. Persamaan ini penting karena memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana nilai TDS awal dan volume air berinteraksi dalam proses pencampuran. Dari persamaan 2.3 ini, dapat disimpulkan berbagai hal penting terkait perhitungan dan penyesuaian kadar nutrisi dalam air. Misalnya, dengan mengetahui nilai Z dan V memungkinkan untuk bisa menghitung secara akurat berapa banyak pekatan yang diperlukan untuk mencapai kadar TDS yang diinginkan. Oleh karena itu, pemahaman dan penggunaan persamaan ini sangat krusial dalam memastikan bahwa pencampuran nutrisi dilakukan dengan tepat sesuai dengan kebutuhan spesifik [10].

2.2.3 MIKROKONTROLER DOIT ESP32 DEVKITV1

Mikrokontroler ESP32 yang dibuat oleh Espressif Systems memiliki keunggulan utama berupa modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi, menjadikannya ideal untuk pengembangan sistem IoT wireless. Dengan adanya kedua modul ini, ESP32 memungkinkan konektivitas yang mudah dan cepat dalam berbagai aplikasi, dari rumah pintar hingga sistem industri. Selain itu, kelebihan lainnya termasuk biaya yang rendah, yang membuatnya terjangkau bagi banyak pengembang IoT. Konsumsi daya yang efisien berkat integrasi modul *Wi-Fi*, *Bluetooth* dan fitur hemat daya pada *chip* mikrokontroler juga menjadi nilai tambah yang signifikan. Kombinasi fitur-fitur ini menjadikan ESP32 sebagai pilihan yang sangat fleksibel dan efisien untuk berbagai proyek IoT, baik yang berskala kecil maupun besar.



Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP32 DEVKIT V1

Pada gambar 2.3, terlihat bentuk fisik dari mikrokontroler ESP32 Devkit V1 dengan 30 pin. Mikrokontroler ESP32 memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah adanya modul *Wi-Fi* yang terintegrasi langsung dalam *chip*, menjadikannya sangat cocok untuk berbagai proyek IoT. Dibandingkan dengan ESP8266 yang juga populer, ESP32 menawarkan fitur dan kemampuan yang lebih kompleks dan canggih. Selain *Wi-Fi*, ESP32 juga mendukung konektivitas Bluetooth, memiliki lebih banyak pin *input/output*, serta dilengkapi dengan prosesor yang lebih cepat dan lebih banyak memori. Semua ini menjadikan ESP32 sebagai pilihan yang sangat serbaguna dan kuat untuk pengembangan proyek-proyek yang memerlukan konektivitas nirkabel dan komputasi yang handal.

Tabel 2.2 Deskripsi ESP32 DEVKIT V1

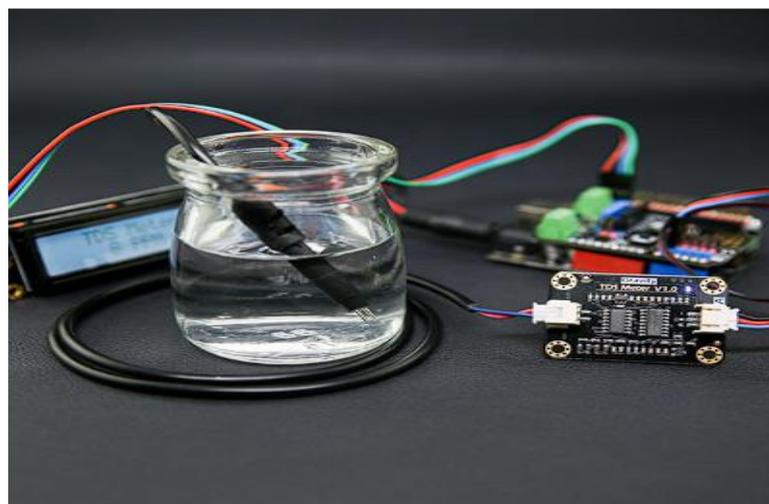
Prosesor	Tensilica Xtensa LX6 32-bit <i>dual core</i>
Tegangan Kerja	3.3 Volt
Tegangan <i>input</i>	7 - 12 Volt
<i>Digital I/O Pins (DIO)</i>	25
ADC	6
DAC	2
<i>Flash Memory</i>	4 MB
SRAM	520 KB
<i>Clock Speed</i>	250 MHz
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i

Pada tabel 2.2 menjelaskan spesifikasi dari mikrokontroler ESP32 DEVKIT V1 30 pin. Mikrokontroler ini menggunakan prosesor Tensilica Xtensa LX6 32-bit *dual core* dengan *clockspeed* sebesar 250 MHz. Tegangan kerja dari mikrokontroler

ini sebesar 3.3 volt. Untuk *range* tegangan *input* dari mikrokontroler ini adalah sebesar 7 sampai 12 volt. Untuk pin DIO dari mikrokontroler ini sebanyak 25, pin *analog to digital converter* (ADC) sebanyak 6, pin *digital to analog converter* (DAC) sebanyak 2. Untuk modul *Wi-Fi* dari mikrokontroler ini menggunakan standar IEEE 802.11 b/g/n/e/I [28].

2.2.4 SENSOR TDS SKU SEN0244 DFROBOT

Sensor TDS SKU SEN0244 dari DFRobot memberikan keluaran analog yang dapat dihubungkan dan kompatibel dengan sebagian besar mikrokontroler, termasuk Arduino serta ESP32. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, proses pembuatan detektor yang mampu mengukur nilai *total dissolved solids* (TDS) dalam cairan menjadi lebih mudah dan terjangkau. Sensor ini memungkinkan para pengembang IoT untuk membuat alat ukur TDS yang ekonomis namun efektif, sehingga dapat memantau kualitas air dan berbagai cairan lainnya dengan biaya yang relatif rendah. Selain itu, integrasi sensor TDS dengan ESP32 memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengembangan proyek, karena ESP32 mendukung berbagai jenis sensor dan modul tambahan, serta memiliki komunitas pengguna yang luas yang menyediakan banyak sumber daya dan dukungan.



Gambar 2.4 DFRobot TDS Sensor

Pada gambar 2.4 ditunjukkan bentuk fisik dari sensor TDS yang diproduksi oleh DFRobot. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu *probe* dan *signal*

transmitter board. *Probe* berfungsi untuk mendeteksi tingkat TDS dalam air, sementara *signal transmitter board* bertugas untuk mengolah sinyal yang diterima dari *probe* dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Sensor TDS ini membutuhkan tegangan *input* dengan rentang 3.3V hingga 5.5V dan memberikan tegangan *output* sebesar 0 hingga 2.3V, sehingga sangat kompatibel dengan berbagai sistem atau mikrokontroler yang bekerja pada tegangan 5V atau 3.3V. Contoh mikrokontroler yang kompatibel dengan sensor ini termasuk Arduino, ESP32, Raspberry Pi dan LattePanda. Dengan fleksibilitas tegangan *input* dan *output* yang dimilikinya, sensor TDS ini sangat ideal untuk digunakan dalam berbagai aplikasi pemantauan kualitas air dan proyek IoT.

Tabel 2.3 DFRobot TDS Sensor specification

<i>Input Voltage</i>	3.3 – 5.5 V
<i>Output Voltage</i>	0 – 2.3 V
<i>Working Current</i>	3 - 6 mA
<i>Range</i>	0 – 1000 ppm
<i>Accuracy</i>	± 10%
<i>Module Interface</i>	PH2.0-3P
<i>Electrode Interface</i>	XH2.54-2P
<i>TDS probe total length</i>	83 cm
<i>Waterproof</i>	Yes

Pada tabel 2.3 menunjukan spesifikasi sensor TDS dari DFRobot. Sensor ini memiliki tegangan *input* dalam *range* 3.3 sampai 5.5 V. *Range* pengukuran sensor ini berada dalam rentang 0 sampai 1000 ppm. Akurasi dari sensor ini kurang lebih 10% dari nilai sebenarnya yang menjadikan sensor ini akurat. Panjang *probe* dari sensor TDS ini adalah 83 cm [29].

2.2.5 SENSOR SUHU DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital *one-wire* yang menggunakan satu pin untuk komunikasi data, sehingga memudahkan integrasi dengan berbagai mikrokontroler. Setiap sensor DS18B20 dilengkapi dengan nomor seri 64-bit yang unik, yang memungkinkan identifikasi individual setiap sensor dalam sistem. Dengan adanya nomor seri ini, penggunaan banyak sensor pada bus daya yang sama menjadi sangat praktis, karena banyak sensor dapat dihubungkan

ke pin *general purpose input output* (GPIO) yang sama tanpa mengalami konflik data. Fitur ini sangat berguna dalam aplikasi di mana pemantauan suhu di berbagai lokasi diperlukan, seperti dalam sistem kontrol lingkungan, pemantauan suhu ruangan, atau aplikasi industri. Selain itu, kemampuan untuk menggunakan satu pin komunikasi juga membantu dalam menyederhanakan desain rangkaian dan menghemat penggunaan pin GPIO pada mikrokontroler.



Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20

Pada gambar 2.5 ditunjukkan bentuk fisik dari sensor DS18B20, yang merupakan sensor suhu digital dengan ADC internal 12-bit yang sangat presisi. Sensor DS18B20 menggunakan tegangan referensi sebesar 5 Volt, yang memungkinkan sensor ini mendeteksi perubahan terkecil hingga sebesar 0.0012 Volt. Keakuratan ini menjadikan sensor DS18B20 sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu yang tepat dan konsisten. Rentang suhu operasinya mencakup dari -10 hingga +85 derajat celsius, dengan akurasi pengukuran sekitar +/-0.5 derajat celsius, sehingga sensor ini dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan. Dengan kombinasi presisi tinggi, rentang suhu yang luas, dan akurasi yang baik, sensor DS18B20 sering digunakan dalam aplikasi seperti pemantauan suhu lingkungan dan berbagai aplikasi industri lainnya yang memerlukan pengukuran suhu yang akurat dan handal.

Tabel 2.4 DS18B20 Specification

<i>Range</i>	-55 to 125 °C
<i>Resolution</i>	9 - 12bit
<i>Module Interface</i>	1 Wire
<i>Accuracy</i>	± 0,5 °C from -10 °C to +85 °C
<i>Working Voltage</i>	3.0 - 5.5 V
<i>Length</i>	90 cm
<i>Waterproof</i>	Yes

Pada tabel 2.4 merupakan spesifikasi teknis dari sensor DS18B20. Sensor ini memiliki rentang pengukuran dari -55°C hingga 125°C. Resolusi pengukuran dari sensor ini dapat menggunakan resolusi 9bit hingga 12bit. *Interface* yang digunakan dari sensor ini adalah 1 *wire*. Akurasi pengukuran dari sensor ini kurang lebih 0,5°C dari -10°C hingga 85°C. Panjang sensor ini adalah 90 cm dan sensor ini sudah *waterproof* [30].

2.2.6 MODUL RELAY

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus listrik. *Relay* memiliki kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada inti. Saat arus listrik mengalir melalui kumparan, sebuah armatur besi tertarik ke inti. Armatur ini terhubung dengan tuas yang elastis. Ketika armatur tertarik ke tuas, kontak saklar akan berubah posisi dari *normally closed* menjadi *Normally Open* [31].



Gambar 2.6 Modul Relay

Modul *relay* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dapat digunakan sebagai saklar untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik, termasuk lampu,

motor listrik, dan peralatan elektronik lainnya. Modul ini berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan perangkat yang akan dikendalikan, memungkinkan mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi saklar dengan mengirimkan perintah ke *relay*. Ketika mikrokontroler memberikan sinyal, *relay* akan menutup atau membuka sirkuit listrik, sehingga perangkat elektronik yang terhubung dapat dihidupkan atau dimatikan sesuai kebutuhan. Penggunaan modul *relay* ini sangat efektif dalam berbagai aplikasi otomatisasi, baik di rumah maupun di industri, karena memungkinkan kontrol jarak jauh dan otomatisasi berbagai perangkat elektronik dengan mudah. Dengan demikian, mikrokontroler sepenuhnya mengendalikan saklar ini, memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengaturan perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem [32].

Tabel 2.5 Modul Relay 3 Channel Product Specifications

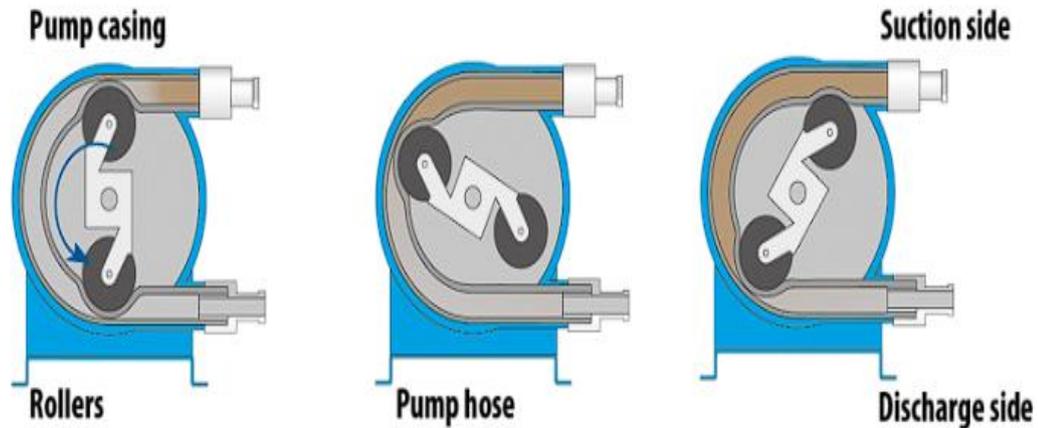
<i>Power supply Voltage</i>	5 V
<i>Trigger Level</i>	3 – 7 V <i>Trigger</i>
<i>Trigger Current</i>	5 mA
<i>Control Voltage</i>	0 - 250 Volt AC or 0 – 30 Volt DC
<i>Control Current</i>	0 – 7 A

Tabel 2.5 menunjukkan spesifikasi teknis dari modul *relay*. Suplai daya kerja untuk *relay* ini sebesar 5 V. Untuk *trigger level* dari *relay* ini sebesar 3 sampai 7 V. Arus *trigger* yang dibutuhkan sebesar 5 mA. *Relay* ini dapat mengontrol tegangan sebesar 250 V *alternating current* (AC) atau 30 V *direct current* (DC). *Relay* ini dapat mengontrol arus hingga 7 A [33].

2.2.7 POMPA PERISTALTIK

Pompa peristaltik diklasifikasikan sebagai pompa perpindahan positif. *Positive Displacement Pump* adalah kategori pompa yang bekerja dengan mempertahankan aliran fluida yang konstan pada kecepatan tetap tanpa terpengaruhi oleh perubahan tekanan. Pompa ini mampu mengalirkan fluida ke ujung pompa dengan volume yang sama. Pompa peristaltik terdiri dari tabung yang dikelilingi oleh *casing*. Di bagian dalam lingkaran tersebut, terdapat rotor dengan rol yang menjepit tabung. Ketika rol menyentuh tabung, itu menutup atau menggajal tabung tersebut yang membuat cairan bergerak maju di dalam tabung.

Saat rol berputar, terbentuk vakum di dalam tabung yang akan menghisap cairan dan dikeluarkan ketika rol berikutnya melintasi tabung.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja dari Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik yang ditunjukkan pada gambar 2.7 memiliki kemampuan untuk bekerja secara kontinu, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan aliran cairan yang konsisten dan stabil. Selain itu, pompa ini juga dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kepresisian tinggi dalam memompa cairan, sehingga ideal untuk situasi di mana akurasi volume dan kontrol aliran sangat penting. Pompa peristaltik ini paling umum digunakan untuk memindahkan cairan yang bersifat steril, seperti dalam industri farmasi atau laboratorium bioteknologi, di mana kontaminasi harus dihindari. Selain itu, pompa ini juga efektif dalam menangani *aggressive chemicals*, yang sering ditemukan dalam industri kimia atau pengolahan air. Dengan kemampuan untuk memindahkan berbagai jenis cairan tanpa risiko kontaminasi silang, pompa peristaltik menjadi pilihan yang sangat populer dan andal dalam berbagai industri yang membutuhkan pemindahan cairan dengan kepresisian dan kebersihan tinggi [34].

2.2.8 POMPA AIR DIAPHRAGM R385 DC 12V

Pompa Air Diaphragm R385 adalah sebuah motor pompa diaphragm yang sangat serbaguna. Pompa air ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti akuarium, di mana ia membantu dalam menjaga sirkulasi dan kebersihan air, serta dalam kolam ikan untuk memastikan air tetap teroksigenasi dan bersih. Selain itu,

pompa ini sangat berguna dalam sistem hidroponik, di mana ia berperan dalam sirkulasi dan pengiriman nutrisi ke tanaman. Dalam bidang robotika, pompa ini bisa digunakan untuk proyek-proyek yang memerlukan pengendalian cairan secara presisi, seperti dalam robot penyiram tanaman otomatis.



Gambar 2.8 Pompa Air Diaphragm R385 DC12V

Pompa air R385 yang ditunjukkan pada gambar 2.8 ini beroperasi dengan tegangan DC 12V, yang membuatnya kompatibel dengan berbagai sumber daya dan mikrokontroler. Pompa ini mampu memompa air dengan debit antara 1.5 hingga 2 liter per menit, menjadikannya pilihan yang efisien untuk berbagai aplikasi yang memerlukan pengendalian aliran air dengan kecepatan yang dapat diandalkan. Dengan demikian, pompa air Diaphragm R385 adalah alat yang sangat berguna dan fleksibel untuk berbagai proyek berbasis mikrokontroler dan aplikasi praktis lainnya [35].

2.2.9 SWITCHING POWER SUPPLY

Switching power supply adalah sebuah sistem catu daya canggih yang menggunakan teknologi *switching* untuk mengatur dan menyediakan daya. Sistem ini memanfaatkan saklar elektronik yang berfungsi untuk mengonversi tegangan listrik dengan efisiensi tinggi, dibandingkan dengan catu daya konvensional yang berbasis transformator. *Switching power supply*, yang juga dikenal dengan nama *Switched Mode Power Supply* (SMPS), banyak digunakan untuk menyediakan daya bagi berbagai peralatan elektronik, mulai dari komputer dan peralatan audio-video

hingga peralatan industri dan sistem komunikasi. Dengan teknologi *switching* ini, catu daya dapat menghasilkan output yang stabil dan terkontrol dengan baik, sambil meminimalkan pemborosan energi dan mengurangi ukuran serta berat perangkat. Penggunaan SMPS menawarkan keuntungan dalam hal efisiensi energi, keandalan, dan kemampuan untuk menangani berbagai rentang tegangan *input*, menjadikannya solusi ideal untuk kebutuhan daya yang bervariasi dalam aplikasi elektronik modern.

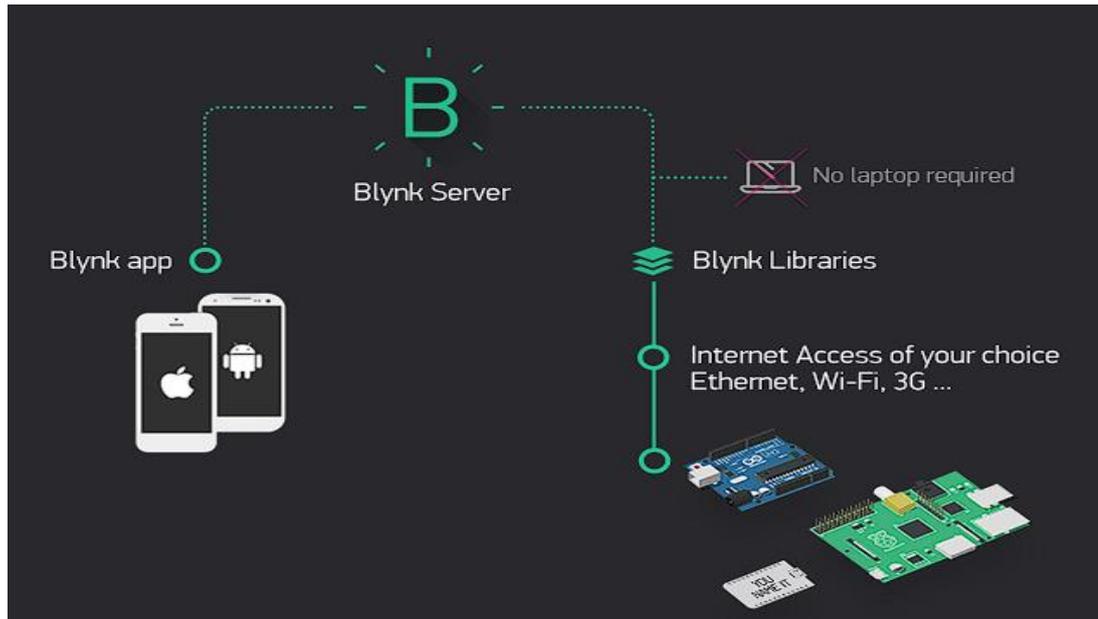


Gambar 2.9 Power supply Switching

Gambar 2.9 menunjukkan bentuk fisik dari SPMS. Pada SMPS, tidak lagi menggunakan trafo besi yang berukuran besar sebagai penurun tegangan, tetapi menggunakan trafo yang lebih kecil yang disebut trafo *switching*. SMPS menggunakan transistor seri yang diatur dalam kondisi *on* atau *off* secara bergantian dengan frekuensi konstan. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan tegangan yang terregulasi. [36].

2.2.10 BLYNK IOT PLATFORM

Blynk adalah paket perangkat lunak komprehensif yang memungkinkan perancangan, implementasi, dan manajemen jarak jauh dari perangkat elektronik. Baik itu proyek IoT pribadi maupun produk yang terhubung secara komersial dalam jumlah besar, *Blynk* memberikan pengguna *resources* untuk menghubungkan perangkat keras mereka ke *cloud* dan aplikasi untuk *iOS*, *Android*, dan *web*



Gambar 2.10 Diagram Alur *Blynk*

Pada gambar 2.10 merupakan sistem aplikasi *blynk* bekerja dan menyimpan file. Aplikasi *blynk* memiliki 3 buah komponen utama yaitu aplikasi, *server* untuk menyimpan dan menangani semua komunikasi data dari mikrokontroler dan sensor yang digunakan, dan *libraries* untuk melakukan konfigurasi agar mikrokontroler dan sensor mampu bekerja. Cara kerja dari *blynk* adalah *libraries* yang berisikan perintah akan disimpan dalam *cloud server*, *server* akan menampilkan dan meneruskan data yang dibutuhkan untuk selanjutnya ditampilkan di aplikasi *blynk*, pengguna dapat memonitoring serta mengontrol secara efisien dan praktis dalam jarak yang tidak terbatas selama mikrokontroler terhubung dengan internet Aplikasi yang dibuat dengan *blynk* siap digunakan oleh pengguna, Pengguna dapat dengan mudah mengunduh aplikasi, menghubungkan perangkat mereka, dan mulai menggunakannya.

Komponen dari *Platform IoT Blynk* adalah:

a. Aplikasi *Blynk*

Aplikasi *Blynk* merupakan aplikasi seluler serbaguna untuk iOS dan Android yang memenuhi fungsi utama berikut:

1. Pemantauan dan pengendalian jarak jauh dari perangkat terhubung yang beroperasi dengan platform *Blynk*.
2. Otomatisasi operasi perangkat terhubung.

b. *Blynk Library*

Blynk Library adalah library C++ *portable* dan *user-friendly* yang telah di pre-konfigurasi untuk bekerja dengan ratusan *development board*. *Library* ini mengimplementasikan protokol koneksi *streaming*, memungkinkan komunikasi yang rendah-latensi dan dua arah.

c. *Blynk Cloud*

Blynk Cloud adalah infrastruktur *server* yang berfungsi sebagai pusat dari platform IoT *Blynk*, mengikat semua komponen sebelumnya untuk bekerja bersama-sama [37].