

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1 State of the Art

Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan, kemudian membuat ringkasannya. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang masih terkait dengan tema yang penulis kaji.

Tabel 2. 1 *State of the Art*

Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
Annisa Nurul Sholihah , Toto Tohir, Adnan Rafi Al Tahtawi	2021	Kendali TDS nutrisi hidroponik <i>deep flow</i> <i>technique</i> berbasis IoT menggunakan <i>fuzzy logic</i>	<i>Fuzzy</i> <i>Logic</i>	Hasil pengujian dari sistem yang dirancang yaitu sensor TDS yang digunakan memiliki rata-rata <i>error</i> sebesar 0,165%. Pengendalian yang dirancang mampu menghasilkan nilai <i>integral absolute error</i> (IAE) terkecil sebesar 1119 pada <i>setpoint</i> 800 ppm dan <i>integral time absolute error</i> (ITAE) terkecil sebesar 4200 pada <i>setpoint</i> 1000 ppm

Firmanto Simbolon, Zulfian Azmi, Usti Fatimah S. S.Pane	2020	Implementasi metode <i>fuzzy logic</i> pada sistem penyiram otomatis pada tanaman agrikultur berbasis arduino	<i>Fuzzy Logic</i>	Sistem yang dibangun merupakan rancangan penyiraman tanaman tomat otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini merupakan implementasi metode <i>fuzzy logic</i> dari nilai sensor kelembaban tanah dan sensor suhu. Pengujian sistem yang dilakukan didapatkan hasil nilai kelembaban tanah dan suhu yang dapat dimonitoring pada tampilan LCD. Sistem yang dibangun dapat membantu memonitoring suhu dan kelembaban tanah pada tanaman tomat.
Muhammad Aji Guna	2022	Rancang Bangun Sistem	<i>Fuzzy Logic</i>	Sistem <i>monitoring</i> tanaman yang mampu

<p>Darmawan, Adhitya Bhawiyuga, Sabriansyah Rizqika Akbar</p>		<p>Penyiraman Tanaman Tomat Menggunakan <i>Wireless Sensor Network</i> dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i></p>		<p>mengetahui kondisi lingkungan tanaman seperti kondisi kelembaban tanah, suhu udara, dll. Kemudian dibuat keputusan menggunakan metode <i>fuzzy</i> berupa penyiraman tanaman sesuai volume yang dibutuhkan menggunakan <i>smartphone</i> sehingga dapat menstabilkan kondisi tanaman pada lahan pertanian. Hasil dari penelitian akan menunjukkan bahwa proses pertumbuhan tanaman akan baik sehingga pertanian menjadi maksimal dan sangat bermanfaat bagi para petani.</p>
<p>Novita Kurnia Ningrum, Ibnu Utomo Wahyu Mulyono,</p>	<p>2020</p>	<p>Sistem <i>Monitoring</i> Kelembaban Tanaman Berbasis IoT</p>	<p><i>Fuzzy Logic</i></p>	<p>Algoritma <i>fuzzy logic</i> digunakan untuk mengatur jumlah air yang dialirkan pada tanaman. Data</p>

<p>Defri Kurniawan, Zahrotul Umam</p>		<p>Berdasarkan Pengukuran Suhu dan Kelembaban Tanah dengan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i></p>	<p>kondisi suhu lingkungan dan kelembaban tanah dikirim oleh sensor, diproses oleh sistem kemudian sistem akan menghitung menggunakan algoritma <i>fuzzy logic</i>. hasil perhitungan sistem berupa nilai durasi penyiraman berdasarkan pengukuran suhu lingkungan dan kelembaban tanah. Kondisi tanaman dibagi menjadi 3 kondisi, berdasarkan suhu lingkungan terdiri dari suhu panas, sedang dan dingin. Berdasarkan kelembaban tanah terdiri dari kering sedang dan lembab. Data pengukuran dan hasilnya dikirim oleh sistem ke <i>server thinkspeak</i> dan dapat diakses melalui PC</p>
---	--	---	--

				maupun <i>gadget</i> dari jarak jauh secara <i>realtime</i> . Dengan demikian kondisi tanaman dapat dipantau setiap saat oleh petani dari manapun.
Sumantri K Risandriya, Rifqi Amalya Fatekha, dan Sandy Aji Fitriansyah	2019	Pemantauan dan Pengendalian Kelembapan, Suhu, dan Intensitas Cahaya Tanaman Tomat dengan Logika Fuzzy Berbasis IoT	<i>Fuzzy Logic</i>	Penelitian ini menggunakan kontrol otomatis dari logika <i>Fuzzy</i> dan <i>Internet of Things</i> (IoT) sebagai dasar pemantauan kondisi tanaman tomat dengan tugas menggantikan perawatan manual. Sensor DHT22, FC-28 dan <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR) digunakan sebagai pendeteksi kelembapan tanah, suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan udara, serta parameter <i>input</i> sebagai kontrol Fuzzy yang otomatis, serta aktuator penyiraman

				<p>pompa air DC 12V dan <i>motor power window</i> sebagai pengendali kelembapan udara. Hasil pada penelitian ini memiliki tingkat keberhasilan 98.38% dalam proses kerjanya</p>
--	--	--	--	---

2.2 Tanaman Tomat

Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum Mill.*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman tomat juga banyak diusahakan secara komersial di Indonesia. Tanaman tomat salah satu tanaman *Solanaceae* yang berasal dari Negara Amerika Tengah dan Amerika Selatan yang cukup diminati oleh banyak masyarakat.[8]

Tanaman tomat juga termasuk sayuran buah yang sangat dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan dikarenakan adanya kandungan gizi. Menurut Abdi *et al.* (2017) menyatakan tanaman tomat memiliki kandungan gizi yang terdiri dari vitamin dan mineral yang sangat berguna untuk mempertahankan kesehatan dan mencegah penyakit. Tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 2.1 beserta taksonomi tanaman tomat [9]

Kingdom : *Plantae*

Devisi : *Spermatophyta*

Sub Devisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Solanales*

Family : *Solanaceae*

Genus : *Lycopersicon*

Spesies : *Lycopersicon esculentum* Mill.



Gambar 2. 1 Tanaman Tomat

(Sumber : <https://kominfo.jatimprov.go.id/berita/bakteri-indigenous-ub-forest-baik-untuk-kesehatan-tanaman-tomat>)

Tabel 2. 2 Kondisi Lingkungan sebagai Syarat Tumbuh Tanaman Tomat [10]

Parameter	Syarat Tumbuh Tanaman Tomat
Sinar Matahari	Penyinaran secara penuh
Curah hujan	750 – 1250 mm/tahun
Suhu	20 °C -27 °C
Kelembapan	25%
Ketinggian tempat	Kurang dari 1500 mdpl
Tanah	Ph 5-7

2.3 Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu transduser, sedangkan

tranduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya.

Sensor adalah jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya [11]

2.3.1 Sensor DHT21

Sensor DHT-21 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang memiliki output sinyal digital dikalibrasi dengan suhu dan kelembaban sensor kompleks. Ia memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan anti-gangguan, dan keuntungan kinerja biaya tinggi. Sebagai salah satu jenis modul sensor high end, AM2301 atau DHT21 menawarkan stabilitas pengukuran temperatur dan kelembaban untuk kegunaan jangka panjang dengan besaran temperatur pada -40°C hingga 80°C .



Gambar 2. 2 Sensor DHT21

(Sumber : <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/dht21-am2301-capacitive-digital.html>)

Sensor DHT-21 adalah sensor kelembaban dan temperatur udara berkualitas tinggi, jauh lebih presisi dan durable dibandingkan sensor DHT11. Jarak transmisi dari sensor ini mencapai 20 meter. Dalam pembuatan alat ini sensor DHT-21 berfungsi menjadi sensor suhu dan kelembaban.[12]

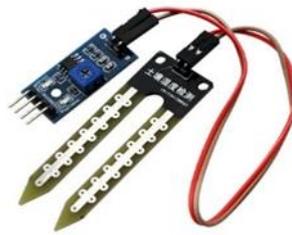
2.3.2 Sensor *Soil Moisture*

Sensor *soil moisture* adalah sebuah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban pada tanah. Sensor ini sangat berguna untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah di dalam pot, lahan pertanian, atau area taman, sehingga dapat membantu pengguna dalam melakukan pengaturan atau pengaturan otomatis dalam pengairan tanaman.

Sensor *soil moisture* dapat bekerja dengan berbagai prinsip, seperti prinsip resistif, kapasitif, atau resonansi. Sensor resistif mengukur resistansi listrik tanah yang akan berubah dengan tingkat kelembaban, sedangkan sensor kapasitif mengukur kapasitansi tanah yang berubah seiring dengan tingkat kelembaban. Sensor resonansi, di sisi lain, mengukur frekuensi resonansi dari getaran mekanik pada tanah yang berubah seiring dengan kelembaban.

Sensor *soil moisture* seringkali terhubung dengan sebuah sistem kontrol otomatis untuk memantau tingkat kelembaban tanah dan mengontrol irigasi atau sistem penyiraman secara otomatis. Sensor ini juga dapat memberikan informasi penting bagi petani atau pengguna tanaman pot dalam menentukan waktu yang tepat untuk menyiram tanaman dan mencegah tanaman dari kerusakan akibat kelembaban tanah yang berlebihan atau kurang.

Sensor *soil moisture* dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi, mulai dari pertanian, kebun, taman, atau pengaturan sistem irigasi di lingkungan urban. Sensor ini juga dapat dikombinasikan dengan sensor lainnya, seperti sensor suhu dan sensor cahaya, untuk memantau lingkungan tumbuhan secara lebih komprehensif dan akurat.[13]

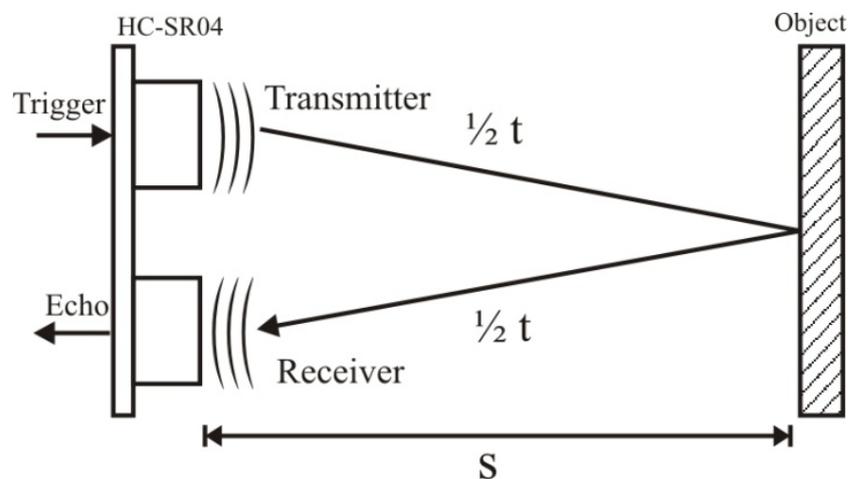


Gambar 2. 3 Sensor *soil moisture*

(Sumber: <https://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>)

2.3.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang bekerja dengan mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik atau sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang tidak dapat di dengar oleh telinga manusia dan mempunyai frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui media cair, padat dan gas. HC-SR04 merupakan salah satu contoh sensor ultrasonik.



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

(Sumber : <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html>)

HC-SR04 berfungsi sebagai *transmitter*, *receiver* dan *controller* gelombang ultrasonik. Sensor HC-SR04 mempunyai kemampuan mengukur jarak dalam rentang 2 cm - 3m. Sensor Ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 000 Hz yang merambat melalui udara dan jika ada suatu benda atau penghalang pada rentang pancaran gelombang, maka gelombang ultrasonik tersebut akan memantul kembali ke modul (Gambar 2.6). HC-SR04 mempunyai konfigurasi 4 pin, yaitu Vcc, Trigger, Echo dan Ground. Pin Vcc dan Ground berfungsi sebagai supply tegangan bagi sensor. Pin Trigger berfungsi memancarkan gelombang ultrasonik, sedangkan pin Echo berfungsi menerima pantulan gelombang ultrasonik yang terkena benda atau penghalang. **Gambar 2.22** merupakan bentuk fisik sensor HC-SR04.



Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber : <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html>)

Prinsip kerja sensor HC-SR04 ini adalah transmitter mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan berikut:

$$s = \frac{v \times t}{2} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2. 1})$$

Keterangan :

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/s)

t = waktu tempuh (detik)

HC-SR04 menggunakan pin Trigger dan Echo untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Proses aktivasi HC-SR04 dilakukan oleh mikrokontroler dengan mengirimkan pulsa positif minimal $10\ \mu\text{s}$ ke pin Trigger. Kemudian HC-SR04 akan mengirimkan kembali pulsa positif ke mikrokontroler melalui pin Echo mulai dari $100\ \mu\text{s}$ hingga 18 sesuai dengan jarak objek yang terdeteksi. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HCSR04 adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan : +5V DC
- b. Arus operasi : 15 mA.
- c. Rentang pengukuran : 2 cm – 400 cm.
- d. Sudut pengukuran : 30°
- e. Dimensi : 45 mm x 20 mm x 15 mm [14]

2.4 Panel Surya

Panel Surya 10 Wp Monocrystalline merupakan komponen penting yang digunakan untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip kerja tersebut disebut dengan photovoltaic. Listrik yang dihasilkan dari solar panel disimpan pada baterai untuk kebutuhan listrik. Estimasi usia pemakaian solar cell sekitar 20 tahun, dalam pemakaian jangka waktu tersebut tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang terlalu signifikan.

Spesifikasi Panel Surya 10wp Mono :

- Maximum power (P_{max}) 10W
- Voltage at P_{max} (V_{mp}) 17.2V
- Current at P_{max} (I_{mp}) 0.58A
- Open-circuit voltage (V_{oc}) 20.64V
- Short-circuit current (i_{sc}) 0.65A
- Maximum system voltage 1000V DC
- Power tolerance + 3% [15]



Gambar 2. 6 Panel Surya 10 Wp Monocrystalline

(Sumber : <https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-10-wp-shinyoku-polycrystalline/>)

2.5 Mikrokontroller ESP32

Mikrokontroller ESP32 dikenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroller ESP8266. Mikrokontroller ini keluaran terbaru dari ESP dan berbeda dengan jenis board Arduino misalnya Arduino Nano, Arduino Uno maupun Arduino jenis lainnya.



Gambar 2. 7 Mikrokontroller ESP32

(Sumber : <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroller-esp32-3/>)

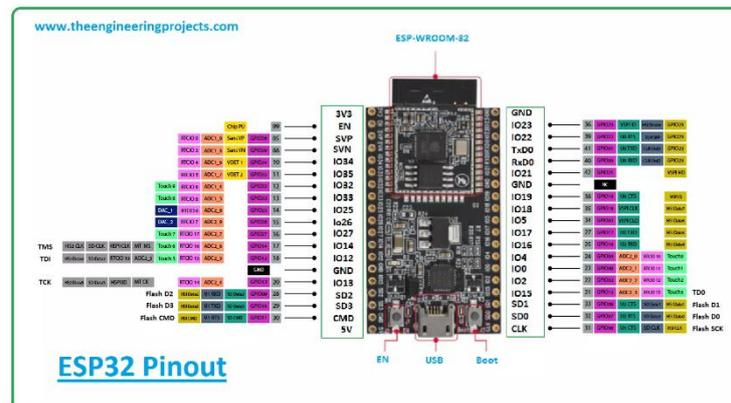
Mikrokontroller ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroller serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. ESP32 kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IoT (*Internet of Things*). Mikrokontroller ini dapat digunakan sebagai

sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroler host.

ESP32 adalah chip dengan WiFi 2.4GHz dan bluetooth dengan desain teknologi 40nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya.

ESP32 memiliki pin out yang dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC. Pin out tersebut antara lain :

- 18 ADC (*Analog Digital Converter*) berfungsi untuk merubah sinyal analog ke digital
- 2 DAC (*Digital Analog Converter*, kebalikan dari ADC)
- 16 PWM (*Pulse Width Modulation*)
- 10 Sensor sentuh
- 2 jalur antarmuka UART
- Pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI [16]



Gambar 2. 8 Pin Out dari ESP32

(Sumber : <https://www.theengineeringprojects.com/2020/12/esp32-pinout-datasheet-features-applications.html>)

Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP32

Atribut	Detail
CPU	<i>Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz</i>
SRAM	520 KB
FLASH	2MB (max. 64MB)
Tegangan input	3,6V
Arus Kerja	Rata-rata 80mA
Dapat Diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua, dll)
<i>Open Source</i>	Ya
Konektifitas	
WiFi	802.11 b/g/n
Bluetooth®	4.2BR/EDR + BLE
UART	3
I/O	
<i>GPIO</i>	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	1 (8-bit)

2.6 *Internet Of Things*

Teknologi IoT adalah konsep perangkat yang mampu mentransfer data tanpa perlu terhubung dengan manusia, melainkan internet sebagai medianya. Sederhananya manusia tidak perlu mengontrol benda/perangkat IoT tersebut secara langsung. Melainkan manusia bisa mengontrol benda tersebut dari jarak jauh.

Terdapat lima fungsi mendasar pada perangkat IoT diantaranya:

- a. *Tagging* (Identifikasi). Fungsinya untuk mengidentifikasi suatu aktivitas ini memiliki tujuan untuk mengumpulkan data aktivitas atau transaksi.
- b. *Monitoring*, bertujuan untuk memantau apakah terdapat aktivitas tidak biasa yang dikirim oleh tagging.
- c. *Tracking*, berfungsi untuk melacak lokasi.
- d. *Control*, bertujuan untuk memberikan hasil dari aktivitas-aktivitas atau data yang konsisten.
- e. Analisis, bertujuan untuk memberikan informasi yang dapat dipahami dari aktivitas atau data yang didapat

Konsep *internet of things* mencakup elemen utama yaitu:

1. Benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor,
2. Koneksi internet dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi.
3. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi “*big data*” untuk kemudian diolah, dianalisa baik oleh instansi pemerintah, perusahaan terkait, maupun ininstansi lain kemudian dimanfaatkan bagi kepentingan masing-masing.



Gambar 2. 9 Cara kerja *Internet Of Things*

(Sumber : <https://www.umn.ac.id/internet-things-iot-dalam-bidang-informatika/>)

Berdasarkan dari analisis pada gambar di atas, dapat kita tarik benang merah terkait dengan bagaimana konsep dasar dari IoT ini, dimana seluruh penggunaan barang yang terhubung ke internet tersebut akan menyimpan data, data tersebut terkumpul sebagai '*big data*' yang kemudian dapat di olah untuk di analisa baik oleh praktisi, ilmuwan, pemerintah, perusahaan, untuk kemudian

di manfaatkan bagi kepentingan masing-masing. Dari gambaran singkat ini dapat kita pahami, terdapat beberapa unsur pembentuk IoT yang mendasar termasuk didalamnya kecerdasan buatan, konektivitas, sensor, keterlibatan aktif serta pemakaian perangkat berukuran kecil.[17]

2.7 *Blynk IoT*

Blynk IoT adalah suatu platform antarmuka yang ditujukan untuk dapat mengendalikan module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module yang sejenis dengan metode *drag and drop widget*. BLYNK adalah platform untuk aplikasi OS *Mobile (iOS dan Android)* yang bertujuan untuk kendali *module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1*, dan modul sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode *drag and drop widget*. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari *platform* aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem *Internet of Things (IOT)*.



Gambar 2. 10 Aplikasi Android Blynk

(Sumber : <https://www.tptumetro.com/2020/05/memulai-iot-dengan-blynk-dan-nodemcu.html>)

Blynk digunakan untuk merancang *Internet of Things*. *Blynk* mampu mengontrol *Hardware* dari jarak jauh, selain itu *Blynk* juga dapat menampilkan data sensor, menyimpan data serta memvisualisasikannya. Berikut merupakan 3 komponen dari aplikasi *Blynk*:

- ***Blynk App***: Digunakan untuk membuat interface (antarmuka) untuk projek menggunakan berbagai widget yang telah kami sediakan.
- ***Blynk Server***: Bertanggung jawab atas semua proses komunikasi antara Smartphone dan Hardware.
- ***Blynk Libraries***: Dapat mengkomunikasikan dengan server dan semua proses yang akan datang dan proses yang akan keluar.

2.8 Software Arduino IDE

2.8.1 Penggunaan Software Arduino IDE

Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang digunakan untuk memprogram di arduino atau dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Software ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dengan bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan library C++ (wiring), kode program yang digunakan pada Arduino disebut “sketch” atau disebut juga source code arduino yang disimpan akan memiliki ekstensi file source code **.ino**. [18]

2.8.2 Tampilan Menu Bar

Tampilan Menu Bar terdiri dari:

a. File

Tabel 2. 4 Pilihan pada Menu File

<i>New</i>	Membuat <i>sketch</i> baru
<i>Open</i>	Open file <i>sketch</i> yang sudah disimpan
<i>Sketchbook</i>	Membuka file <i>sketch</i> yang pernah dibuat
<i>Example</i>	Membuka contoh-contoh <i>sketch</i> yang berisi berbagai macam aplikasi yang disediakan

	oleh arduino
<i>Close</i>	Menutup <i>sketch</i>
<i>Save</i>	Menyimpan <i>sketch</i>
<i>Save As</i>	Menyimpan <i>sketch</i> dengan halaman lain
<i>Upload to I/O Board</i>	Mengunggah program ke <i>board</i>
<i>Page Setup</i>	Mengatur ukuran halaman pada pencetak
<i>Print</i>	Mencetak <i>sketch</i>
<i>Preferences</i>	Mengatur setting Arduino IDE
<i>Quit</i>	Keluar dari Arduino IDE

b. Menu Sketch

Tabel 2. 5 Pilihan pada *Menu Sketch*

<i>Verify/Compile</i>	Mengkomplikasi program
<i>Stop</i>	Menghentikan komplikasi
<i>Show sketch folder</i>	Menampilkan <i>folder</i> dari <i>sketch</i> yang sedang dibuka
<i>Import Library</i>	Mengambil <i>header</i> library dari fungsi- fungsi tambahan
<i>Add file</i>	Membuka file <i>sketch</i> pada jendela yang sama

c. Menu Tools

Tabel 2. 6 Pilihan pada Menu Tools

<i>Auto Format</i>	Mengatur format secara otomatis
<i>Archive sketch</i>	Menyimpan <i>sketch</i> dalam bentuk Zip file
<i>Fix Encoding & Reload</i>	Membatalkan perubahan <i>sketch</i> dan mmengambil ulang <i>sketch</i> sebelumnya yang telah disimpan
<i>Serial Monitor</i>	Mengaktifkan jendela tampilan komunikasi

	serial pada komputer
<i>Board</i>	Menentukan jenis Board Arduino
<i>Serial Monitor</i>	Menentukan port <i>serial</i> yang digunakan untuk mengunggah program dan tersambung pada <i>Board</i> Arduino
<i>Burn Bootloader</i>	Memasukan bootloader pada mikrokontroler yang ada pada board Arduino melalui ICSP



Gambar 2. 11 Software Arduino IDE

(Sumber : <https://robotics.instiperjogja.ac.id/post/arduinoide>)

2.9 Fuzzy Logic Control (FLC)

Fuzzy logic mirip dengan perasaan dan proses inferensi manusia. Logika *fuzzy* merupakan sistem Kendali dengan ketidakpastian dengan menggunakan konsep himpunan *fuzzy* dalam perancangannya. Semua mesin atau perangkat dapat memproses data yang *tajam (crisp)* atau klasik seperti '0' atau '1'. Agar mesin atau perangkat dapat menangani input bahasa yang tidak jelas, input dan output yang *tajam (crisp)* harus dikonversi ke variabel linguistik dengan logika *fuzzy*. Kelebihan dari FLC salah satunya adalah tidak diperlukannya model matematis dari *plant* yang akan dikendalikan. Mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada pengendali sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung. FLC lebih tepat digunakan pada sistem yang sulit didefinisikan, yang dapat dikendalikan oleh

operator tanpa mengetahui karakteristik dinamis dalam sistem Terdapat beberapa tahap dalam *Fuzzy Logic Control* (FLC) yaitu :

1. *Fuzzifikasi*

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang bekerja dengan cara mengubah nilai tegas (*crisp*) dari suatu variabel menjadi nilai *fuzzy*. Nilai yang telah berbentuk *fuzzy* ini selanjutnya digunakan sebagai masukan dari mekanisme inferensi. Pada tahap ini, akan dilakukan pengambilan keputusan dari masukan yang ada berdasarkan basis aturan logika yang dirancang.

2. Basis Pengetahuan(*Rule Base*)

Basis pengetahuan berisi dua macam informasi utama, yaitu:

- Basis data, yang berisi tentang definisi-definisi yang perlu dari parameter *fuzzy* yang digunakan untuk masing-masing variabel sistem. Membangun basis data *fuzzy* termasuk di dalamnya menentukan semesta wacana masing-masing variabel masukan, menentukan jumlah himpunan *fuzzy* dan merancang fungsi keanggotaan.
- Pemrosesan aturan *fuzzy*, merupakan kumpulan aturan kendali *fuzzy*. Pemrosesan aturan *fuzzy* disusun berdasarkan pengetahuan pakar dan kawasan aplikasi dan tujuan pengendalian yang dilakukan.

3. Mekanisme Penalaran *Fuzzy*

Mekanisme penalaran *fuzzy* atau mekanisme inferensi adalah proses mengubah input *fuzzy* dengan mengikuti aturan (*IF-THEN*) yang ditentukan berdasarkan pengetahuan *fuzzy*. Dengan kata lain, dilakukan agregasi yang menggabungkan keluaran *fuzzy IF-THEN* menjadi satu himpunan.

4. *Defuzzifikasi*

Defuzzifikasi adalah proses mengubah keluaran yang diperoleh dari inferensi *fuzzy* menjadi suatu nilai tegas (*crisp*). Dimana hasil akhir ini akan dikirimkan ke peralatan pengendalian..

2.9.1 *Fuzzy Logic Mamdani*

Fuzzy logic Mamdani adalah salah satu jenis logika *fuzzy* yang digunakan untuk mengolah data atau informasi yang tidak pasti atau ambigu. Logika *fuzzy Mamdani* berdasarkan pada prinsip bahwa suatu variabel dapat memiliki nilai atau

tingkat keanggotaan yang berbeda-beda dalam beberapa himpunan *fuzzy* atau himpunan kabur. *Fuzzy logic* Mamdani menggunakan aturan-aturan *fuzzy* yang didasarkan pada pengetahuan atau pengalaman ahli atau pakar dalam suatu bidang tertentu. Aturan-aturan tersebut ditentukan dalam bentuk kondisi *IF-THEN*, yang menjelaskan hubungan antara kondisi masukan atau variabel *input* dan kondisi keluaran atau variabel *output*.

Pada logika *fuzzy* Mamdani, proses pengambilan keputusan dilakukan dengan cara menggabungkan himpunan-himpunan *fuzzy* dari variabel masukan dan menghitung tingkat keanggotaan himpunan *fuzzy* pada variabel keluaran berdasarkan aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditentukan. Proses ini biasanya melibatkan tiga tahap utama, yaitu *fuzzifikasi*, inferensi *fuzzy*, dan *defuzzifikasi*.

- Tahap pertama, *fuzzifikasi*, adalah proses mengubah variabel input yang bersifat kuantitatif menjadi himpunan *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan antara 0 hingga 1, sesuai dengan tingkat kecocokan dengan himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan.
- Tahap kedua, inferensi *fuzzy*, adalah proses yang dilakukan dengan menggunakan aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditentukan untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* pada variabel keluaran. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode seperti *max-min composition* atau *mamdani composition*.
- Tahap terakhir, *defuzzifikasi*, adalah proses mengubah himpunan *fuzzy* pada variabel keluaran menjadi nilai atau angka yang bersifat kuantitatif atau terukur. Proses ini dapat dilakukan dengan metode-metode seperti *centroid*, *mean of maximum*, atau *smallest of maximum*.

Logika *fuzzy* Mamdani digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pengambilan keputusan atau pengendalian yang lebih fleksibel dan adaptif, seperti kendali mesin, kendali lalu lintas, kendali pengiriman barang, dan masih banyak lagi.[19]

2.10 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah, konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurutku), ketika berlama2 didepan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan CRT. LCD (*Liquid Crystal Display*) sendiri merupakan suatu layar pasif, yang didalamnya terdapat kristal cair. Di pasaran sendiri ada dua macam jenis LCD yaitu jenis monokrom, yang biasa dipakai seperti pada jam digital, berbagai macam alat ukur, dan yang kedua adalah yang jenis warna yang biasa digunakan untuk monitor. Pada alat ini, display yang digunakan adalah LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2. Untuk blok ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD, pada LCD Hitachi – M1632 sudah terdapat driver untuk mengubah data ASCII output mikrokontroler menjadi tampilan karakter.



Gambar 2. 12 *Liquid Crystal Display*

(Sumber : <https://soldered.com/product/lcd-display-16x2-white-blue/>)

LCD memanfaatkan *silicon* atau *gallium* dalam bentuk Kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau system menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan. LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display.

Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat yaitu :

1. Instruksi mengakses proses internal.
2. Instruksi menulis data.
3. Instruksi membaca kondisi sibuk.
4. Dan instruksi membaca data. [20]

ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display*

Clear, Cursor HOME, Display ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift.[21]

2.11 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *Elektromagnet (Coil)* dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Beberapa fungsi *Relay* yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. *Relay* digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*LogicFunction*)
2. *Relay* digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time DelayFunction*)
3. *Relay* digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari *Signal* Tegangan rendah.[22]



Gambar 2. 13 Relay

(Sumber : <https://wasiswa.com/relay/>)

2.12 *Motor Pump*

Motor pompa DC adalah jenis motor listrik yang menggunakan arus searah (DC) untuk menggerakkan rotor yang terdapat pada pompa. Prinsip kerja motor pompa DC didasarkan pada efek elektromagnetik antara medan magnet dan arus listrik pada kumparan yang terdapat pada rotor. Motor pompa DC dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor pompa DC terhubung langsung dan motor pompa DC yang menggunakan gearbox. Motor pompa DC terhubung langsung biasanya digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kecepatan putar yang konstan, sedangkan motor pompa DC dengan gearbox digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kecepatan putar yang bervariasi. Motor pompa DC memiliki keunggulan seperti efisiensi yang tinggi, ukuran yang relatif kecil, dan kemampuan untuk menghasilkan torsi yang besar pada putaran rendah. Namun, motor pompa DC juga memiliki beberapa kelemahan, seperti biaya produksi yang relatif mahal dan sulit untuk dikendalikan pada kecepatan tinggi.



Gambar 2. 14 *Motor Pump*

(Sumber : <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/dc6-12v-mini-aquarium-water-pump-r385.html>)

Prinsip kerja motor pompa DC didasarkan pada hukum Faraday, di mana medan magnet yang bergerak akan menghasilkan arus listrik pada kumparan. Kumparan tersebut terdiri dari kawat tembaga yang diisolasi, yang dihubungkan dengan sebuah komutator. Komutator berfungsi untuk mengubah arah arus listrik pada kumparan saat rotor berputar, sehingga menghasilkan medan magnet yang bergerak secara terus-menerus.

Motor pompa DC terdiri dari beberapa komponen, seperti kumparan stator yang terdiri dari banyak kumparan kawat tembaga, magnet permanen, komutator,

dan rotor. Kumputan stator dan magnet permanen digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang stabil, sedangkan rotor terhubung dengan poros pompa dan akan berputar ketika medan magnet bergerak. Motor pompa DC dapat dikendalikan dengan menggunakan kontrol kecepatan, seperti pengaturan tegangan atau arus listrik. Pengaturan kecepatan dapat dilakukan dengan mengubah jumlah arus listrik yang mengalir pada kumparan stator atau mengubah tegangan yang diterapkan pada motor pompa DC.[23]