

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL BUDIDAYA
MELON MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID BERBASIS
ARDUINO NANO DENGAN METODE PID (*Propotional,
Integral, Derivative*) dan FUZZY LOGIC**

Disusun dan diajukan oleh:

**M. NURIDHAM RIFANDY WILDAM
D121 18 1310**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL BUDIDAYA MELON
MENGUNAKAN APLIKASI ANDROID BERBASIS ARDUINO NANO
DENGAN METODE PID (Propotional, Integral, Derivative) Dan FUZZY
LOGIC

Disusun dan diajukan oleh:

M. NURIDHAM RIFANDY WILDAM

D121 18 1310

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Perencanaan Wilayah dan
Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 03 Desember 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.s
NIP. 19640427 198910 1 002


Muhammad Alief Fahdal Omar, S.T., M.Sc
NIP. 19940522 202204 3 001



Prof. Dr. Ir. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, Asean. Eng
NIP. 19741006 200812 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : M. Nuridham Rifandy Wildam
NIM : D121181310
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ Rancang Bangun Sistem Kontrol Budidaya Melon Menggunakan Aplikasi
Android Berbasis Arduino Nano Dengan Metode PID (Propotional, Integral,
Derivative) dan Fuzzy Logic }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 3 Desember 2024

Yang Menyatakan



M. Nuridham Rifandy Wildam

ABSTRAK

M NURIDHAM RIFANDY WILDAM. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Budidaya Melon Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Nano dengan Metode PID (Propotional, Integral, Derivative) dan Fuzzy Logic (dibimbing oleh Zahir Zainuddin dan Muhammad Alief Fahdal Oemar)*

Tanaman melon merupakan tanaman yang banyak digemari berbagai generasi dan buahnya mengandung banyak gizi dan vitamin yg baik untuk gizi dan pertumbuhan.

bududaya tanaman melon membutuhkan perhatian khusus terhadap praktik agronomis dan pengendalian faktor-faktor yang dapat menyebabkan gagal panen. salah satu faktor utama yaitu cuaca yang akan mempengaruhi suhu tanaman dan kelembapan tanah serta faktor lainnya seperti hama dan penyakit. Dengan menerapkan teknologi dan manajemen budidaya yang tepat, produktivitas dan kualitas buah melon dapat ditingkatkan, sehingga memberikan keuntungan ekonomi yang lebih tinggi bagi petani. pada penelitian ini penulis menerapkan konsep smart farming dalam metode pembudidayaan tanaman melon yang dimana bertujuan untuk: (1) Menciptakan sistem yang dapat memonitoring suhu, kelembapan tanah, serta keasaman tanah pada tanaman melon secara real-time. (2) mengimplentasikan IOT Smart Farming yang dapat memantau pertumbuhan tanaman melon menggunakan aplikasi android berbasis Arduino Nano menggunakan metode PID dan Fuzzy Logic. Waktu penelitian ini mulai hingga 2024 (11 Bulan). Lokasi penelitian bertempat di Green House Kantor Dinas Pertanian Provinsi Makassar. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dan analisis sintetis literatur. Hasil penelitian menciptakan alat kontrol budidaya melon menunjukkan hasil akurasi 92% dengan menggunakan metode PID dan Fuzzy Logic.

Kata Kunci : Tanaman Melon, *Smartfarming*, *Arduino Nano*, *Fuzzy Logic*, *PID*

ABSTRACT

M NURIDHAM RIFANDY WILDAM. *Design and Development of a Melon Plant Monitoring System Using an Android Application Based on Arduino Nano with PID (Proportional, Integral, Derivative) and Fuzzy Logic Methods* (supervised by Zahir Zainuddin and Ady Muhammad Alief Fahdal Oemar)

The melon plant is a plant that is popular with many generations and its fruit contains many nutrients and vitamins which are good for nutrition and growth. Melon cultivation requires special attention to agronomic practices and controlling factors that can cause crop failure. one of the main factors is the weather which will affect plant temperature and soil moisture as well as other factors such as pests and diseases. By applying technology and appropriate cultivation management, the productivity and quality of melons can be increased, thereby providing higher economic profits for farmers. In this research, the author applies the concept of smart farming in the method of cultivating melon plants, which aims to: (1) Create a system that can monitor temperature, soil moisture and soil acidity in melon plants in real-time. (2) implementing IoT Smart Farming which can combine the growth of melon plants using an Android application based on Arduino Nano using the PID and Fuzzy Logic methods. The time for this research starts until 2024 (11 months). The research location is in the Green House of the Makassar Provincial Agricultural Service Office. This research uses qualitative descriptive methods and synthetic literature analysis. The results of research creating a melon plant monitoring tool showed 92% accuracy using the PID and Fuzzy Logic methods.

Keyword : *Melon plants, Smartfarming, Arduino Nano, Fuzzy Logic, PID*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI..... i

PERNYATAAN KEASLIAN ii

ABSTRAK..... iii

ABSTRACT iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL..... ix

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL..... x

DAFTAR LAMPIRAN..... xi

KATA PENGANTAR..... xii

BAB I 1

1.1 Latar Belakang1

1.2 Rumusan Penelitian3

1.3 Tujuan Penelitian3

1.4 Manfaat Penelitian3

1.5 Batasan Masalah4

1.6 Ruang Lingkup Penelitian4

1.6.1 Lingkup Substansi4

1.6.2 Lingkup Waktu,Lokasi dan Wilayah4

BAB II 5

2.1 Tanaman Melon5

2.1.1 Budidaya Melon5

2.1.2 Penerapan Teknologi dalam Budidaya Melon6

2.1.3 Implementasi pada Tanaman Melon.....7

2.2 Smart Farming7

2.2.1 Komponen Smart Farming dalam Budidaya Melon7

2.2.2 Pengaplikasian Smart Farming8

2.2.3 Manfaat Smart Farming untuk Budidaya Melon9

2.3 Mikrokontroller Arduino9

2.2.1 Arduino Nano9

2.2.2 Arduino IDE.....10

2.2.3 Bahasa Pemograman C	11
2.4 Soil Moisture (Sensor YL-69)	11
2.5 Sensor PH.....	12
2.6 Sensor DHT11	13
2.7 Motor Pump 12VDC	14
2.8 Motor Hidrolik.....	14
2.9 Modul Relay 1 Channel.....	15
2.10 Wemos D1 Mini	16
2.11 Polycarbonat	16
2.12 Android Studio	17
2.13 PID (<i>Proportional, Integral, Derivative</i>)	17
2.14 Fuzzy Logic	18
BAB III	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.3 Kebutuhan Data	21
3.3.1 Jenis dan Sumber Data	21
3.3.2 Metode Pengumpulan Data	21
3.3.3 Alat Pengumpulan Data Survey.....	24
3.4 Tahapan Penelitian	25
3.5 Instrumen Penelitian	26
3.6 Perancangan Software.....	26
3.6.1 Perancangan aplikasi.....	26
3.6.2 Perancangan Server	28
3.7 Perancangan Hardware	28
3.7.1 Perancangan Desain Wiring Fritzing.....	29
3.7.2 Perancangan Desain PCB	30
3.7.3 Diagram Flow	31
3.7.4 Tabel Pin Mikrokontroller	32
3.7.5 Sistem Keseluruhan	33
BAB IV.....	35
4.1 Hasil Perancangan Aplikasi Android.....	35

4.1.1	Screen Home.....	35
4.1.2	Screen Notifikasi.....	36
4.1.3	Screen History	36
4.2	Hasil Assembling Ekeltrik Alat.....	37
4.3	Hasil Assembling Mekanik Alat	38
4.4	Pengujian Sistem	39
4.4.1	Pengukuran Tegangan Kerja Tiap Komponen.....	41
4.4.2	Pengujian Koneksi Alat dengan Internet.....	42
4.4.3	Pengujian Sensor Suhu dan Motor Hidrolik	43
4.4.4	Pengujian Sensor YL-69 dan Pompa Air	44
4.4.5	Pengujian Sensor Ph dan Pompa Pupuk.....	46
4.4.6	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	47
BAB V		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	(a)Arduino Nano Tampak Belakang dan (b)Arduino Nano Tampak Depan.....	10
Gambar 2.	Tampilan IDE Arduino.....	11
Gambar 3.	<i>Soil Moisture</i> (Sensor YL-69).....	12
Gambar 4.	Sensor PH.....	13
Gambar 5.	Sensor DHT11.....	13
Gambar 6.	<i>Motor Pump 12VDC</i>	14
Gambar 7.	Motor Hidrolik.....	15
Gambar 8.	<i>Modul Relay 1 Channel</i>	15
Gambar 9.	(a) Wemos D1 Mini Tampak Belakang dan (b) Wemos D1 Mini Tampak Depan.....	16
Gambar 10.	Polycarbonat.....	17
Gambar 11.	Peta Lokasi Kantor Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan.....	20
Gambar 12.	(a) Area Lokasi Green House (b) Area Tanam Green House.....	
Gambar 13.	Peralatan Pengumpulan Data; (a) Kamera (b) Alat tulis (c) Handphone.....	24
Gambar 14.	Tahapan Penelitian.....	25
Gambar 15.	Desain Database.....	27
Gambar 16.	Hasil Desain Wiring Fritzing.....	29
Gambar 17.	(a)Tampak Depan Desain PCB (b)Tampak Belakang Desain PCB.....	29
Gambar 18.	Diagram Flow.....	30
Gambar 19.	Flowchart Keseluruhan.....	32
Gambar 20.	Screen Home.....	34
Gambar 21.	Screen Notifikasi.....	35
Gambar 22.	Screen History.....	36
Gambar 23.	Hasil Assembling Elektrik Alat.....	37
Gambar 24.	(a)Tampak Alat Secara Keseluruhan (b)Tampak dalam Tanaman.....	38
Gambar 25.	Alur Pengujian Sistem.....	39
Gambar 26	Tampilan Serial Monitor untuk Koneksi ke Internet.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Pin Mikrokontroller.....	34
Tabel 2.	Pengukuran Tegangan Kerja.....	44
Tabel 3.	Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Motor Hidrolik.....	47
Tabel 4.	Hasil Pengujian Sensor YL-69 dan Pompa Air.....	48
Tabel 5.	Hasil Pengujian Sensor Ph dan Pompa Pupuk.....	50
Tabel 6.	Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	51

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
°C	Derajat Celcius
<i>e</i>	Error
τ	Variabel integras
API	Application programming interface
ADC	Analog-to-Digital Converter
AVR	Automatic Voltage Regulator
CM	Centimeter
DC	Direct Current
Dsb	Dan sebagainya
FMS	Field Monitoring System
GIT	Group Inclusive Tour
GND	Ground
ICSP	In Circuit Serial Programming
IDE	Integrated Development Environment
IoT	Internet of Things
ISP	Internet Service Provider
Kp	Gain Proporsional
Ki	Gain integral
Kd	Gain derivatif
Ket	Keterangan
LCD	Liquid Crystal Display
NPK	Nitrogen (N), Phospat (P), dan Kalium (K)
PH	Potential of Hydrogen
PCB	Printed Circuit Board
PHP	Personal Home Page
PID	Propotional, Integral, Derivative
PIN	Personal Indentivication Number
PWM	Pulse Width Modulation
USB	Universal Serial Bus
V	Volt
SDA	Serial Data Line
SVN	Subversion
Ysp	Setpoint
Ym	Variabel proses

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Tampilan Aplikasi Montame.....	53
Lampiran 2.	<i>Source Code</i> Program Arduino Nano.....	54
Lampiran 3.	<i>Source Code</i> Program Wemos D1 Mini.....	60
Lampiran 4.	Dokumentasi Penanaman Bibit Melon.....	53
Lampiran 5.	Dokumentasi Pemasangan Alat Sistem Monitoring Tanaman Melon.....	60
Lampiran 6.	Dokumentasi Sistem Monitoring Tanaman Melon.....	66
Lampiran 7.	Berita Acara Seminar Hasil.....	67
Lampiran 8.	Surat Ijin Ujian Skripsi.....	71
Lampiran 9.	Berita Acara Ujian Sidang.....	72
Lampiran 10.	Logbook.....	78

KATA PENGANTAR

Segala puji dipanjatkan atas kehadiran Allah subhanallahu wa ta'ala, dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu prasyarat kelulusan jenjang S1 Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam tidak lupa dikirimkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad shallallahu'alaihi Wasallam yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman jahiliyah menuju ke zaman modern yang penuh dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan seperti saat ini. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem kontrol budidaya melon menggunakan aplikasi android berbasis arduino nano dengan metode PID (Proportional, Integral, Derivative) dan Fuzzy Logic yang berlokasi penelitian di Kantor Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan Kota Makassar. Penulis berharap agar skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi semua pihak walaupun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dalam penelitian selanjutnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga *Allah subhanahu wa ta'ala* meridhoi serta memudahkan jalan penulis maupun pembaca skripsi ini. Aamiin.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghormatan sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa, Allah Subhanahuwata'ala, atas segala kasih sayang, cinta, keberkahan, jiwa raga yang sehat, limpahan rezeki yang tak terhingga, dan petunjuk yang telah diberikan selama penulis hidup di dunia ini;
2. Kedua orang tua tercinta (Bapak Alm. Drs. H.Wildam Dahlan, M.M. dan Ibu Ir. Hj. Nurwanty Syam, M.Si) atas cinta, doa, kasih sayang, kesabaran, dan pengorbanannya untuk selalu memberikan yang terbaik kepada penulis;
3. Kepada saudara tersayang (Kakak Widiyanty Novita Wildam, S.E) atas doa, motivasi, dan dukungan yang diberikan kepada penulis;
4. Rektor Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.) atas segala bentuk kebijakan dan kepemimpinannya selama penulis menempuh pendidikan di kampus merah ini;
5. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.) atas segala bentuk dukungan dan kebijakannya selama penulis menempuh pendidikan di kampus merah ini;

6. Kepala Departemen Prodi S1 - Informatika, Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Ir. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, Asean. Eng) atas motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan;
7. Dosen Penasehat Akademik (Bapak Prof. Dr. Ir. Indrabayu, S.T., M.T., M.Bus.Sys., IPM, Asean. Eng) atas arahan, bimbingan, dan nasihatnya kepada penulis;
8. Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping (Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.s dan Bapak Muhammad Alief Fahdal Oemar, S.T.,M.Sc) atas bekal ilmu, waktu, tenaga, motivasi, doa, dukungan, dan arahan yang diberikan kepada penulis selama masa pengerjaan tugas akhir;
9. Seluruh dosen dan staf administrasi di Departemen Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membimbing dan membantu penulis sejak dari awal masuk perkuliahan hingga lulus;
10. Sahabat Akademik (Faathir, Fachrul, Namirah, Amar, Adnan, Saskia, Idelia, Dody, dan Fitrah) yang selalu mengingatkan dan memberikan dukungan moral kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir;
11. Teman-teman dalam Lingkungan Olahraga Softball atas motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. membalas segala kebaikan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir pada jenjang strata satu. Aamiin ya Rabbal'alam.

Gowa, 04 Desember 2024

(M Nuridham Rifandy Wildam)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melon merupakan suatu komoditas buah yang banyak disukai karena terdapat banyak gizi terkandung pada buah tersebut, buah ini banyak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan akan vitamin dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan.

Pembudidayaan tanaman melon membutuhkan perhatian khusus karena jika tanaman ini tidak mendapatkan kondisi atau keadaan yang baik maka tanaman ini tidak dapat tumbuh dengan baik, misalnya kondisi kelembapan tanah yang tidak sesuai maka tanaman akan lambat berbuah, hasil buah tidak maksimal, dan bahkan tidak berbuah sama sekali. (Kristianingsih, 2010)

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelembapan tanah pada perkembangan tanaman yaitu penyiraman. Penyiraman merupakan suatu hal yang tidak dapat dilupakan di dalam membudidayakan tanaman melon agar tanaman tersebut tumbuh dengan subur dan mencapai hasil yang maksimal karena kebutuhan air yang cukup sangat diperlukan.

Jika hal ini tidak diperhatikan maka akan berdampak fatal pada pertumbuhan tanaman itu sendiri. Semua itu merupakan kombinasi yang harus dilakukan guna menunjang pertumbuhan serta perkembangan tanaman untuk mendapatkan hasil yang sesuai diharapkan. (Azis dkk., 2020)

Untuk mempermudah didalam pembudidayaan khususnya pada tanaman melon maka dibutuhkan suatu sistem kontrol yang terpadu untuk mengendalikan serta me-monitoring sistem, agar mempermudah didalam perawatan tanaman. *Smart farming* saat ini merupakan metode yang di kembangkan dalam pertanian,

Smart farming (pertanian pintar) merupakan kegiatan pertanian yang memanfaatkan penggunaan platform yang dikonektivitaskan dengan perangkat teknologi seperti tablet dan handphone dalam pengumpulan informasi (contoh: status hara tanah, kelembapan udara, kondisi cuaca dsb) yang diperoleh dari

alat yang ditanamkan pada lahan pertanian. Smart Farming adalah konsep pertanian berbasis pada *precision agriculture* yang memanfaatkan otomatisasi teknologi didukung oleh manajemen *big data*, *machine learning*/kecerdasan buatan, dan *Internet of Things (IoT)* demi meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi dalam rangka mengoptimalkan sumberdaya lahan, teknologi budidaya, SDM, dan sumberdaya produksi yang lain. (Rachmawati, 2021)

Seiring dari uraian diatas lokasi studi kasus penelitian ini yaitu pada *Green House Hortikultura* berlokasi di Kantor Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan juga ini mengaplikasikan metode *smart farming* ini. maka dari permasalahan ini akan dikembangkan sebuah sistem penyiraman tanaman otomatis yang akan bertujuan memonitoring objek tanaman dari jarak jauh menggunakan *smart phone*, teknologi yang kerap digunakan yaitu sensor kelembapan tanah, sensor ketinggian air, sensor suhu dan kelembapan udara digunakan untuk mengetahui suhu pada saat itu juga atau bisa dikatakan secara *real time*. semua sensor akan disambungkan pada arduino nano dimana alat ini menggunakan sistem monitoring berbasis (*IoT*) yang dapat menambah efisiensi sehingga dapat di pantau keadaan tanaman dari jarak jauh (Yanuar Muhaimin dkk., 2022)

Maka dari itu penulis mengambil penelitian “*Rancang Bangun Sistem Kontrol Budidaya Melon Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Nano dengan Metode PID*” yang akan menjadi solusi dalam hal pemantauan serta penyiraman tanaman melon. Penggunaan Algoritma PID (Proporsional, Integral, Derivatif) dalam sistem penyiraman dikarenakan untuk mengatur keluarnya air pada motor pump sehingga tetap mendekati kebutuhan kelembapan pada tanaman melon. Berdasarkan yang telah di paparkan permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana merancang suatu sistem yang dapat memonitoring kelembapan tanah tanaman berbasis *android* serta dapat mengontrol penyiraman tanaman berdasarkan kelembapan tanah tanaman. (Sirait, 2020)

1.2 Rumusan Penelitian

Berangkat dari permasalahan yang telah tertuang pada latar belakang, adapun pertanyaan penelitian yang diangkat dalam penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Bagaimana merancang sebuah alat untuk memonitoring pertumbuhan tanaman melon berbasis *Arduino Nano* dengan metode *PID* dan *Fuzzy Logic*?
- 2) Bagaimana mengimplementasikan Iot *Smartfarming* untuk memantau dan mengendalikan pertumbuhan tanaman melon dengan menggunakan aplikasi Android berbasis *Arduino Nano* dengan metode *PID* dan *Fuzzy Logic*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Menciptakan sistem yang dapat memonitoring suhu, kelembapan tanah pada tanaman melon serta suhu sekitar tanaman melon secara *real time*.
- 2) Mengimplementasikan IOT *Smartfarming* yang dapat memantau pertumbuhan tanaman melon menggunakan aplikasi *Android* berbasis *Arduino Nano* dengan metode *PID* dan fuzzy Logic.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan antara lain.

- 1) Bagi petani, dapat digunakan untuk memonitoring pertumbuhan tanaman melon.
- 2) Bagi peneliti selanjutnya, sebagai sumber informasi terkait dasar dalam melakukan riset lebih lanjut mengenai industri pertanian terutama pada *smart farming*.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dibatasi pada aspek monitoring dan pengaplikasian teknik *smart farming* pada tanaman melon.
2. Menggunakan arduino nano dengan metode *PID dan Fuzzy Logic* untuk sistem monitoring, penyiraman otomatis, dan kanopi otomatis yang berbasis IoT.
3. Parameter yang dimonitor hanya kelembapan tanah, keasaman tanah, dan suhu sekitar tanaman melon yang dipantau secara real time.
4. Studi kasus yang dilakukan bertempat pada Green House Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

1.6.1 Lingkup Substansi

Penelitian ini memiliki ruang lingkup substansi yang berkaitan dengan hal-hal sebagai berikut.

- 1) Uji coba dilakukan pada tanaman melon dimulai dari bibit sampai tanaman siap panen;
- 2) Sensor yang digunakan untuk mengukur kelembapan tanah menggunakan sensor *YL-69* yang ditempatkan pada dua tanaman saja;
- 3) Mengambil nilai setpoint dan nilai dari sensor soil *YL-69* mengenai kelembapan tanah kemudian dikirimkan ke metode *PID* dan terakhir dikirim ke *relay module* sehingga dapat mengaktifkan *motor pump* berdasarkan hasil nilai dari *PID*; dan
- 4) Aplikasi *android* digunakan memonitoring kelembapan tanah dan secara *real-time* dan melihat histori penyiraman tanaman melon dari *API* yang dikirim melalui *Arduino Nano*.

1.6.2 Lingkup Waktu, Lokasi dan Wilayah

Studi kasus yang dilakukan bertempat pada *Green House* Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Melon

Melon merupakan buah yang sangat populer di kalangan masyarakat karena kandungan gizinya yang tinggi. Buah melon kaya akan vitamin, mineral, dan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Vitamin A, C, dan potasium adalah beberapa nutrisi utama yang terdapat dalam melon. Kandungan air yang tinggi dalam buah ini juga membantu menjaga hidrasi tubuh.

2.1.1 Budidaya Melon

Tanaman melon dapat tumbuh dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan. Suhu optimal untuk tanaman melon yaitu 25-32°C dengan kelembaban relatif antara 70-80%. Tanaman melon memerlukan sinar matahari penuh dengan waktu penyinaran minimal 8 jam dalam sehari. Tanaman melon membutuhkan tanah yang gembur dan subur dengan pH antara 6-7. Meski demikian, para petani harus memastikan tanah memiliki drainase yang baik agar tidak terjadi genangan air yang dapat menyebabkan akar membusuk yang akan menyebabkan penyakit pada tanaman melon. (Sugiyono, 2017)

1) Metode Budidaya

- a. Pemilihan benih: Menggunakan benih dengan kualitas yang baik dan tahan penyakit agar pertumbuhan dapat maksimal.
- b. Pengolahan lahan: Mengolah tanah yang baik dan berikan pupuk organik agar kesuburan tanah dapat lebih baik.
- c. Penanaman: Jarak menanam ideal 70-90 cm antara tanaman dan 50-200 cm antara barisan untuk tanaman yang sama
- d. Irigasi: Sistem tetes sering dijadikan media untuk merambah air lebih efisien.
- e. Pemupukan: Penting untuk pemberian pupuk NPK secara teratur dalam merangsang tumbuhnya pertumbuhan vegetatif mengeneratif
- f. Hama dan penyakit: Hama seperti ulat, kutu daun, embun tepung maupun layu bakteri perlu dikendalikan secara efektif.

2) Penyebab Gagal Panen

Gagal panen pada tanaman melon dapat disebabkan oleh 2 faktor, dimana faktor ini dapat dikelompokkan antara faktor biotik dan faktor abiotik. (Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, 2020).

- a. Faktor Biotik: Hama dan penyakit menjadi faktor utama yang mempengaruhi tanaman melon. Diantara hama utama adalah kutu daun (*Aphis gossypii*) dan ulat grayak (*Spodoptera litura*). Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*), penyakit embun tepung (*Podosphaera xanthii*) dan antraknosa (*Colletotrichum lagenarium*) merupakan penyakit yang sering menyerang tanaman melon yang akan menyebabkan layu pada tanaman, bercak pada daun serta pembusukan terhadap buah melon.
- b. Faktor Abiotik: Cuaca menjadi faktor utama pada faktor abiotik karena tanaman melon sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembaban, serta tanah yang kurang memiliki unsur hara atau memiliki pH yang tidak sesuai dapat menjadi faktor gagal panen dalam budidaya melon

2.1.2 Penerapan Teknologi dalam Budidaya Melon

Dengan berkembangnya teknologi, penerapan smart farming dalam budidaya melon menjadi semakin populer. Smart farming menggunakan teknologi seperti sensor kelembapan tanah, sensor suhu dan kelembapan udara, serta sistem kontrol otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk memantau dan mengelola kondisi pertumbuhan tanaman.

- 1) Sensor dan Monitoring: Sensor kelembapan tanah dan suhu udara dapat memberikan informasi secara real-time mengenai kondisi lahan, sehingga memungkinkan petani untuk mengambil tindakan yang diperlukan dengan cepat.
- 2) Sistem Penyiraman Otomatis: Menggunakan algoritma PID (Proposional, Integral, Derivatif) dalam sistem penyiraman otomatis dapat membantu mengatur jumlah air yang diberikan pada tanaman sesuai dengan kebutuhan, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil panen.

- 3) **Kanopi Otomatis:** Penerapan kanopi otomatis yang dikendalikan oleh sensor suhu adalah inovasi lain yang dapat meningkatkan efisiensi budidaya melon. Kanopi otomatis berfungsi untuk melindungi tanaman dari suhu yang terlalu tinggi atau hujan. Sensor suhu akan mendeteksi perubahan suhu lingkungan dan secara otomatis mengatur kanopi untuk membuka atau menutup sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini membantu menjaga kondisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman melon.

2.1.3 Implementasi pada Tanaman Melon

Studi kasus pada Green House Hortikultura di Kantor Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa penggunaan sistem kontrol dan monitoring berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi budidaya melon. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi tanaman dari jarak jauh menggunakan perangkat seperti smartphone, serta mengatur penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor.

2.2 Smart Farming

Smart farming, atau pertanian cerdas, mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Teknologi ini mencakup penggunaan sensor, sistem otomatisasi, data analitik, dan perangkat lunak manajemen pertanian. Budidaya melon dengan pendekatan smart farming dapat meningkatkan hasil panen, mengurangi penggunaan sumber daya, dan meminimalkan dampak lingkungan.

2.2.1 Komponen Smart Farming dalam Budidaya Melon

1. Sensor dan *Internet of Things* (IoT):

Sensor Tanah: Mengukur kelembaban, pH, dan kandungan nutrisi tanah untuk memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman melon.

2. **Sensor Cuaca:** Mengamati kondisi cuaca seperti suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya yang mempengaruhi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman.

3. Sensor Tanaman: Mengidentifikasi kondisi kesehatan tanaman melalui deteksi parameter fisiologis seperti klorofil dan suhu daun.

2.2.2 Pengaplikasian Smart Farming

1. Sistem Irigasi Otomatis:

Irigasi Tetes: Menggunakan sensor kelembaban tanah untuk mengatur irigasi secara otomatis, memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup tanpa pemborosan.

Kontrol Otomatis: Sistem yang dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi ponsel atau komputer, memungkinkan penyesuaian irigasi berdasarkan data real-time.

2. Penggunaan Drone:

Pemantauan Lahan: Drone dilengkapi dengan kamera multi-spektral untuk memantau kesehatan tanaman, deteksi dini penyakit, dan pengelolaan hama.

Pemetaan Lahan: Pemetaan digital untuk analisis lahan yang lebih detail dan perencanaan budidaya yang lebih baik.

3. Data Analitik dan Big Data:

Pemantauan Real-Time: Pengumpulan data dari berbagai sensor yang dianalisis untuk memberikan rekomendasi manajemen tanaman yang tepat waktu.

Model Prediksi: Algoritma dan model prediksi digunakan untuk mengantisipasi kondisi cuaca, serangan hama, dan kebutuhan nutrisi tanaman.

4. Sistem Manajemen Pertanian (FMS):

Perangkat Lunak Manajemen: Aplikasi yang membantu petani dalam mencatat, mengelola, dan menganalisis data pertanian.

Pengelolaan Nutrisi dan Hama: Rekomendasi berbasis data untuk aplikasi pupuk dan pestisida yang tepat guna, mengurangi penggunaan bahan kimia dan meningkatkan hasil panen.

2.2.3 Manfaat Smart Farming untuk Budidaya Melon

1. **Peningkatan Produktivitas:** Optimalisasi penggunaan air, pupuk, dan pestisida berdasarkan data real-time meningkatkan hasil panen.
2. **Efisiensi Penggunaan Sumber Daya:** Mengurangi pemborosan sumber daya melalui aplikasi yang tepat waktu dan tepat jumlah.
3. **Pengurangan Dampak Lingkungan:** Minimalkan penggunaan bahan kimia dan air, serta mengurangi jejak karbon melalui praktik pertanian yang lebih efisien.
4. **Ketahanan Terhadap Perubahan Iklim:** Pemantauan cuaca dan kondisi lahan yang kontinu membantu petani dalam beradaptasi dengan perubahan iklim.

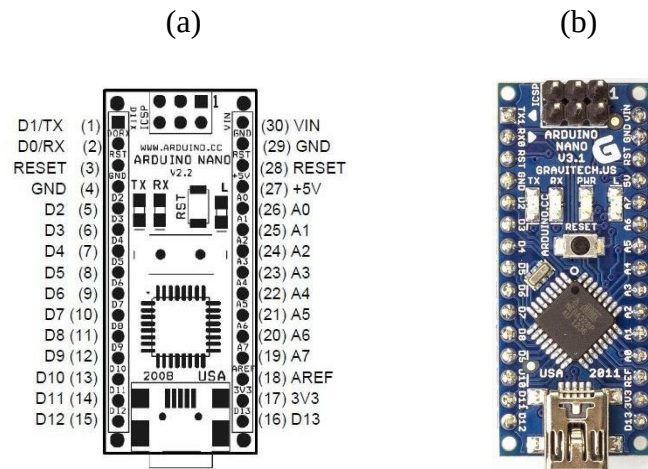
2.3 Mikrokontroller Arduino

Menurut *website* resmi Arduino, Arduino merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik serta software yang mudah untuk digunakan. Arduino ini dirancang sedemikian rupa untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik di berbagai bidang. Arduino ini memiliki beberapa komponen penting di dalamnya, seperti pin, mikrokontroler, dan konektor yang nanti akan dibahas lebih dalam selanjutnya. Selain itu, Arduino juga sudah menggunakan Bahasa pemrograman *Arduino Language* yang sedikit mirip dengan bahasa pemrograman C++. (Rony setiawan. 2022).

2.2.1 Arduino Nano

Arduino nano merupakan board mikrokontroler yang berbasis pada Atmega328. Arduino Nano dilengkapi dengan 14 pin input/output (termasuk 6 pin yang dapat diatur sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, header ICSP, dan tombol reset. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor *Atmel AVR*. Softwaranya terdiri dari beberapa alat yakni Integrated

Development Environment (IDE), *Text-Editor*, *Compiler*, *Serial Monitor*, dan *Serial ISP Programmer*. (Muchtar, Hidayat, 2016). Dapat dilihat pada **Gambar 1**

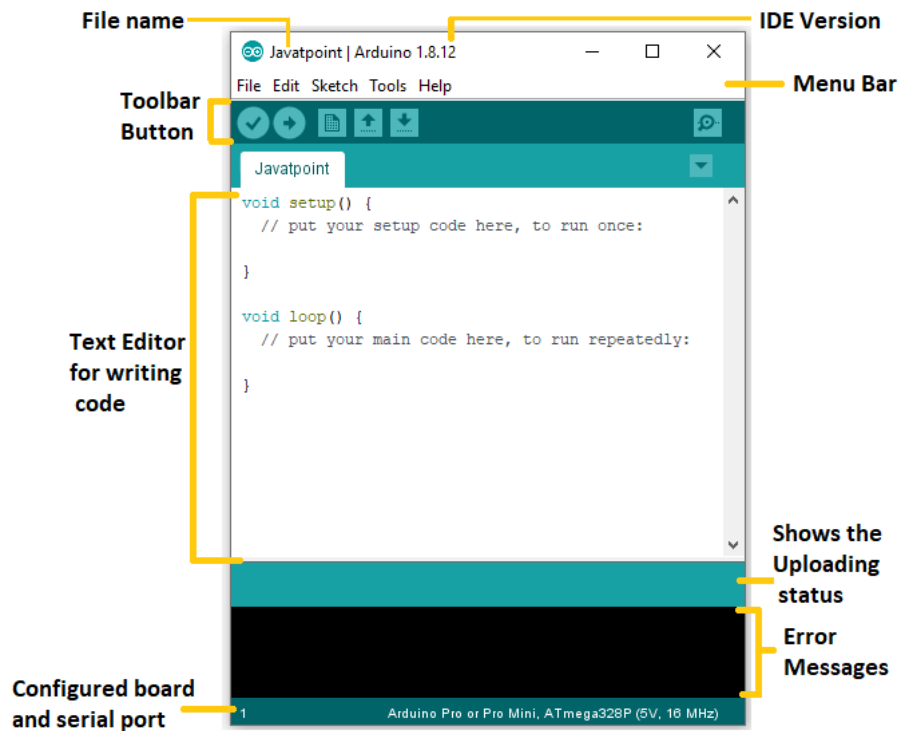


Gambar 1. (a) Arduino Nano Tampak Belakang dan (b) Arduino Nano Tampak Depan

Sumber: (a) <https://www.researchgate.net/> (b) *Jenis-Jenis Microcontroller Arduino - Kelas Robot* (terakhir diakses penulis, 2024)

2.2.2 Arduino IDE

Rony Setiawan (2022) menjelaskan bahwa Integrated Development Environment (IDE) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi. IDE Arduino, khususnya, berfungsi sebagai perangkat lunak untuk pengembangan aplikasi yang menggunakan mikrokontroler. Proses ini mencakup penulisan kode sumber, kompilasi, unggah hasil kompilasi ke mikrokontroler, dan debug program melalui terminal. Tampilan antarmuka IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Tampilan IDE Arduino

Sumber: *researchgate*, (terakhir diakses penulis 2024)

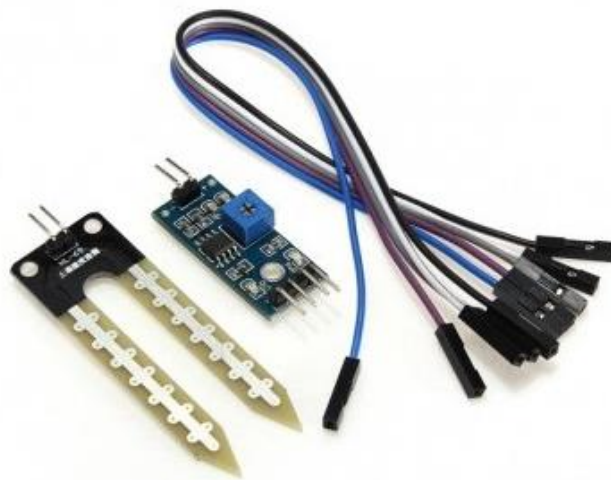
2.2.3 Bahasa Pemrograman C

Pemrograman C adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh Bjarne Stroustrup pada awal 1980-an sebagai pengembangan dari bahasa C. Bahasa ini mendukung berbagai paradigma pemrograman, termasuk prosedural, berorientasi objek, dan generik, serta menyediakan kontrol manajemen memori yang kuat melalui penggunaan pointer dan referensi. Struktur dasar C mencakup fungsi, kelas, dan objek, memungkinkan enkapsulasi data dan fungsi dalam unit modular. Fitur-fitur seperti overloading fungsi dan operator, polimorfisme, dan template untuk pemrograman generik memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengembangan kode. Kombinasi kecepatan, efisiensi, dan fleksibilitas menjadikan C pilihan utama dalam berbagai aplikasi industri dan penelitian akademik.

2.4 Soil Moisture (Sensor YL-69)

Soil Moisture Sensor (YL-69) adalah modul yang digunakan untuk menentukan tingkat kelembaban tanah. alat ini bekerja dengan mengukur perubahan hambatan listrik antara dua sensor yang menyentuh tanah. Melalui prinsip pengukuran

kapasitas. Tegangan analog yang dihasilkan oleh sensor ini memiliki proporsi terhadap jumlah air dalam tanah, sehingga dengan membaca tegangan tersebut dapat ditentukan tingkat kelembaban tanah. Sensor kelembaban tanah ini dapat digunakan di banyak sistem seperti sistem pertanian dan perkebunan serta bidang lainnya (N. Effendi dkk, 2022). Dapat dilihat pada **Gambar 3** yang merupakan alat *Soil Moisture* (Sensor YL-69)



Gambar 3. *Soil Moisture* (Sensor YL-69)

Sumber: *Jual Moisture sensor YL-69 - Kota Tasikmalaya - MTECHLIGHT | Tokopedia* (terakhir diakses penulis, 2024)

2.5 Sensor PH

Sensor pH tanah ini dilengkapi dengan referensi datasheet yang menyediakan panduan kalibrasi serta rumus konversi dari nilai ADC (Analog-to-Digital Converter) ke nilai pH. pH tanah adalah ukuran keasaman atau kebasaan tanah yang dinyatakan dalam skala 0 hingga 14. Tanah dianggap netral pada nilai pH 7. Tanaman dapat tumbuh optimal pada tanah dengan pH antara 5,6 hingga 7,5. Penggunaan sensor pH tanah ini memudahkan petani atau peneliti untuk mengukur dan memonitor tingkat pH tanah, yang penting untuk menentukan kondisi dan kesuburan tanah guna mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. (Yaqin dkk, 2023). Dapat dilihat pada **Gambar 4** yang merupakan bentuk alat dari Sensor Ph.

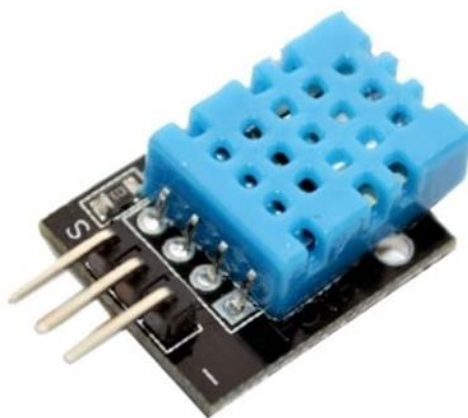


Gambar 4. Sensor PH

Sumber: eprints.uny.ac.id/64775/9/9.Lampiran.pdf (terakhir diakses penulis, 2024)

2.6 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan modul sensor suhu dan kelembaban yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar sensor tersebut. Sensor ini bekerja dengan mengukur perubahan hambatan dari elemen pengukur suhu dan kelembaban yang terdapat di dalamnya. Ketika suhu atau kelembaban di sekitar sensor berubah, sensor tersebut akan mengubah resistensinya, dan output sinyal digital yang diterima oleh mikrokontroler atau perangkat elektronik akan berubah sesuai dengan perubahan tersebut. (Fathurrohman dkk, 2024). Dapat dilihat pada **Gambar 5** yang merupakan bentuk alat dari Sensor DHT11.



Gambar 5. Sensor DHT11

Sumber: <https://www.hwlibre.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.7 Motor Pump 12VDC

Pompa air 12V adalah perangkat mekanik yang digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan energi dari sumber listrik 12 volt. Prinsip kerjanya melibatkan penggunaan motor listrik untuk memutar impeller atau mekanisme pompa lainnya, yang menghasilkan aliran air melalui selang. Pompa air 12V diintegrasikan dengan kontroler otomatis untuk mengatur aliran air berdasarkan kondisi kelembapan tanah yang diukur, menjadikannya komponen penting pada sistem kontrol budidaya melon ini. (Sirait, 2018). Dapat dilihat dari **Gambar 6** yang merupakan bentuk alat dari *Motor Pump 12VDC*.



Gambar 6. Motor Pump 12VDC

Sumber: <https://www.blibli.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.8 Motor Hidrolik

Motor Hidrolik adalah alat yang berfungsi sebagai sistem penggerak yang dapat mengontrol gerakan kanopi secara presisi dan akurat, sehingga kanopi dapat membuka atau menutup secara otomatis sesuai dengan program yang telah ditentukan, dan memberikan perlindungan optimal untuk tumbuhan di bawahnya

terhadap paparan sinar matahari atau hujan yang berlebihan. Dapat dilihat pada **Gambar 7** yang merupakan bentuk alat dari Motor Hidrolik

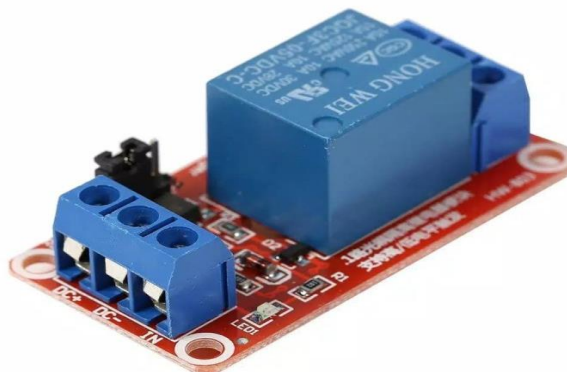


Gambar 7. Motor Hidrolik

Sumber: <https://id.made-in-china.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.9 Modul Relay 1 Channel

Relay1 Channel adalah sebuah perangkat elektronik memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronik yang satu dengan rangkaian elektronika lainnya. Pada dasarnya relai adalah saklar yang bekerja berdasarkan prinsip Prinsip kerjanya melibatkan aktivasi elektromagnet dengan arus listrik kecil untuk menggerakkan kontak saklar, yang kemudian mengizinkan atau menghentikan aliran arus listrik yang lebih besar dalam rangkaian terpisah. (Sasongko Agung, 2019). Dapat dilihat pada **Gambar 8** yang merupakan bentuk alat dari *Modul Relay 1 Channel*,

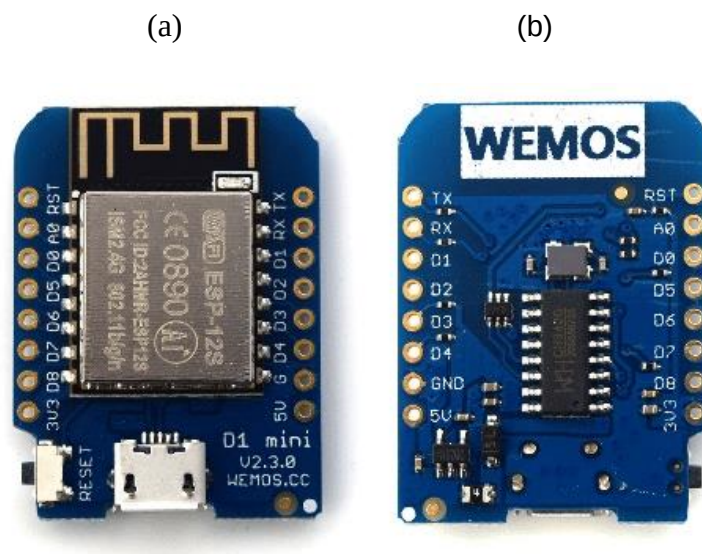


Gambar 8. Modul Relay 1 Channel

Sumber: <https://www.bukalapak.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.10 Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini adalah modul mikrokontroler berbasis ESP8266 yang dirancang untuk aplikasi IoT (Internet of Things). Modul ini kompatibel dengan Arduino IDE, memungkinkan pengembang untuk memprogramnya dengan mudah menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang umum digunakan. Wemos D1 Mini dilengkapi dengan WiFi yang terintegrasi, memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan WiFi dan berkomunikasi secara nirkabel dengan perangkat lain atau server. (Hidayat Rahmat, 2020). Dapat dilihat pada **Gambar 9** yang merupakan bentuk alat dari Wemos D1 Mini.

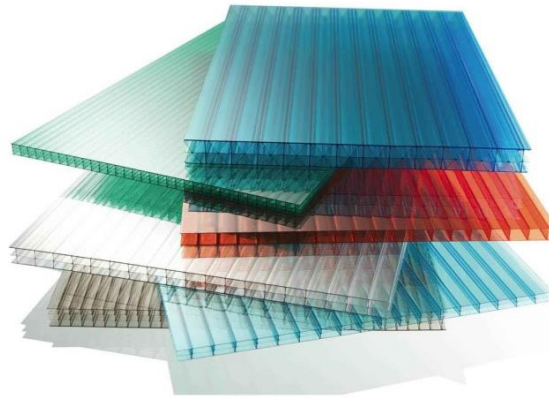


Gambar 9. (a) Wemos D1 Mini Tampak Belakang dan (b) Wemos D1 Mini Tampak Depan

Sumber: <https://www.amazon.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.11 Polycarbonat

Polycarbonat berfungsi sebagai bahan penutup yang kuat dan tahan lama, mampu melindungi tumbuhan dari berbagai kondisi cuaca ekstrem, seperti hujan deras, sinar atau matahari langsung. Selain itu, polycarbonat juga dapat menyeleksi cahaya matahari sehingga tidak semua sinar matahari masuk ke dalam kanopi, sehingga dapat meminimalkan risiko terjadinya kelebihan radiasi UV pada tumbuhan. Dapat dilihat pada **Gambar 10** yang merupakan bentuk dari polycarbonat



Gambar 10. Polycarbonat

Sumber: <https://www.tokopedia.com/> (terakhir diakses penulis, 2024)

2.12 Android Studio

Android Studio merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) resmi yang dikembangkan oleh Google untuk pengembangan aplikasi berbasis Android. Berbasis pada IntelliJ IDEA dari JetBrains, Android Studio menyediakan berbagai fitur canggih seperti editor kode yang cerdas, sistem build yang fleksibel berbasis Gradle, emulator internal, dan profiler waktu nyata untuk memantau kinerja aplikasi. IDE ini juga dilengkapi dengan Layout Editor yang memudahkan perancangan antarmuka pengguna melalui antarmuka drag-and-drop serta APK Analyzer untuk mengoptimalkan ukuran aplikasi. Selain itu, Android Studio mendukung berbagai sistem kontrol versi seperti Git dan SVN, dan memiliki fitur Instant Run yang mempercepat proses pengujian aplikasi. Dengan fitur-fitur komprehensif tersebut, Android Studio menjadi alat yang efisien dan andal untuk pengembangan aplikasi Android secara profesional.

2.13 PID (*Proportional, Integral, Derivative*)

Untuk menghasilkan nilai output dari algoritma PID dapat dilihat pada **Rumus 1**.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e \, dt + K_d \frac{de}{dt} \quad (1)$$

Rumus 1. Metode PID

Sumber: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/> (terakhir diakses penulis, 2024)

Dengan:

$u(t)$ = PID control variable

K_p = Konstanta Proportional

Ki = Konstanta Integral
 Kd = Konstanta *Derivative*
 e = *Error*
 e(t) = Nilai *error* yang selalu berubah
 de = Nilai perubahan *error*
 dt = Perubahan Waktu

Dimana dalam PID terdapat nilai Kp merupakan konstanta proposional, Ki konstanta integral, Kd konstanta turunan dan e adalah nilai error dari setpoint yang dikurangi dengan nilai sensor Soil YL-69. Bahwa pada persamaan 1 nilai Kp sangat berpengaruh dalam pengontrolan motor pump dimana nilai Kp mengatur respon sistem terhadap kesalahan yang terjadi. Nilai Ki mengtur seberapa besar sistem menanggapi kesalahan dalam jangka waktu yang lama dan yang terakhir nilai Kd yaitu nilai yang mengatur seberapa cepat sistem merespon perubahan kesalahan atau mengatasi kesalahan perubahan dalam waktu yang pendek.

2.14 Fuzzy Logic

Metode logika fuzzy adalah pendekatan matematis yang memungkinkan penanganan ketidakpastian dan ambiguitas dalam sistem berbasis aturan linguistik. Konsep utama dalam logika fuzzy adalah penggunaan himpunan fuzzy yang memungkinkan variabel untuk memiliki nilai yang berada di antara benar dan salah (0 dan 1). Operasi-operasi logika pada himpunan fuzzy dilakukan menggunakan fungsi keanggotaan yang menggambarkan sejauh mana suatu elemen termasuk dalam himpunan fuzzy. Sebagai contoh, fungsi keanggotaan segitiga dapat dinyatakan sebagai **Rumus 2** berikut ini

Rumus 2. Rumus Fuzzy Logic

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{jika } a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{jika } b < x \leq c \\ 0 & \text{jika } x > c \end{cases} \quad (2)$$

Sumber: <https://www.researchgate.net> (terakhir diakses penulis, 2024)

a, b, dan c adalah titik-titik pada himpunan fuzzy. Referensi jurnal Indonesia yang dapat dipertimbangkan untuk studi lebih lanjut adalah "Aplikasi Logika Fuzzy dalam Sistem Pengendalian Pemupukan Tanaman Padi" oleh Soehartono dan Widodo, dipublikasikan di Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, vol. 12, no. 2, tahun 2007. (Christopher, Wibowo, 2021).