

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYIRAMAN TANAMAN
OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

MUHAMMAD HASBI FIKRI

1911113007



Pembimbing :

- 1. Irriwad Putri S. TP, M. Si**
- 2. Dr. Eng. Muhammad Makky S. TP, M. Si**

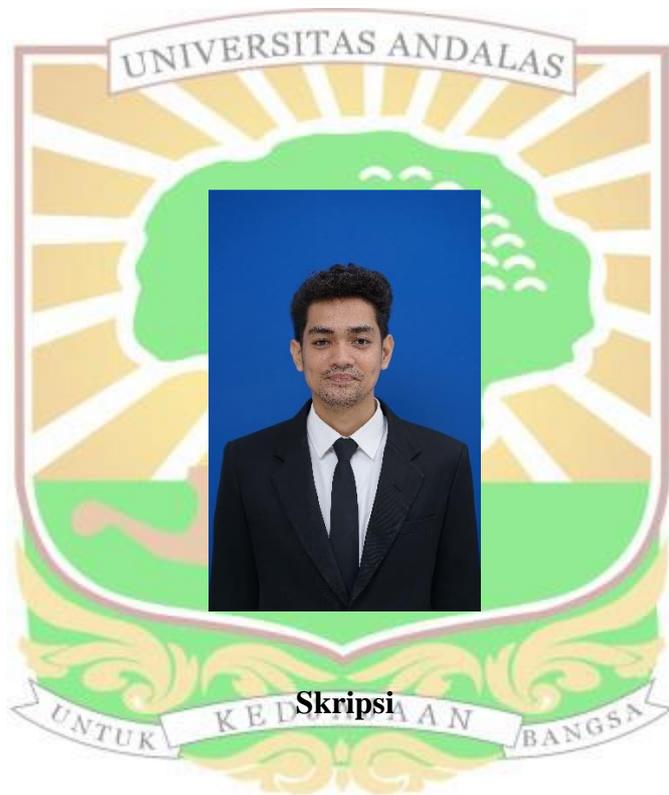
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2024

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS
BERBASIS ARDUINO UNO**

MUHAMMAD HASBI FIKRI
1911113007



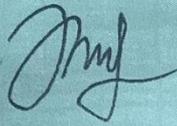
*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik*

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

Judul Skripsi : Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis
Berbasis Arduino Uno
Nama : Muhammad Hasbi Fikri
BP : 1911113007

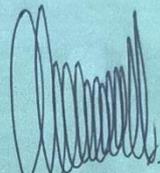
Menyetujui,

Pembimbing I



Irriwad Putri, S.TP, M. Si
NIP.19860302 201404 2 001

Pembimbing II



Dr. Eng. Muhammad Makky, S. TP, M. Si
NIP. 19791001 200604 1 002

Mengetahui,

Dekan

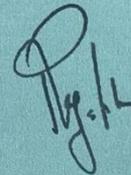
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas



Dr. Ir. Alfi Asben, M.Si
NIP. 19680425 199403 1 002

Ketua

Program Studi Teknik Pertanian
dan Biosistem, Universitas Andalas

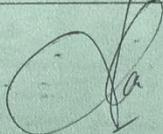
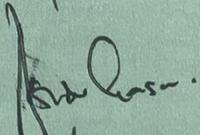
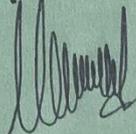


Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP
NIP.19800621 200604 2 016

Tanggal Ujian : 14 Agustus 2024
Tanggal Lulus : 14 Agustus 2024

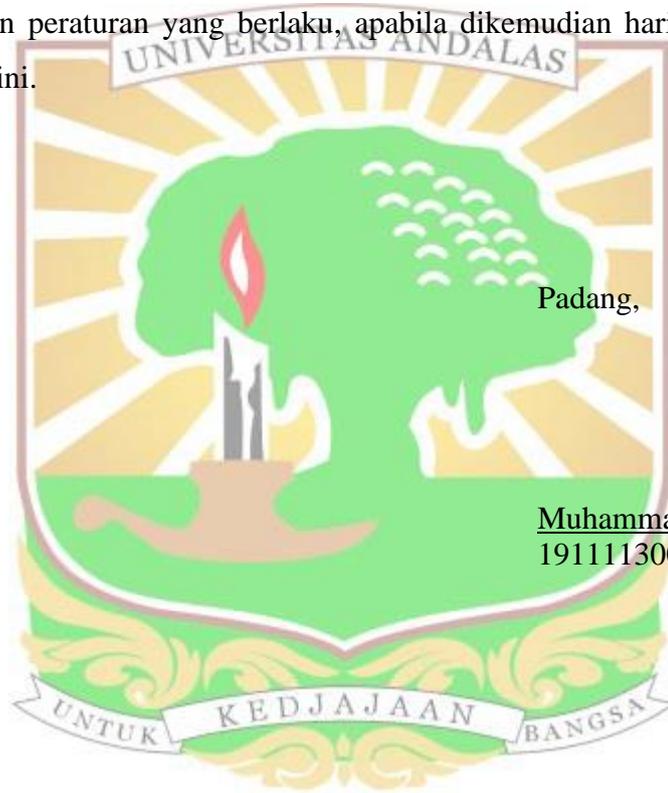


Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno” oleh Muhammad Hasbi Fikri (1911113007) telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Akhir Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang dan dinyatakan lulus pada tanggal 14 Agustus 2024.

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Mislaini, R., S.TP, MP	()	Ketua
2.	Muhammad Iqbal Abdi Lubis, S.TP, MP	()	Sekretaris
3.	Ashadi Hasan, S.TP, M. Tech	()	Anggota
4.	Dr. Eng. Muhammad Makky, S.TP, M.Si	()	Anggota

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno** yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik merupakan hasil karya tulis saya sendiri, kecuali kutipan dan rujukan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya, sesuai dengan norma, kaedah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari adanya plagiat dalam skripsi ini.



Padang, Agustus 2024

Muhammad Hasbi Fikri
1911113007

BIODATA



Penulis dilahirkan pada tanggal 15 Februari 2000 di Kota Duri. Penulis merupakan anak ke lima dari enam bersaudara dan merupakan anak dari Bapak Ikarman dan Ibu Hasnawati. Jenjang pendidikan Penulis dimulai dari sekolah dasar di SD Cendana Duri. Penulis melanjutkan ke SMP Cendana Duri. Kemudian Penulis melanjutkan ke SMA Cendana Duri. Pada tahun 2019, Penulis melanjutkan studi Strata 1 di Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Agromuko Palm Oil Mill, Mukomuko, Bengkulu. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Sako Pasia Talang, Kecamatan Sungai Pagu, Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat. Penulis dinyatakan lulus dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas pada tanggal 14 Agustus 2024 dengan judul penelitian **“Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno”**.



Padang, Agustus 2024

Muhammad Hasbi Fikri
1911113007

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Rasa syukur yang tiada henti-hentinya selalu saya ucapkan kepada Allah SWT, atas segala nikmat, rahmat, hidayah dan karunia yang telah hamba terima. Atas izin-Nya, perjuangan dan perjalanan yang panjang ini bisa dilewati hingga akhir. Dalam kondisi apapun, Allah SWT selalu mengabdikan doa dan memberikan jalan dari setiap masalah dalam menuntut ilmu maupun masalah dalam menjalani hidup. Shalawat dan salam kepada Nabi besar junjungan umat islam yaitu Nabi Muhammad SAW, pemimpin dan tauladan bagi umat islam di dunia.

Ucapan terimakasih saya kepada kedua orang tua saya **Papa (Ikarman)** dan **Mama (Hasnawati)** yang selalu memberikan motivasi, semangat serta doa – doa nya sehingga saya dapat menyelesaikan perkuliahan ini. Mama papa adalah saksi bagaimana perjuangan saya untuk tetap bisa berkuliah dan menyelesaikan gelar sarjana. Terimakasih atas segala hal yang telah diusahakan oleh papa mama baik dari pengertian, kasih sayang, dukungan, dan perjuangan, saya merasa itu adalah pengorbanan yang besar buat saya. Hasbi sayang papa mama.

Kepada saudara kandung saya kakak pertama saya (**Lidya Novita Sari**), abang kedua saya (**Frengky Dwi Rendra**), abang ketiga saya (**Febtriyadi**), kakak keempat saya (**Lea Lastary Adriyanti**), adek keenam saya (**Adli Fauzi Rasya**). Terimakasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan sehingga saya bisa menjalanin perkuliahan dari awal – akhir sekarang ini. Terimakasih sudah menjadi tempat untuk berkeluh kesah selama proses perkuliahan sampai dengan penulisan skripsi ini. Kakak, abang, dan adek adalah alasan saya untuk bisa selalu semangat dan berjuang untuk menyelesaikan perkuliahan dan masa depan.

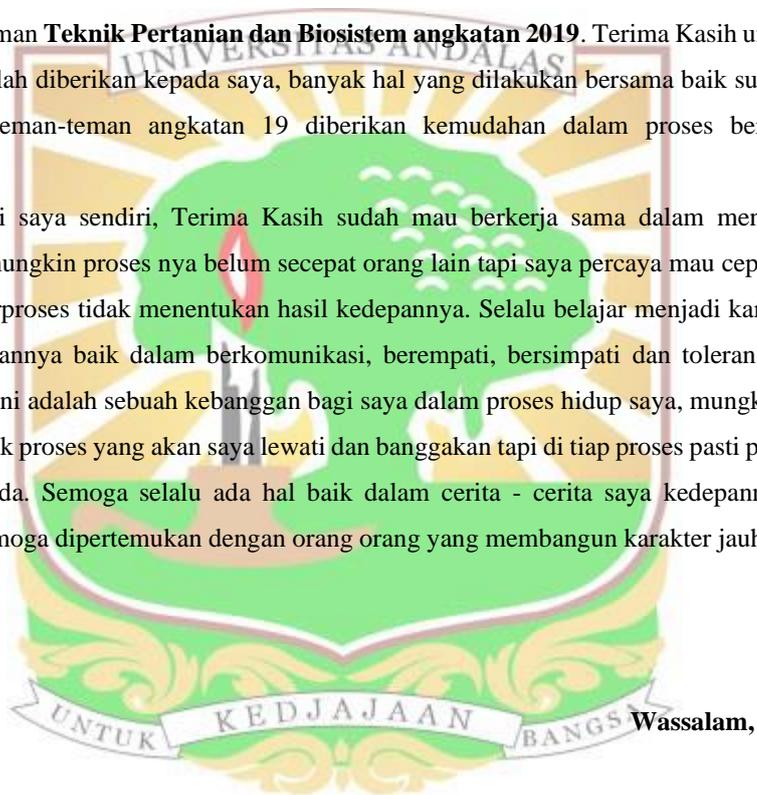
Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada **Ibu Irriwad Putri, S. TP, M.Si**, selaku pembimbing 1 dan Bapak **Dr. Eng. Muhammad Makky, S. TP, M.Si**, selaku pembimbing 2, yang telah membimbing dan memberikan saran kepada saya dari awal hingga akhir dan memberikan waktu serta ilmu dan tidak bosan bosannya memberikan semangat kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik, semoga Allah SWT memberikan pahala yang mengalir kepada Ibu dan Bapak. Terimakasih kepada Ibu **Dr. Renny Eka Putri S. TP, MP**, Ibu **Dr. Mislaini, R., S. TP, MP**, Bapak **Prof. Dr. Ir. Santosa, MP**, Bapak **Muhammad Iqbal Abdi Lubis, S. TP, MP**, Bapak **Ashadi Hasan, S. TP, M. Tech** selaku dosen penguji yang memberikan ilmu dan waktu sehingga dapat membantu dalam proses pembuatan skripsi dari awal hingga akhir, semoga kebaikan Bapak dan Ibu dibalas oleh Allah SWT. Terima kasih juga kepada semua dosen Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem yang memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan dengan tulus dan ikhlas. Terima kasih kepada seluruh Staf akademik Fakultas Teknologi Pertanian terkhusus kepada abang **Saddam Febrianto, S. TP, MP** dan abang **Maulana Yuda Anantama S. TP** yang telah membantu dalam proses pengurusan berkas yang diperlukan untuk mendapatkan gelar sarjana ini.

Teruntuk **Rusmayenti Squad** teman teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga proses bagaimana menjadi pribadi yang lebih baik. Terima kasih **Yudha, Yoga, Rian, Asrof, dan Aal** sudah mau berbagi perjalanan hidup semoga kalian jadi orang orang yang sukses kedepannya dan menjadi pribadi yang baik. Jangan lupakan masa masa sulit yang udah kita lewati karna disitu kita belajar dan tumbuh dewasa dalam menyelesaikan masalah masalah yang ada.

Teruntuk **Nada Claudia** Terima kasih untuk semua hal baik yang telah diberikan, baik dalam bentuk dukungan, akomodasi, tempat bercerita, tempat berkeluh kesah dalam menjalain proses perkuliahan terutama dalam proses pembuatan skripsi. Banyak hal yang akan direncanakan untuk kedepannya, semoga selalu menjadi pribadi yang diharapkan untuk bisa tumbuh bersama lebih baik lagi.

Teman-teman **Teknik Pertanian dan Biosistem angkatan 2019**. Terima Kasih untuk semua kebaikan yang telah diberikan kepada saya, banyak hal yang dilakukan bersama baik suka maupun duka. Semoga teman-teman angkatan 19 diberikan kemudahan dalam proses berkehidupan kedepannya.

Untuk diri saya sendiri, Terima Kasih sudah mau berkerja sama dalam menyelesaikan perkuliahan ini mungkin proses nya belum secepat orang lain tapi saya percaya mau cepat atau pun lambat dalam berproses tidak menentukan hasil kedepannya. Selalu belajar menjadi karakter yang lebih baik kedepannya baik dalam berkomunikasi, berempati, bersimpati dan toleransi terhadap orang lain. Titik ini adalah sebuah kebanggan bagi saya dalam proses hidup saya, mungkin didepan sana masih banyak proses yang akan saya lewati dan banggakan tapi di tiap proses pasti punya cerita yang berbeda beda. Semoga selalu ada hal baik dalam cerita - cerita saya kedepannya selama berproses dan semoga dipertemukan dengan orang orang yang membangun karakter jauh lebih baik dari saya.



Muhammad Hasbi Fikri

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Irriwad Putri S.TP, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I. Terima kasih Penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Eng. Muhammad Makky S.TP, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan serta bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Terima kasih juga kepada Ibu Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP selaku Ketua Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga, dosen, dan kepada teman-teman Teknik Pertanian dan Biosistem angkatan 2019 yang telah membantu dan memberikan masukan serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Melihat keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan penulisan, penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Penulis berharap adanya kritik dan saran yang dapat membangun penulis agar tidak mengulang kesalahan yang sama dalam pembuatan Skripsi. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Padang, Agustus 2024

M.H.F

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
ABSTRAK	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Robot.....	3
2.2 Penyiraman Tanaman.....	4
2.3 Tanaman Terung	4
2.4 Sistem Kontrol	5
2.4.1 Arduino Uno	5
2.4.2 Modul <i>Wi-fi</i>	6
2.4.3 <i>Sensor</i> Kelembaban Tanah.....	7
2.4.4 Pompa DC 5V	8
2.4.5 <i>Breadboard</i>	8
2.4.6 Motor Dc	9
2.4.7 <i>Driver</i> Motor.....	10
2.4.8 <i>Relay</i>	10
2.4.9 Sensor Ultrasonik	11
2.4.10 Motor Servo.....	11
2.5 Aplikasi <i>Blueterm</i>	12
2.6 Penelitian Terkait	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15

3.4.1 Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	17
3.4.1.1 Rancangan Fungsional Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	17
3.4.1.2 Rancangan Struktural Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	18
3.4.1.3 Prinsip Kerja	22
3.4.1.4 Rancangan Sistem Kontrol Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	23
3.4.2 Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol dan Kerangka Robot	27
3.4.2.1 Kalibrasi Sensor	27
3.4.2.2 Menghubungkan Mikrokontroler Robot ke Aplikasi <i>Blueterm</i>	27
3.5 Pengujian Program Robot Penyiraman Tanaman Otomatis.....	28
3.5.1 Kapasitas Kerja Teoritis.....	28
3.5.2 Kapasitas Kerja Efektif	28
3.5.3 Efisiensi.....	29
3.5.4 Pengujian Sensor <i>Soil Moisture</i>	29
3.5.5 Pengujian Keakuratan Sensor Jarak.....	29
3.5.6 Pengujian Kesalahan Pemberhentian Robot	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil Rancangan.....	30
4.1.1 Hasil Rancangan Struktural.....	30
4.1.2 Sensor <i>Soil Moisture</i>	31
4.1.3 Sensor Jarak (Ultrasonik).....	32
4.1.4 Lengan Robot dan Pompa Air.....	33
4.2 Pengujian Robot	34
4.2.1 Kapasitas Kerja Efektif.....	34
4.2.2 Kapasitas Kerja Teoritis.....	35
4.2.3 Efisiensi.....	36
4.2.4 Pengujian Sensor <i>Soil Moisture</i>	37
4.2.5 Pengujian Keakuratan Sensor Jarak	38
4.2.6 Pengujian Kesalahan Pemberhentian Robot	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Arduino Uno	6
2. Spesifikasi Alat dan Bahan	14
3. Perhitungan Beban Robot	27
4. Jumlah Air yang Dikeluarkan Pompa	33
5. Kesalahan Pemberhentian Robot	39

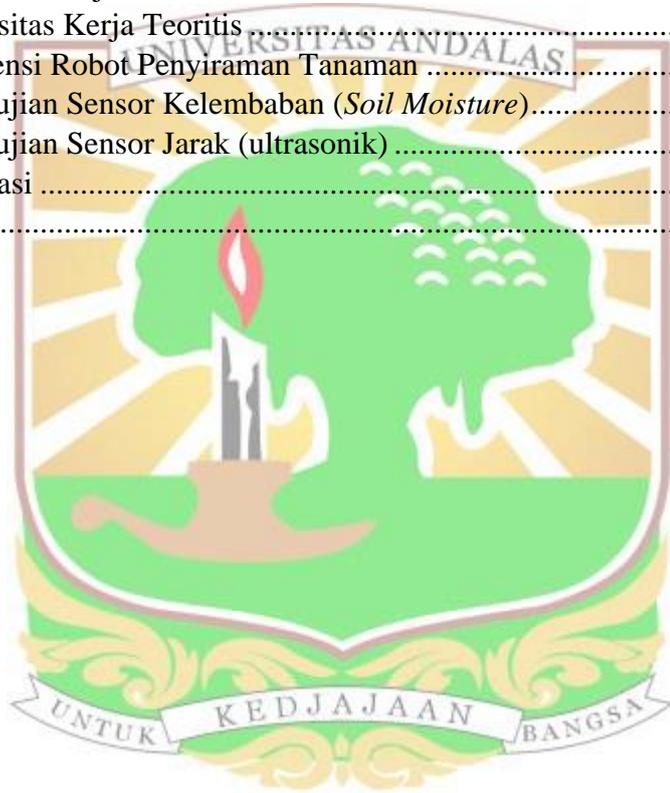


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Robot.....	3
2. Penyiraman Tanaman.....	4
3. Terung.....	5
4. Arduino Uno.....	6
5. Modul <i>Wi-fi</i>	7
6. <i>Sensor Soil Moisture</i>	7
7. Pompa DC 5V.....	8
8. <i>Breadboard</i>	9
9. Motor DC.....	9
10. <i>Driver Motor</i>	10
11. <i>Relay</i>	10
12. Sensor Ultrasonik.....	11
13. Motor Servo.....	12
14. Aplikasi <i>Blueterm</i>	12
15. Robot Penyemprotan Pestisida Pada Penelitian Terkait.....	13
16. Diagram Alir Penelitian.....	16
17. Housing Box.....	19
18. Roda.....	19
19. Akrilik.....	20
20. Selang.....	20
21. Baut <i>Spacer</i>	21
22. Bak Air.....	21
23. Lengan Robot.....	22
24. Robot Penyiraman Tanaman Otomatis.....	23
25. Tata Letak dan Jalur Robot Penyiraman Tanaman.....	23
26. Rancangan Sistem Kontrol Pada Robot.....	24
27. Skema <i>Soil Moisture Sensor</i>	24
28. Skema <i>Relay</i>	25
29. Skema Mikrokontroler dengan <i>Lcd</i> dan Aplikasi <i>Blueterm</i>	25
30. Diagram Alir Pemograman.....	26
31. Robot Penyiram Otomatis.....	30
32. Kalibrasi Sensor <i>Soil Moisture</i>	31
33. Kalibrasi Sensor Jarak.....	32
34. Kapasitas Kerja Efektif.....	34
35. Kapasitas Kerja Teoritis.....	35
36. Efisiensi.....	36
37. Pengujian Sensor <i>Soil Moisture</i>	37
38. Pengujian Keakuratan Sensor Jarak.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. <i>Drawing Assembly</i> Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	46
2. Gambar Perspektif Robot Penyiraman Tanaman Otomatis	47
3. Data Kalibrasi Sensor Kelembaban (<i>Soil Moisture</i>)	48
4. Coding Utama Robot Penyiraman Tanaman	49
5. Coding Kalibrasi Sensor Kelembaban	54
6. Coding Kalibrasi Sensor Ultrasonik	55
7. Lanjutan.....	56
8. Data Kalibrasi Sensor Jarak (ultrasonik)	57
9. Data Kapasitas Kerja Efektif.....	58
10. Data Kapasitas Kerja Teoritis	59
11. Data Efisiensi Robot Penyiraman Tanaman	60
12. Data Pengujian Sensor Kelembaban (<i>Soil Moisture</i>).....	61
13. Data Pengujian Sensor Jarak (ultrasonik)	62
14. Dokumentasi	63
15. Lanjutan.....	64



RANCANG BANGUN ROBOT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Muhammad Hasbi Fikri¹, Irriwad Putri², Muhammad Makky²

1Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis-Padang, 25163

2Dosen Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis-Padang, 25163

Email : hasby.fikri8@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi melalui revolusi industri keempat (Industri 4.0) telah membawa perubahan terutama pada sektor pertanian. Inovasi dari kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan untuk sektor pertanian salah satunya dengan merancang robot penyiram tanaman otomatis. Hal ini dikarenakan banyaknya permasalahan yang dialami oleh petani seperti kesulitan dalam manajemen waktu dan tenaga mereka untuk merawat tanaman dengan baik terutama dalam hal penyiraman tanaman. Penelitian ini telah dilaksanakan di Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang *hardware*, merancang *software* serta pengujian kinerja sistem robot penyiraman tanaman otomatis berbasis arduino uno pada tanaman. Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai solusi dalam mengatasi penyiraman tanaman secara manual menjadi otomatis sehingga petani menghasilkan tanaman yang memiliki produktivitas yang tinggi dan dapat mempersingkat waktu. Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan robot bekerja sesuai rancangan dengan hasil ketepatan pembacaan sensor *soil moisture* sisi kiri 90,4% dan pada sisi kanan 91,16%. Ketepatan pembacaan sensor jarak (ultasonik) sebesar 100%. Volume air yang dikeluarkan pompa pada robot pada sisi kiri dan kanan sebanyak 45 ml dengan waktu 3 detik. Kapasitas kerja efektif robot penyiraman tanaman sebesar 0,00891 ha/jam. Kapasitas kerja teoritis robot penyiraman tanaman dalam satu jam operasi sebesar 0,01069 ha/jam. Efisiensi robot penyiraman tanaman diperoleh sebesar 83,33%. Robot penyiraman tanaman otomatis ini dalam 10 kali pengulangan berhasil berhenti tanpa mengalami kesalahan pemberhentian.

Kata kunci : Perkembangan Teknologi, Penyiraman, Robot

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi melalui revolusi industri keempat (Industri 4.0) telah membawa perubahan dalam kehidupan hampir seluruh profesi yang ada (Cimino *et al.*, 2023). Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan. Kemajuan teknologi membawa manfaat positif bagi keberadaan manusia. Perkembangan teknologi yang pesat dapat menjadi peluang bagi industri robot dalam memproduksi robot (Melander and Lingegård, 2018). Sektor pertanian sedang mengalami revolusi digital, komputer kini digunakan dalam semua proses yang berhubungan dengan pertanian, mulai dari permesinan, penggunaan robot, dan sensor (Konfo *et al.*, 2023). Petani semakin beralih ke teknologi untuk mengatasi masalah pertanian (Ghafar *et al.*, 2023). Tujuan utama pertanian adalah menghasilkan pangan berkualitas tinggi yang cukup bagi manusia untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas hidup (Yang *et al.*, 2023). Inovasi yang diciptakan dari kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan menjadi keunggulan bagi manusia untuk meningkatkan dan membuat hal-hal baru seperti robot penyiram tanaman otomatis (Yusuf *et al.*, 2016).

Penerapan utama robot disektor komersial berkaitan dengan penggantian tenaga manusia manual dengan robot atau sistem mekanis agar pekerjaan lebih efektif terhadap waktu, akurat, dan lebih murah (Sammons *et al.*, 2019). Pada abad modern sudah bermacam-macam robot yang dicipta dan digunakan seperti dalam industri, rumah sakit, transportasi, pendidikan dan kehidupan sehari-hari (Jaya, 2016). Dalam konteks pertanian, penggunaan robot dapat membantu penyiraman tanaman.

Program yang mengatur jalannya robot penyiraman tanaman otomatis berbasis arduino uno. Arduino uno berperan sebagai otak dalam mengendalikan berbagai komponen elektronika. *Board* arduino uno dapat terhubung ke komputer dengan menggunakan kabel USB sehingga pemrograman dapat mudah di buat melalui komputer atau laptop (Andri, 2019).

Tanaman adalah tumbuhan yang bagus untuk memperindah rumah. Selain untuk memperindah, tumbuhan juga bisa dikonsumsi oleh manusia (Nagaraja *et al.*, 2012). Tanaman terung memiliki banyak manfaat yang dapat membantu menambah

gizi dan mengurangi kolesterol pada tubuh manusia. Salah satu tugas utama robot bagi tanaman yaitu melakukan penyiraman secara otomatis. Karena kesibukkan rutinitas, orang lupa untuk menyiram tanaman diperlukan sistem yang sepenuhnya otonom untuk menyiram tanaman (Nagaraja *et al.*, 2012). Menurut Rajagukguk *et al.* (2018) pada penelitiannya dengan judul “Implementasi WSN Pada Robot Penyiraman Tanaman Otomatis” yang bertujuan untuk melakukan penyiraman tanaman yang dikendalikan dengan sensor kelembaban, sensor garis, *transmitter* dan *receiver* berbasis mikrokontroler arduino uno.

Inovasi yang dikembangkan dari penyiraman tanaman otomatis berlandaskan dari banyaknya masalah petani yang kesulitan dalam manajemen waktu dan tenaga mereka untuk merawat tanaman dengan baik, terutama dalam hal penyiraman tanaman. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat membantu pertanian dalam merawat tanaman mereka secara otomatis. Berdasarkan pada skripsi ini maka penulis telah menyelesaikan penelitian dengan judul : **“Rancang Bangun Robot Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno”**.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Merancang *hardware* robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno pada tanaman.
2. Merancang *software* robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno pada tanaman.
3. Pengujian kinerja sistem robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno pada tanaman.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan solusi dalam mengatasi penyiraman tanaman secara manual menjadi otomatis sehingga petani dapat menghasilkan tanaman yang memiliki produktivitas yang tinggi dan dapat menghemat waktu. Dengan adanya alat ini, tanaman dapat menerima air dalam jumlah dan waktu yang tepat, sehingga membantu meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman secara keseluruhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Robot adalah sebuah perangkat mekanik yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan fisik yang dikendalikan secara otomatis atau di kendalikan oleh manusia. Salah satu persyaratan dasar bagi robot pertanian adalah mampu melakukan berbagai operasi otomatis secara tepat dan efektif yang sering kali memerlukan desain robot pertanian dirancang berbeda dalam struktur dan mekanisme (Yang *et al.*, 2023). Robot dapat mempermudah pekerjaan berat menjadi ringan, sehingga robot dapat dioperasikan tanpa bantuan manusia atau disebut dengan otomatis. Robot telah menggantikan tenaga kerja di beberapa sektor perekonomian (Paraforos *et al.*, 2022). Secara umum robot otomatis terdiri dari tiga bagian yaitu bagian perangkat keras (*hardware*), bagian perangkat lunak (*software*), dan bagian mekanik (Rachman dan Yanti, 2016). Selain bagian, robot juga terdiri dari dua jenis yaitu *robot non mobile* dan *robot mobile*. *Robot non mobile* adalah robot yang melaksanakan aksinya tidak berpindah tempat, sebagai contoh robot manipulator lengan yang berfungsi untuk memegang dan memindahkan barang, sedangkan *robot mobile* adalah robot yang melaksanakan aktivitasnya dengan bergerak dan berpindah dari suatu tempat ke tempat lain, sebagai contoh robot penyiram tanaman dan robot pengikut garis (*line follower*) (Winardi *et al.*, 2020). Robot dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Robot
Sumber : Antaranews.com

2.2 Penyiraman Tanaman

Penyiraman Tanaman merupakan suatu kegiatan perawatan tanaman untuk mempertahankan kadar air tanah sebagai sumber makanan. Air merupakan salah satu faktor untuk melakukan fotosintesis pada tanaman. Pemberian air yang cukup mempengaruhi pertumbuhan dan berkembangnya suatu tanaman, tanpa air yang cukup produktivitas suatu tanaman tidak akan maksimal. Penyiraman tanaman yang masih manual menjadikan tanaman tidak terawat dengan baik karena waktu aktifitas yang padat, atau jenis tanaman yang memiliki perhatian khusus seperti tempat yang harus sejuk dan kebutuhan air yang harus tetap terpenuhi. Menggunakan robot untuk melakukan tugas penyiraman adalah cara yang tepat untuk meningkatkan efisiensi penyiraman. Robot diharuskan merencanakan jalur penyiraman dengan cermat (Zhang *et al.*, 2021). Jika penyiraman tanaman dilakukan secara otomatis maka akan sangat bermanfaat dan lebih mudah dalam proses perawatan tanaman (Ratnawati dan Silma, 2017). Penyiraman Tanaman dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyiraman Tanaman

Sumber : IDNTimes.com

2.3 Tanaman Terung

Tanaman Terung (*Solanum melongena L.*) merupakan suatu produk tanaman hortikultura dan komoditas tanaman sayuran. Pertumbuhan dan kualitasnya dipengaruhi oleh kondisi tanah, iklim dan sifat tanaman. Tumbuhan diketahui menambah nilai keindahan pada lingkungan alam selain sebagai sarana konversi tanah (Adie, 2019). Air dan unsur hara tanah merupakan sumber utama bagi tanaman. Tanaman membutuhkan sejumlah air untuk pertumbuhan dan perkembangan. Tanaman memiliki respon buruk jika kekurangan air tergantung

pada spesies, umur tanaman, dan kandungan air dalam tanah. Jika air yang diberikan lebih pada tanaman tertentu, menyebabkan tanaman tergenang dan mati begitu juga sebaliknya. Kekurangan dan kelebihan air bagi tanaman dapat menyebabkan sulitnya tanaman melangsungkan metabolisme dengan baik (Anugrah *et al.*, 2021).

Beberapa zat gizi yang cukup penting banyak terdapat di buah terung seperti vitamin A, B, C, kalium, fosfor, zat besi, protein, lemak, dan karbohidrat. Keunggulan tersebut menyebabkan terung dapat dikembangkan secara intensif dan sebagai penyumbang cukup besar terhadap keanekaragaman bahan pangan bergizi bagi penduduk (Alvera *et al.*, 2023). Terung dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Terung
Sumber : Viva.co.id

2.4 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah suatu proses gabungan dari komponen yang saling bekerja sama untuk suatu tujuan. Sistem kontrol dapat disebut juga dengan pengendalian suatu proses sistem kerja yang dapat dikendalikan sesuai dengan keinginan manusia yang dilakukan secara otomatis tanpa campur tangan manusia. (Dahlan, 2017). Pengetahuan dan teknologi sangat berperan penting dalam pengembangan sistem kontrol, sistem kontrol berperan sebagai langkah baik dalam memudahkan pekerjaan manusia dan mengatasi permasalahan dengan cara yang lebih mudah. Dalam garis besar dengan adanya sistem kontrol dapat menggantikan peran manusia dalam menjalankan aktivitasnya.

2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang memiliki *chip* utama yaitu Atmega328. Arduino juga sebagai *platform* dan dirancang untuk

memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang (YI- *et al.*, 2018). Arduino Uno memiliki 14 pin *input* dari *output digital* dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM, termasuk pin 0-13, 6 menggunakan kristal 16 MHz, ada pin *input analog* (pin A0 sampai A5 termasuk konektor USB), soket daya, *header* ICSP dan tombol *reset*. Hal tersebut diperlukan untuk mendukung jalannya rangkaian mikrokontroler. Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 1 dan Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
<i>Input</i> Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 Ma
Arus DC ketika 3.3V	50 Ma
Memori <i>flash</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz

Sumber : (Alfian Lantoni Heranda, 2016)



Gambar 4. Arduino Uno

Sumber : Podomorouniversity.ac.id

2.4.2 Modul *Wi-fi*

Modul *wi-fi* merupakan perangkat tambahan yang digunakan pada mikrokontroler seperti arduino yang memungkinkan mikrokontroler terhubung langsung dengan *wi-fi* dan jaringan internet. Modul *wi-fi* ini memiliki sistem *on*

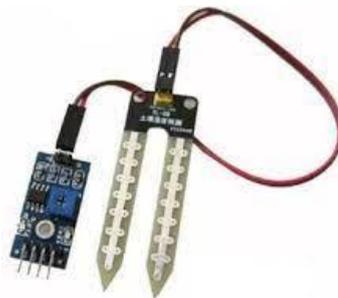
chip yang artinya pemrograman dapat dilakukan secara langsung tanpa mikrokontroler dan terhubung dengan kemampuannya untuk mendukung koneksi *wi-fi* langsung (Safrina, 2021). Modul *Wi-Fi* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul *Wi-fi*
Sumber : Shopee.co.id

2.4.3 Sensor Kelembaban Tanah

Soil moisture sensor yaitu *sensor* yang dapat membantu mengukur kelembaban tanah yang dapat diakses menggunakan mikrokontroler seperti Arduino Uno. Prinsip kerjanya dari *sensor* ini yaitu dengan cara membenamkan ujung *probe sensor* ke dalam tanah dan *sensor* akan langsung membaca kondisi kelembaban tanah (Pratama dan Setiawan, 2021). Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistensi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistensi besar). Sensor ini sangat membantu untuk memantau kelembaban tanah (Husdi, 2018). Sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Sensor Soil Moisture*
Sumber : Algorista.com

2.4.4 Pompa DC 5V

Pompa DC 5V adalah perangkat mekanis yang dapat memindahkan cairan dengan cara menghisap atau penerapan tekanan. Ada 2 komponen utama dalam pompa air, yaitu motor sebagai penggerak pompa dan pompa sebagai alat yang mengangkat atau menggerakkan air. pompa ini dapat digunakan untuk robotika atau proyek dalam pembuatan aplikasi berbasis mikrokontroler (Safrina, 2021). Pompa DC 5V dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pompa DC 5V
Sumber : Tokopedia.com

2.4.5 Breadboard

Breadboard merupakan sebuah *board* atau papan yang berfungsi untuk merancang sebuah rangkaian elektronik sederhana. *Breadboard* juga dapat dilakukan uji coba tanpa harus menggunakan *solder*. Dengan menggunakan *beardboard* komponen yang dirakit tidak akan mengalami kerusakan sehingga komponen masih bisa dirangkai kembali membentuk rangkaian lainnya. *Beardboard* biasanya terbuat dari plastik dan memiliki berbagai lubang yang terkoneksi berdasarkan pola tertentu. Untuk menghubungkan antara satu lubang dengan lubang yang lain, maka dibagian bawah lubang tersebut terdapat logam konduktor listrik yang diposisikan secara khusus (Tantowi dan Yusuf, 2020). *Beardboard* dapat dilihat pada Gambar 8.

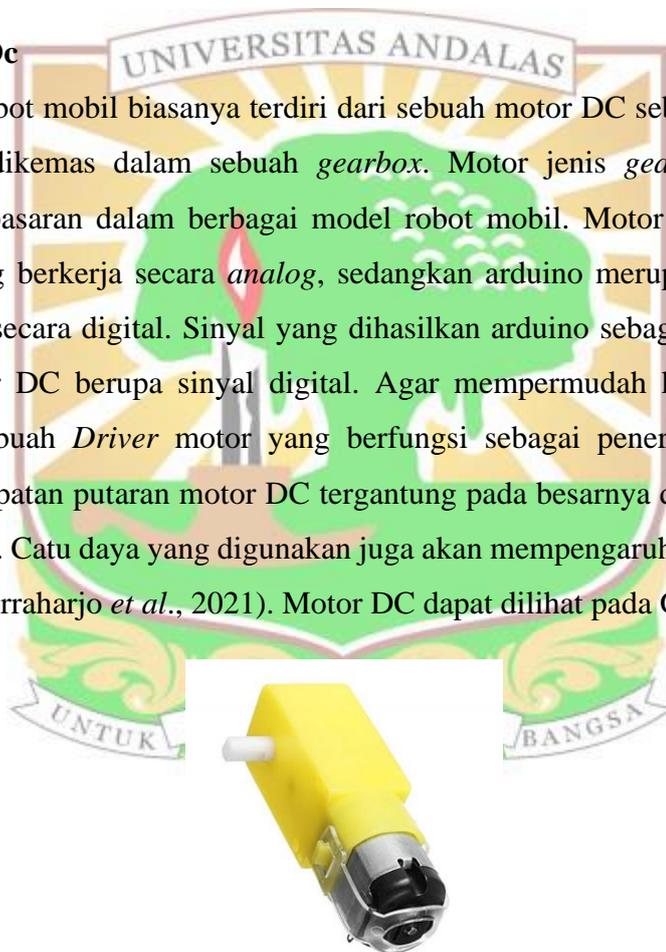


Gambar 8. *Breadboard*

Sumber : Nesabamedia.com

2.4.6 Motor Dc

Roda robot mobil biasanya terdiri dari sebuah motor DC sebagai komponen utama yang dikemas dalam sebuah *gearbox*. Motor jenis *gearbox* ini sering digunakan dipasaran dalam berbagai model robot mobil. Motor DC merupakan peralatan yang berkerja secara *analog*, sedangkan arduino merupakan perangkat yang bekerja secara digital. Sinyal yang dihasilkan arduino sebagai isyarat untuk putaran motor DC berupa sinyal digital. Agar mempermudah kerja motor DC diperlukan sebuah *Driver* motor yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari arduino. Kecepatan putaran motor DC tergantung pada besarnya diameter magnet dan kumparan. Catu daya yang digunakan juga akan mempengaruhi kinerja sebuah motor DC (Nurraharjo *et al.*, 2021). Motor DC dapat dilihat pada Gambar 9.

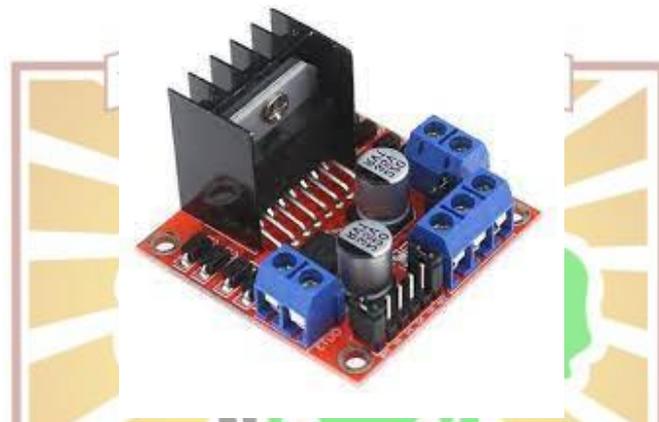


Gambar 9. Motor DC

Sumber : Diycart.in

2.4.7 Driver Motor

Driver Motor adalah sebuah modul yang sering digunakan untuk mengendalikan motor DC. Dengan menggunakan driver motor dapat mempermudah mengendalikan kecepatan maupun arah rotasi 2 motor. Driver motor ini mampu mengendalikan beban induktif seperti *relay*, *solenoid*, motor DC, dan motor *stepper*. Kelebihan *driver motor* ini yaitu hal kepresisian dalam mengatur motor lebih baik sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol (Muttaqin dan Santoso, 2021). *Driver Motor* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Driver Motor*
Sumber : EdukasiElektronika.com

2.4.8 Relay

Relay merupakan rangkaian yang bersifat elektronis sederhana dan tersusun oleh saklar dan kawat besi (medan elektromagnet). *relay* berfungsi sebagai memutuskan dan menghubungkan suatu rangkaian elektronika yang satu dengan yang lainnya atau disebut juga dengan saklar *elektromagnetik*. *Relay* dapat digunakan sebagai saklar *ON/OFF* kontrol pada suatu tegangan (Rahardi *et al.*, 2018). *Relay* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. *Relay*
Sumber : Zanoor.com

2.4.9 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur jarak antara objek dengan sensor. Sensor ini biasanya digunakan untuk mendeteksi adanya benda di depan dengan frekuensi gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari 4 buah pin, yaitu *Vcc*, *trigger*, *echo*, dan *ground*. Sensor bekerja pada tegangan 5V dengan arus kerja sebesar 15mA, jarak pengukuran maksimal yaitu 4 meter dan jarak pengukuran minimal yaitu 2 cm. sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Sensor Ultrasonik
Sumber : KitaInformatika.com

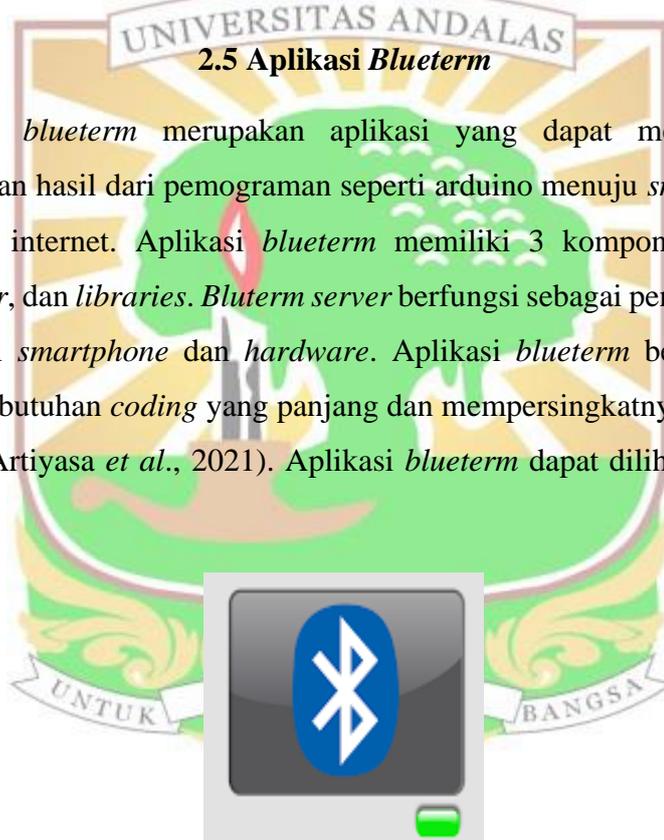
2.4.10 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, rangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum dari putaran sumbu motor servo. Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja (Salim *et al.*, 2020). Motor Servo dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Motor Servo

Sumber : Khurslab.com



Aplikasi *blueterm* merupakan aplikasi yang dapat membantu dalam menghubungkan hasil dari pemrograman seperti arduino menuju *smartphone* tanpa menggunakan internet. Aplikasi *blueterm* memiliki 3 komponen utama yaitu aplikasi, *server*, dan *libraries*. *Blueterm server* berfungsi sebagai penghubung semua komunikasi di *smartphone* dan *hardware*. Aplikasi *blueterm* bertujuan sebagai menghapus kebutuhan *coding* yang panjang dan mempersingkatnya hanya melalui *smartphone* (Artiyasa *et al.*, 2021). Aplikasi *blueterm* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Aplikasi *Blueterm*

Sumber: Nyebarilmu.com

2.6 Penelitian Terkait

Penyusunan skripsi ini, penulis sedikit banyak terinspirasi dari penelitian-penelitian yang berkaitan dengan latar belakang masalah pada Skripsi ini. Pada penelitian yang dilakukan (Sammons *et al.*, 2019) dengan judul “Robot Penyemprotan Pestisida Otonom untuk digunakan di Rumah Kaca”. Tujuan dari

dibuatnya robot penyemprotan pestisida tersebut yaitu menghindari paparan bahan kimia berbahaya pada manusia dan untuk memastikan jumlah semprotan yang dihitung secara optimal diterapkan ke semua tanaman secara merata. Komponen yang digunakan dalam jalannya robot ini yaitu terdapat sensor benturan berada di depan dan belakang robot, sistem penggerak terdiri dari motor penggerak cacing yang mampu berjalan dalam kecepatan maksimum 0,26 m/s saat berkendara di rel. motor digerakkan oleh papan pengontrol PWM (*Pulse Wide Modulation*) bertenaga tinggi, yang menerima sinyal *analog* dari mikrokontroler. Pengontrol motor memiliki *soft start* dan *stop* yang memungkinkan pemberhentian dan *start* yang mulus tanpa memerlukan waktu pemrosesan untuk *microprosesor*. Sensor jarak induksi secara akurat mendeteksi keberadaan rel logam dibawah robot. Sensor reflektif digunakan dalam robot berfungsi sebagai penanda area yang dipilih. Modul *LCD/keypad* digunakan sebagai penunjuk informasi kepada pengguna tentang status robot dan memungkinkan pengguna untuk mengontrol robot secara langsung dengan mudah. *Web hosting microprosesor* memungkinkan potensi robot dipantau dan dikendalikan dari lokasi jarak jauh. Robot Penyemprotan Pestisida pada penelitian terkait dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Robot Penyemprotan Pestisida Pada Penelitian Terkait
Sumber : (Sammons et al., 2019)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2024 – Maret 2024 di Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas. Lokasi pengujian dilakukan di lahan percobaan yang berlokasi di Jalan Pisang, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatra Barat.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, untuk rancangan robot penyiraman tanaman otomatis adalah akrilik, baut *spacer*, bak air, *strip akrilik*, dan roda. Alat dan bahan yang digunakan untuk rancangan sistem kontrol adalah *soil moisture sensor*, motor servo, baterai *li-ion*, *LCD*, motor DC 5V, *driver motor*, arduino uno, kabel *jumper*, pompa DC 5V, modul *wi-fi*, dan *breadboard*. Adapun untuk bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu sebanyak 1 bungkus bibit tanaman terung.

Tabel 2. Spesifikasi Alat dan Bahan

Nama Alat	Spesifikasi	Nama Alat	Spesifikasi
Akrilik	Ketebalan 0,2 cm	Motor DC 5V	<i>Gearbox 5V</i>
Baut <i>Spacer</i>	Panjang 5 cm	<i>Driver motor</i>	Seri L298n
Bak Air	15 cm x 15 cm x 12 cm	Arduino uno	ATMega 328
Strip Akrilik	Ketebalan 0,2 cm	Kabel <i>jumper</i>	<i>All Type Cable</i>
<i>LCD</i>	LCD Karakter 16x2	Pompa DC 5V	DC 5V 240 L/H
<i>Soil moisture sensor</i>	Seri yl-69	<i>Breadboard.</i>	MB 102 <i>Solderless 830 P</i>
Motor servo	Seri MG996R	Modul <i>wi-fi</i>	HC-05
Baterai <i>Li-ion</i>	Baterai <i>Li-ion</i> 18650 5V	Tanaman Terung	Bibit
Sensor Ultrasonik	HC-SR04		

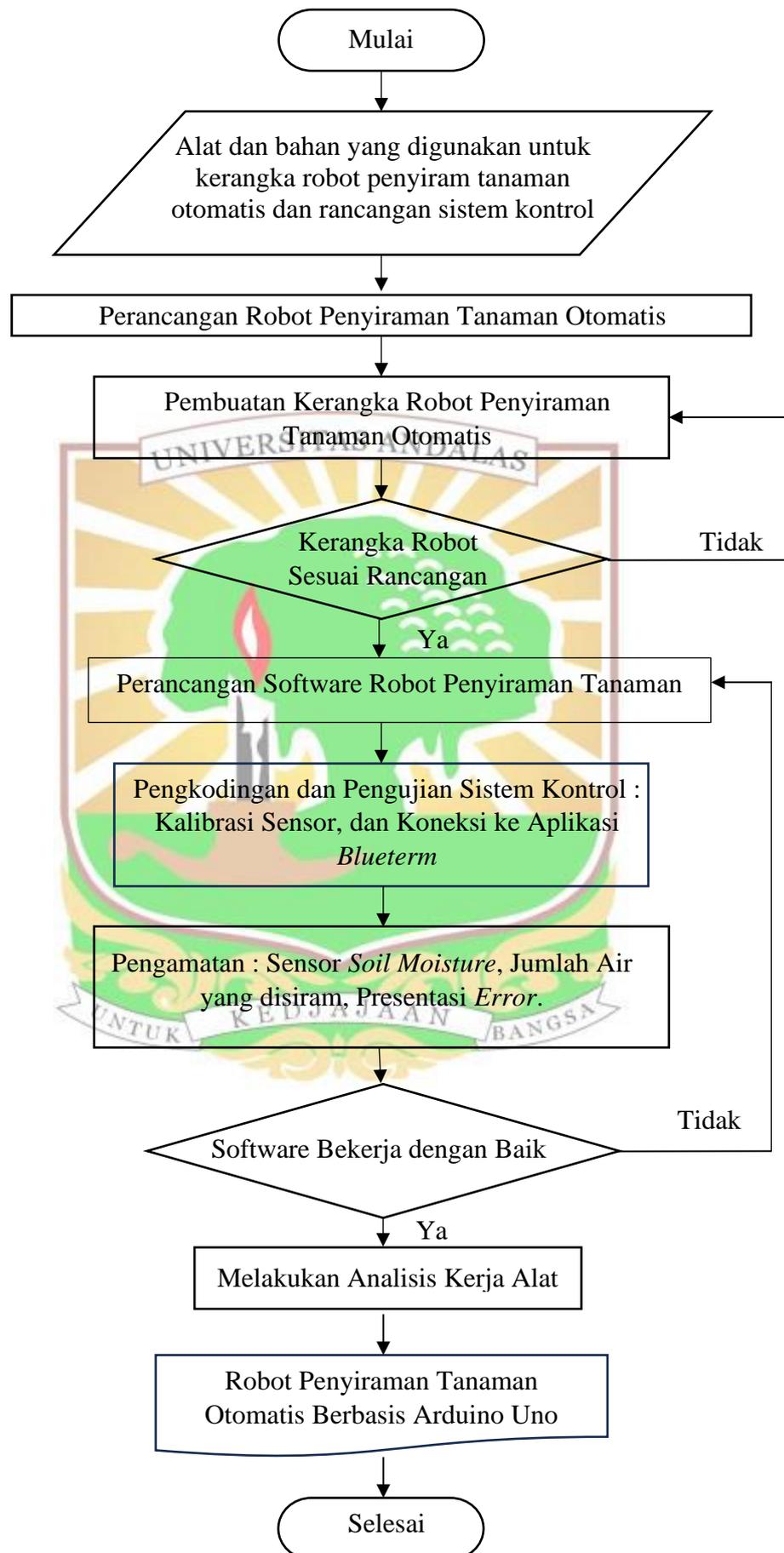
3.3 Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut : 1) perancangan *hardware* dan *software* robot penyiraman tanaman otomatis, 2) pembuatan rangkaian sistem kontrol dan kerangka robot, 3) pengujian program robot penyiraman tanaman otomatis, 4) analisa data.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan mekanisme yang telah dibuat. Diagram alir dibuat dengan beberapa tahapan agar dapat mempermudah pemahaman terhadap sistem kerja alat. Diagram alir penelitian yang menjelaskan proses penelitian dari awal sampai akhir dapat dilihat pada Gambar 16.





Gambar 16. Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Perancangan *Hardware* dan *Software* Robot Penyiraman Tanaman Otomatis

Rancangan pada penelitian ini terdiri atas rancangan kerangka robot penyiraman tanaman dan rancangan sistem kontrol robot penyiraman tanaman dan menghubungkan ke *bylink*.

3.4.1.1 Rancangan Fungsional Robot Penyiraman Tanaman Otomatis

Tujuan dari Rancangan Fungsional Robot Penyiraman Tanaman Otomatis ini dibuat untuk merancang bagian dari fungsi dan tata letak komponen alat yang akan dibuat.

1. *Housing Box*

Housing Box berfungsi sebagai pelindung komponen sistem kontrol dari air, panas maupun hal-hal yang dikhawatirkan akan mengganggu kinerja robot. Sistem kontrol pada robot dikendalikan oleh komponen-komponen yaitu Arduino Uno yang berfungsi sebagai otak dari robot yang memudahkan dalam melakukan *prototyping*, dan Modul *Wi-fi* berfungsi sebagai komponen tambahan dari Arduino uno yang menghubungkan arduino uno ke internet dan smartphone. *LCD* pada robot ini berfungsi untuk menampilkan informasi yang dibutuhkan sesuai settingan robot.

2. Roda

Roda digunakan untuk menggerakkan robot yang didukung oleh Motor DC sebagai pemutar roda. Motor DC berfungsi sebagai penggerak roda yang diatur oleh *driver* motor.

3. Akrilik

Akrilik ini berfungsi sebagai bahan mekanik utama sekaligus dudukan dari semua komponen yang digunakan.

4. Selang

Selang ini berfungsi untuk mengalirkan air dari bak air menuju tanaman menggunakan pompa air.

5. Baut *Spacer*

Baut *Spacer* berfungsi untuk mengencangkan dan sebagai dudukan kerangka robot.

6. Bak Air

Bak Air ini berfungsi sebagai wadah peletak air yang akan di alirkan ke tanaman.

7. Lengan Robot

Lengan robot yang digunakan memiliki bentuk *Strip* dan berbahan Akrilik yang berfungsi sebagai tempat peletak dan penggerak selang air dan sensor *soil moisture*. Lengan robot juga memiliki motor servo sebagai mengangkat dan menurunkan objek dengan kontrol yang presisi.

3.4.1.2 Rancangan Struktural Robot Penyiraman Tanaman Otomatis

Rancangan struktural pada robot penyiraman tanaman otomatis yaitu terdiri dari :

1. *Housing Box*

Housing Box ini berbentuk kotak yang digunakan sebagai pelindung komponen sistem kontrol dengan ukuran panjang 12 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 18 cm. Di dalam *housing box* terdapat komponen sistem kontrol yang mengendalikan jalannya robot seperti Arduino Uno, arduino uno yang digunakan yaitu Arduino Uno Atmega328 yang berfungsi untuk mengendalikan semua komponen elektronik pada robot termasuk mengatur gerakan, mengontrol sensor, dan menjalankan kendali robot. Pada *housing box* terdapat Modul *Wi-fi* ESP8266 berfungsi sebagai *output* dari pembacaan data sensor yang dapat dilihat melalui aplikasi dan *LCD*, *LCD* pada robot berukuran 16x2 yang menampilkan informasi tentang kondisi tanaman, komponen ini juga menampilkan *output* dari pembacaan data sensor melalui layar *LCD*. *Housing Box* dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Housing Box

2. Roda

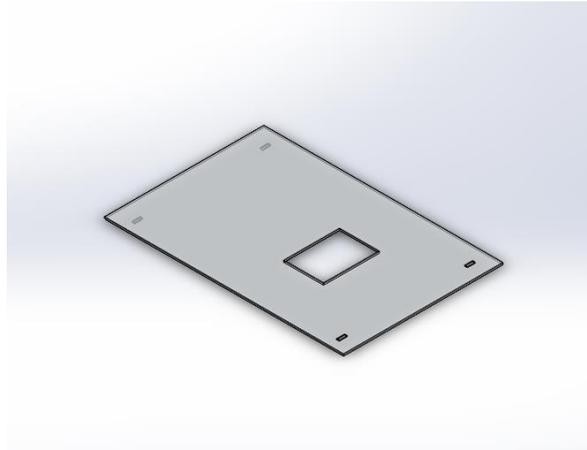
Roda sebagai mobilitas yang memungkinkan robot bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain yang akan disiram. Roda ini didukung oleh motor DC sebagai pemutar roda. Motor DC yang digunakan yaitu *gearbox 5V* untuk menggerakkan roda pada robot penyiraman tanaman sehingga robot dapat bergerak disekitar lahan dan mencapai berbagai area tanamanan yang akan disiram. Sebagai penggerak Motor DC ini diatur oleh *Driver Motor* dengan seri L298n. Roda dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Roda

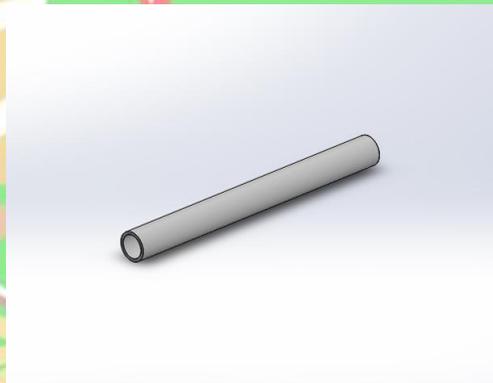
3. Akrilik

Akrilik ini memiliki bentuk persegi panjang dengan ukuran yang digunakan yaitu tebal 2 mm, panjang 30 cm, dan lebar 20 cm yang berfungsi untuk menempatkan komponen sistem kontrol dan kerangka dari robot. Akrilik dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Akrilik

4. Selang
Selang yang digunakan memiliki ukuran panjang 30 cm dan diameter lubang selang yaitu 0,5 cm. Selang yang digunakan berdiameter kecil karena menyesuaikan dengan kerangka robot dan pompa. Selang dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Selang

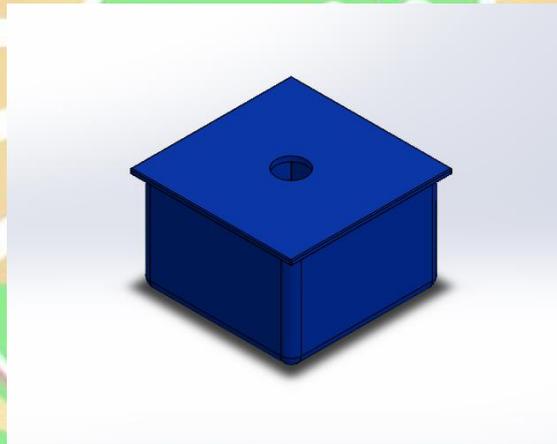
5. Baut *Spacer*
Baut *Spacer* yang digunakan memiliki ukuran panjang 5 cm yang berfungsi untuk memperkuat antar akrilik, sehingga kerangka robot menjadi lebih kokoh. Baut *Spacer* dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Baut *Spacer*

6. Bak Air

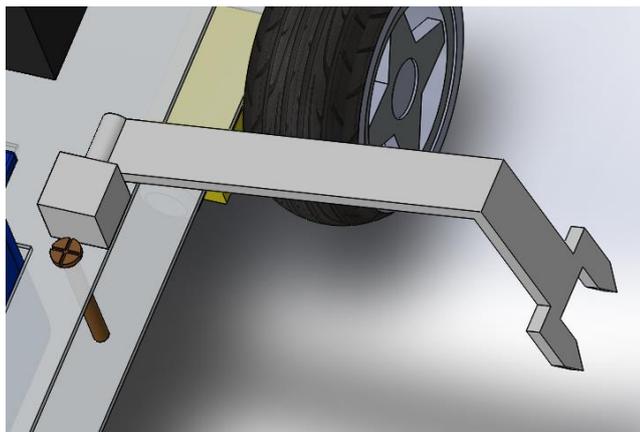
Bak Air yang digunakan memiliki ukuran lebar 15 cm, panjang 15 cm, dan tinggi 12 cm. Bak air berfungsi sebagai tempat penampung air yang akan dialirkan ke tanaman melalui selang air. Bak Air dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Bak Air

7. Lengan Robot

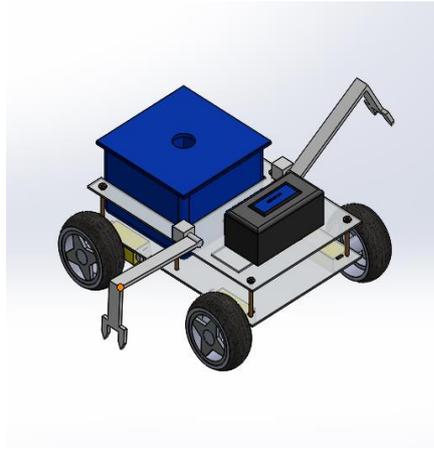
Lengan robot yang digunakan pada berbentuk *Strip akrilik* yang memiliki ketebalan 0,2 cm, lebar 3 cm, dan panjang 20 cm. *strip akrilik* ini memiliki bahan yang ringan dan kokoh sehingga mampu menahan selang air dan sensor *soil moisture*. Pada lengan terdapat motor servo dengan tipe SG 90. Lengan robot yang bergerak sebagai penentu arah dan sudut penyiraman secara akurat, sehingga air dapat disalurkan langsung ke area yang memerlukan penyiraman. Lengan Robot dapat dilihat pada Gambar 23.



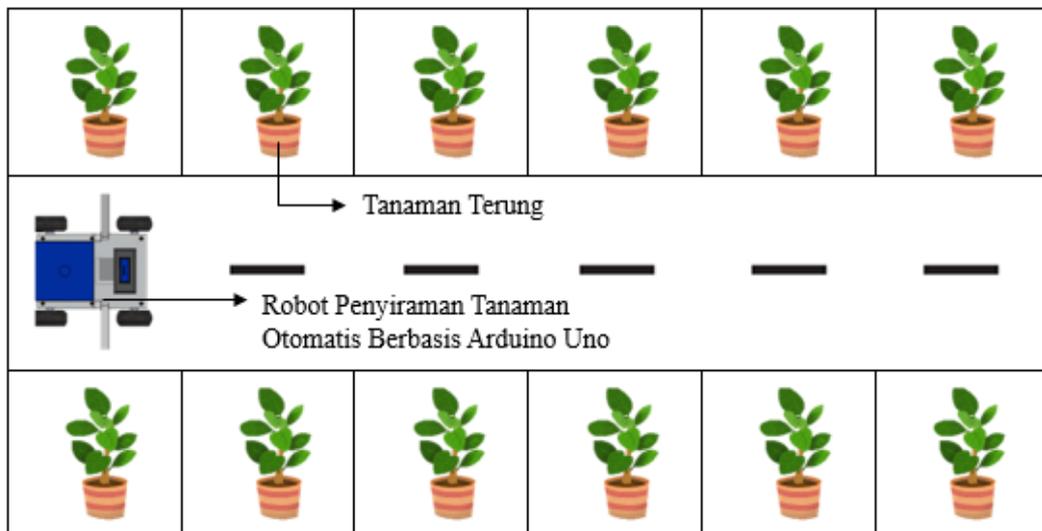
Gambar 23. Lengan Robot

3.4.1.3 Prinsip Kerja

Prinsip kerja pada robot penyiraman tanaman otomatis ini bekerja dengan melakukan inisialisasi sistem oleh mikrokontroler arduino uno. Sebelum proses awal robot bergerak otak dari kendali robot yaitu arduino uno hidup. Ketika sistem arduino uno hidup robot akan maju. Lalu robot berhenti ketika sensor jarak ultrasonik mendeteksi adanya tanaman dan lengan robot akan turun. Setelah lengan turun, sensor *soil moisture* membaca kelembaban tanah, jika tanah kurang dari 5% maka *relay* akan mengaktifkan pompa air dan melakukan penyiraman terhadap tanaman terung selama 3 detik. Presentase 5% dihitung pada kadar air basis kering (%). Semakin rendah presentasinya, maka kondisi kelembaban tanah semakin rendah, dan sebaliknya semakin tinggi presentasinya, maka kelembaban tanah semakin tinggi. Proses selanjutnya setelah pompa mati, lengan robot akan naik dan akan berjalan menuju tanaman selanjutnya. Robot akan melakukan pengulangan proses hingga sensor jarak mendeteksi adanya benda (batas akhir) di depan. Pemberhentian dan jumlah tanaman yang disiram sebanyak 8 tanaman (4 kiri dan 4 kanan) dalam 1 ulangan. Setelah robot selesai menyiram sensor ultrasonik mendeteksi jarak akhir dari lintasan 5 cm dari batas akhir dan robot berhenti melakukan proses maka robot tanaman otomatis bekerja dengan baik. Robot penyiraman tanaman Otomatis dapat dilihat pada Gambar 24 dan Tata Letak dan Jalur Robot dapat dilihat Pada Gambar 25.



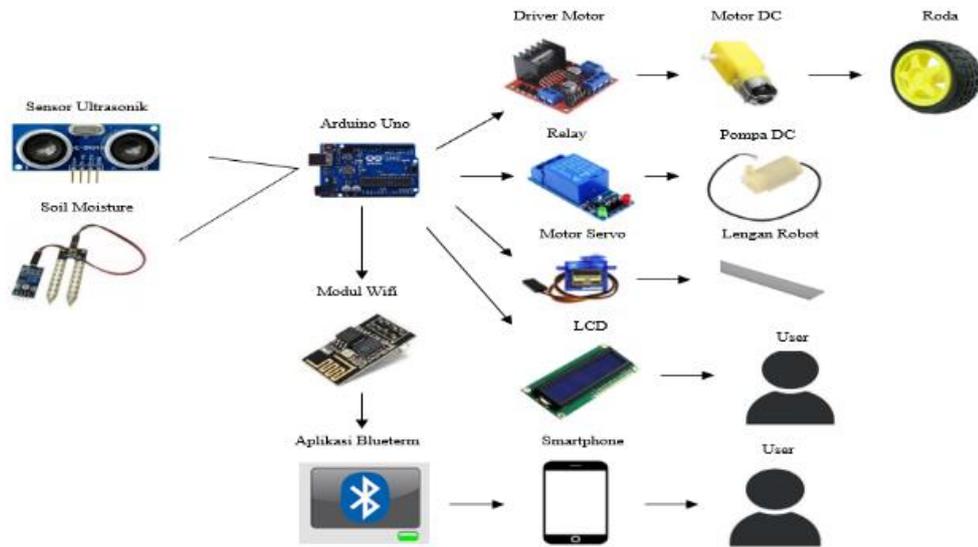
Gambar 24. Robot Penyiraman Tanaman Otomatis



Gambar 25. Tata Letak dan Jalur Robot Penyiraman Tanaman

3.4.1.4 Rancangan Sistem Kontrol Robot Penyiraman Tanaman Otomatis

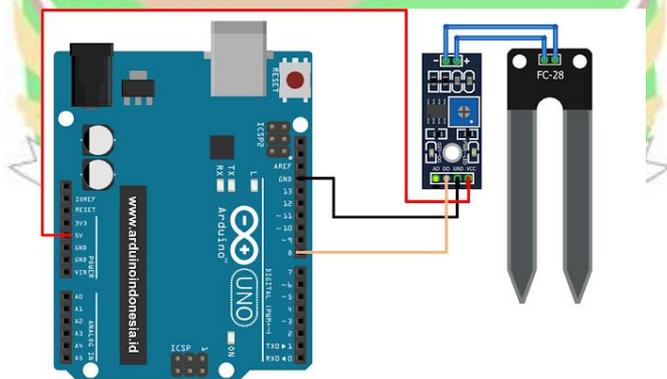
Sistem kontrol dibuat berdasarkan mekanisme yang telah ditentukan dalam diagram alir sistem kontrol penyiraman tanaman otomatis. Sistem kontrol akan dirancang berdasarkan mekanisme kontrol yang telah dibuat pada diagram alir. Sistem akan bekerja jika sistem kontrol pada robot bekerja secara otomatis menyiram tanaman, jika *soil moisture sensor* membaca kelembaban tanah kurang dari 5% (kering) maka air otomatis mengalir ke tanaman dan akan berhenti menyiram ketika waktu yang sudah ditentukan pada pembuatan *coding* yaitu selama 3 detik. Rancangan sistem kontrol pada robot dapat dilihat pada Gambar 26 dan Diagram Alir Pemograman dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 26. Rancangan Sistem Kontrol Pada Robot

1. Sensor

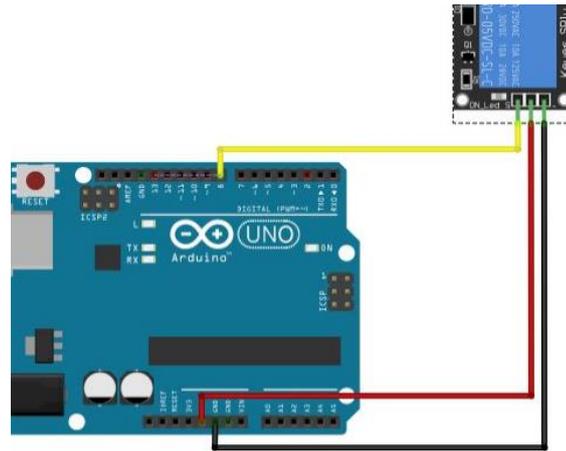
Sensor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *soil moisture sensor*. *Sensor soil moisture* akan memberikan output yaitu informasi dalam bentuk sinyal digital yang dikirimkan ke *LCD* dan aplikasi *blueterm*. Nilai pembacaan sensor akan disalurkan ke *relay* sebagai *output* perintah. Seluruh komponen harus bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya agar sistem dapat menjalankan sesuai dengan perintah. Skema *soil moisture sensor* dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 27. Skema *Soil Moisture Sensor*

2. Relay

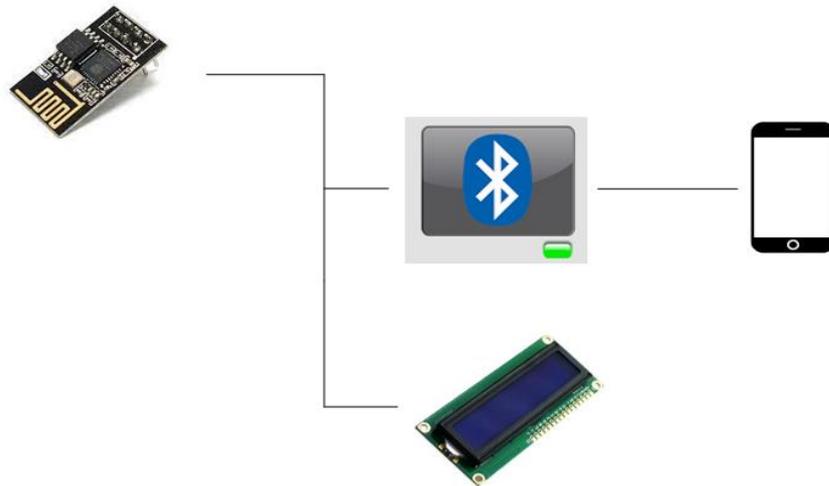
Relay berfungsi sebagai objek perintah untuk *output* dari sensor. *Relay* akan disambungkan dengan pompa air pada bak untuk mengangkat air pada bak melalui pompa air dan sebagai penggerak pada motor servo. Skema *relay* dapat dilihat pada Gambar 25.



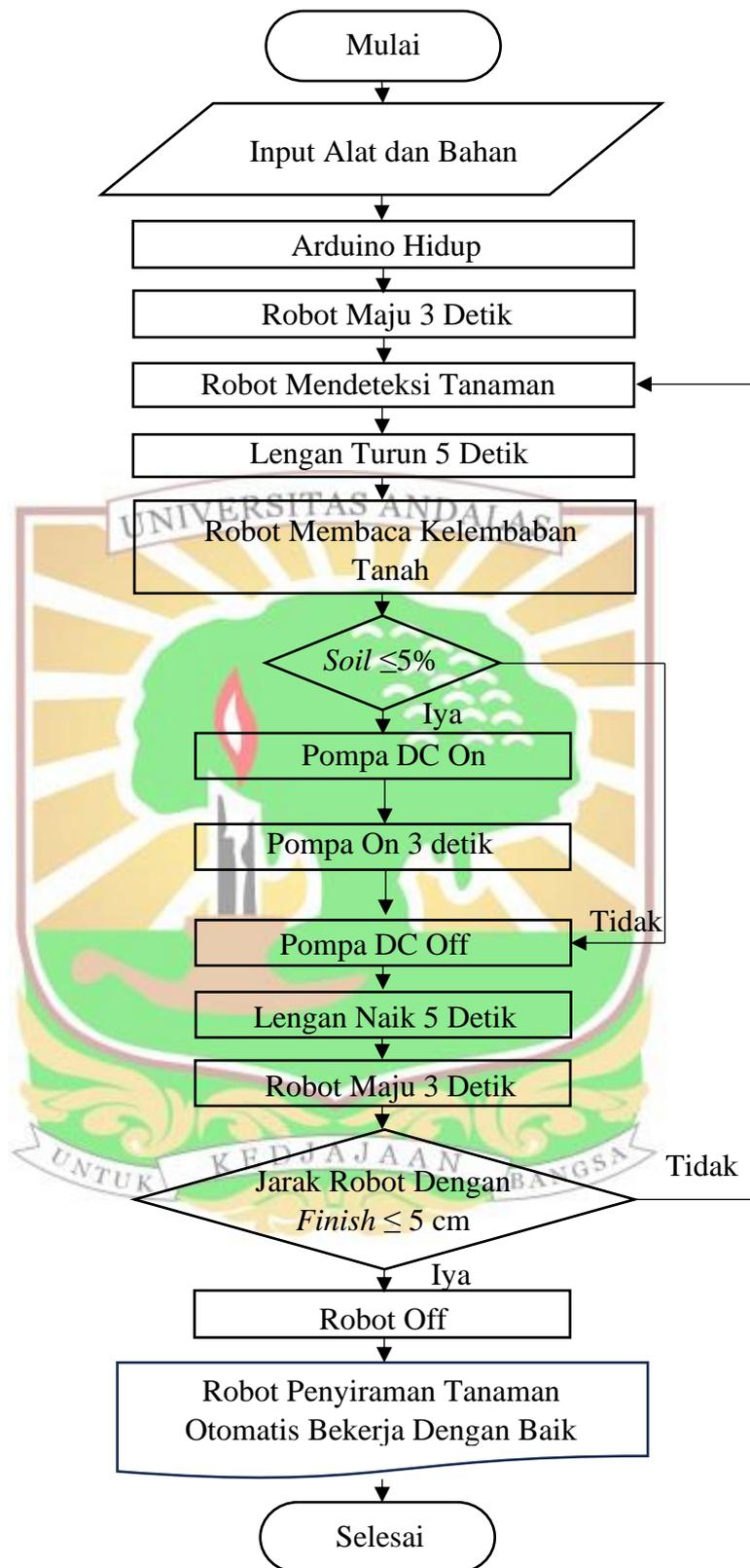
Gambar 28. Skema Relay

3. Aplikasi *Blueterm*

Nilai data hasil pembacaan *soil moisture sensor* dan sistem kontrol membutuhkan media visualisasi dan kontrol kerja sensor. Pada penelitian ini untuk memonitoring dan kontrol sistem dihubungkan dengan lcd dan aplikasi *blueterm* pada *smartphone*. Skema rangkaian modul *wi-fi* ke *lcd* dan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 29. Skema Mikrokontroler dengan *Lcd* dan Aplikasi *Blueterm*



Gambar 30. Diagram Alir Pemograman

3.4.2 Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol dan Kerangka Robot

Pembuatan rangkaian sistem kontrol dan kerangka robot untuk robot penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Uno terdiri dari : 1) kalibrasi sensor, 2) menghubungkan mikrokontroler robot ke aplikasi *blueterm*, 3) pengamatan pada aspek tanaman terung, 4) perhitungan perintah 3 detik.

Tabel 3. Perhitungan Beban Robot

No	Komponen	Bahan	Ukuran (cm)	Massa (g)
1	Lengan	Akrilik	20 x 3	30
2	<i>Housing Box</i>	Plastik	12 x 6	200
3	Bak Air dan isi	Plasik	15 x 15	1000,8
4	Akrilik	Akrilik	30 x 20	155
Total Berat				1385,8

3.4.2.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor dilakukan setelah rangkaian sistem kontrol secara keseluruhan sudah dirakit. Kalibrasi sensor bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor membaca nilai dengan tepat. Kalibrasi sensor pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu kalibrasi sensor *soil moisture* dan kalibrasi sensor ultrasonik. Kalibrasi sensor *soil moisture* dilakukan untuk mengetahui nilai kelembaban pada sensor dan alat ukur *moisture* meter sehingga dapat membandingkan hasil dari alat ukur dan sensor. Kalibrasi sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui jarak akhir dari lintasan dan ketepatan dalam pembacaan sensor. Data hasil kalibrasi sensor diharapkan mendekati 1. Hal ini maka menunjukkan kesalahan rata-rata yang sangat kecil. Apabila hasil kalibrasi sensor menghasilkan angka kesalahan yang tinggi maka harus diulang pemograman kembali.

3.4.2.2 Menghubungkan Mikrokontroler Robot ke Aplikasi *Blueterm*

Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke aplikasi *Blueterm*. *Blueterm* adalah platform untuk aplikasi *OS Mobile* yang bertujuan untuk kendali modul arduino uno tanpa menggunakan internet atau melalui *bluetooth*.

3.5 Pengujian Program Robot Penyiraman Tanaman Otomatis

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Kapasitas teoritis robot
2. Kapasitas efektif robot
3. Efisiensi
4. Ketepatan sensor kelembaban
5. Pengujian keakuratan jarak lengan
6. Pengujian kesalahan pemberhentian robot

3.5.1 Kapasitas Kerja Teoritis

Perhitungan kapasitas teoritis dilakukan dengan mengukur waktu penyiraman yang dilakukan oleh robot untuk satu kali penyiraman. Dimana perhitungan kapasitas teoritis dapat menggunakan persamaan berikut Mishra *et al.* (2023):

$$KT = \frac{(v \times t_1 \times l) / 10000}{t_1 + t_2} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

KT : Kapasitas Teoritis (ha/jam)

V : kecepatan robot (m/jam)

t₁ : waktu yang diperlukan robot dari satu tanaman ke tanaman berikutnya (jam)

t₂ : waktu penyiraman untuk satu kali penyiraman (jam)

l : lebar lahan (m)

3.5.2 Kapasitas Kerja Efektif

Perhitungan kapasitas efektif dilakukan dengan mengukur waktu penyiraman yang dilakukan oleh robot untuk satuan luas tanam. Dimana perhitungan kapasitas efektif dapat menggunakan persamaan berikut Mishra *et al.* (2023):

$$KE = \frac{(P \times L) / 10000}{t} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

KE : Kapasitas efektif (ha/jam)

P : Panjang lahan (m)

L : Lebar lahan (m)

t : Waktu penyiraman

3.5.3 Efisiensi

Efisiensi dapat dihitung dengan melakukan perbandingan antara kapasitas efektif dengan kapasitas teoritis atau dengan menggunakan persamaan Mishra *et al.* (2023):

$$E = \frac{KE}{KT} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

E : Efisiensi (%)

3.5.4 Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian sensor dilakukan untuk melihat nilai hasil berdasarkan pembacaan alat ukur dan pembacaan sensor. Menurut Imawan Putra *et al.* (2022), Pembacaan hasil diharapkan mempunyai nilai yang mendekati 1 sehingga dapat diartikan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik. Semakin dekat nilai hasil pada alat ukur dengan pembacaan sensor maka keakuratan pembacaan sensor semakin tinggi. Ketepatan pembacaan sensor dapat dilihat pada Persamaan 4 (Santosa *et al.*, 2022).

$$\text{Ketepatan} = 100\% - \left(\frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

3.5.5 Pengujian Keakuratan Sensor Jarak

Pengujian keakuratan jarak lengan robot dilakukan agar mengetahui persentase ketepatan lengan dalam melakukan penyiraman ke tanah dan tanaman terung. Perhitungan keakuratan sensor dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

3.5.6 Pengujian Kesalahan Pemberhentian Robot

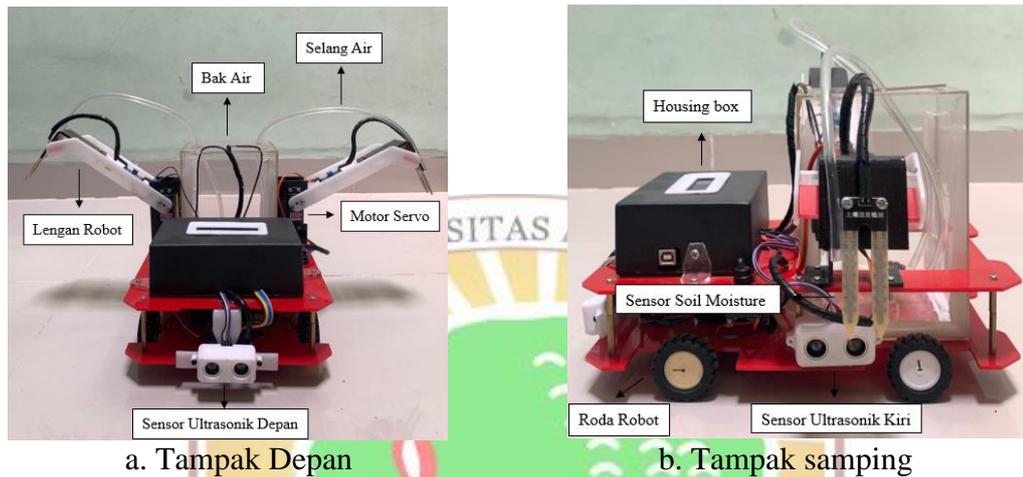
Pengujian kesalahan pemberhentian robot ini dilakukan agar mengetahui nilai kesalahan yang diperoleh saat proses pembacaan jarak oleh sensor. Menurut Irmansyah *et al.* (2018), Kesalahan pemberhentian robot dapat dilihat pada Persamaan 5.

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Akumulasi nilai kesalahan}}{\text{Jumlah percobaan}} \dots\dots\dots(5)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan

Rancangan struktural robot ini terdiri dari beberapa komponen penting, yaitu: *housing box*, selang, bak air, lengan robot, sistem kontrol, serta roda seperti yang terlihat pada Gambar 31.



a. Tampak Depan

b. Tampak samping

Gambar 31. Robot Penyiram Otomatis

Robot penyiraman tanaman ini beroperasi dengan sistem kontrol yang diatur oleh mikrokontroler Arduino Uno. Proses kerja robot dimulai dengan inialisasi sistem, di mana Arduino Uno menghidupkan robot dan mengontrol gerakan maju. Robot akan berhenti ketika sensor jarak ultrasonik mendeteksi tanaman, dan lengan robot (lengan kiri dan lengan kanan) akan turun untuk memeriksa kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture*. Jika kelembaban tanah kurang dari 5%, relay akan mengaktifkan pompa air untuk menyiram tanaman selama 3 detik. Setelah pompa mati, lengan robot akan kembali naik, dan robot akan melanjutkan pergerakan menuju tanaman berikutnya. Robot akan melakukan siklus ini hingga sensor jarak mendeteksi batas area penyiraman. Dari pengujian yang dilakukan, robot bekerja sesuai dengan rancangan dan berhasil menyiram tanaman yang memiliki kadar air kurang dari 5%. Dalam melakukan perancangan alat juga dilakukan.

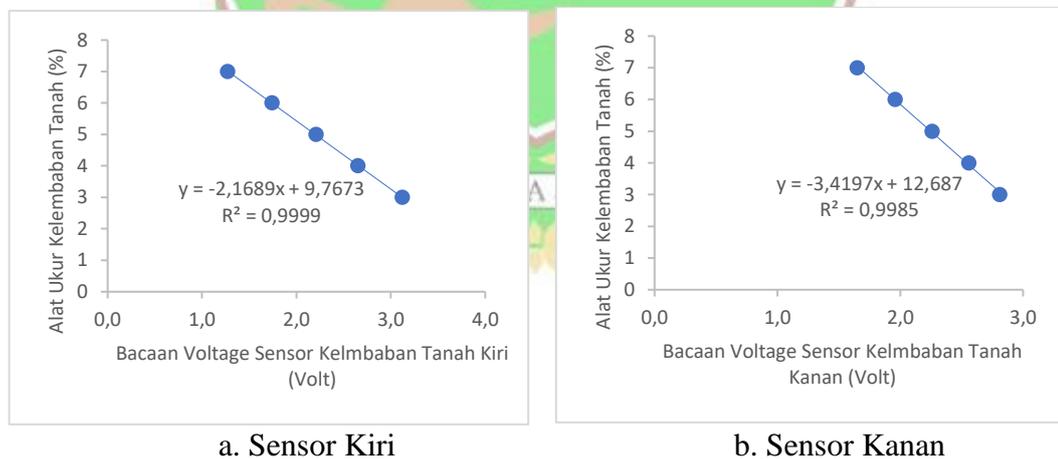
4.1.1 Hasil Rancangan Struktural

Robot penyiraman tanaman otomatis ini dirancang dengan kerangka utama yang kokoh untuk memastikan stabilitas saat bergerak di medan pertanian. Rangkaian roda dilengkapi dengan motor DC yang mampu memberikan kecepatan

gerak hingga 810 meter per jam, memungkinkan robot untuk menavigasi lahan dengan efisiensi tinggi. Sistem penggerak menggunakan motor DC yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler ini bertindak sebagai otak dari robot, mengendalikan semua operasi berdasarkan input dari berbagai sensor. Arduino Uno menginisialisasi sistem dan mengatur pergerakan robot maju dan berhenti berdasarkan data yang diterima dari sensor jarak ultrasonik dan sensor kelembaban tanah.

4.1.2 Sensor *Soil Moisture*

Pada robot dipasang sebanyak 2 unit sensor *soil moisture* pada bagian ujung lengan robot untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah. Sensor ini digunakan untuk mengukur kadar kelembaban tanah di sekitar tanaman. Dengan ketepatan pembacaan rata-rata 90,4% pada sisi kiri dan 91,16% pada sisi kanan, sensor ini memastikan bahwa penyiraman dilakukan hanya ketika kelembaban tanah kurang dari 5%, sehingga menghindari penyiraman terhadap tanaman yang telah memiliki kadar air tanah yang mencukupi. Pada sensor ini diperlukan kalibrasi untuk menentukan nilai atau persamaan yang diperlukan dalam membangun model yang dimasukkan ke dalam sistem (Arduino uno). Berikut adalah hasil kalibrasi dari sensor *soil moisture* yang terlihat pada Gambar 32.



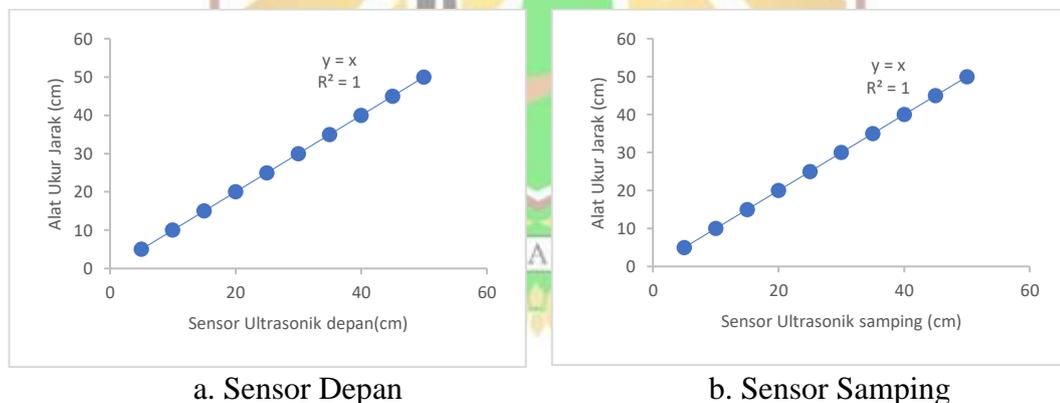
Gambar 32. Kalibrasi Sensor *Soil Moisture*

Dari Gambar 32 terlihat bahwa pada sensor *soil moisture* kiri dan kanan secara berurut memiliki nilai faktor kalibrasi sebesar -2,166 dan -3,4272 dengan nilai konstanta dari masing-masing sensor sebesar 9,758 untuk sensor *soil moisture* sebelah kiri dan 12,698 untuk sensor *soil moisture* sebelah kanan. Nilai R^2 kedua

sensor ini memiliki nilai sebesar 0,99 atau sangat mendekati 1, hal ini menandakan bahwa data kalibrasi yang digunakan sangat bagus untuk membangun model sehingga dengan menggunakan persamaan yang didapatkan dalam melakukan pemograman dari alat ukur kelembaban tanah ini didapatkan bacaan yang sangat akurat.

4.1.3 Sensor Jarak (Ultrasonik)

Pada robot ini digunakan dua unit sensor jarak ultrasonik yang terpasang di bagian depan dan samping robot. Sensor jarak depan digunakan untuk mendeteksi batas lahan, memastikan robot berhenti tepat saat mencapai batas dari lahan. Sensor jarak samping digunakan untuk mendeteksi keberadaan tanaman di sekitarnya. Sensor ini juga menunjukkan ketepatan pembacaan 100%, yang berarti robot dapat mendeteksi tanaman dengan akurasi sempurna dan melakukan penyiraman pada posisi yang tepat. Pada penggunaan dari sensor jarak ini dibutuhkan kalibrasi agar mengetahui keakuratan bacaan sensor ultrasonik. Kalibrasi dari sensor digunakan 10 variasi jarak dibandingkan dengan bacaan yang didapatkan oleh sensor ultrasonik. Hasil kalibrasi sensor jarak depan dan samping dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 33. Kalibrasi Sensor Jarak

Pengukuran kalibrasi dilakukan dengan cara meletakkan penggaris tepat di sebelah sensor. Berdasarkan pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 33 bahwa didapatkan hasil nilai R^2 yaitu 1 yang artinya nilai pengukuran sensor sangat akurat. Dimana nilai bacaan dari sensor sama dengan nilai bacaan jarak sebenarnya.

4.1.4 Lengan Robot dan Pompa Air

Lengan robot pada sistem penyiraman tanaman otomatis ini dirancang untuk melakukan gerakan naik dan turun yang presisi, memungkinkan penyiraman dilakukan tepat di sekitar tanaman. Lengan ini terbuat dari bahan yang ringan namun kuat, yaitu akrilik. Dengan bahan ini robot dapat memastikan kestabilan dan daya tahan selama operasi. Mekanisme penggerak lengan dikendalikan oleh motor servo yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno. Motor servo ini memungkinkan gerakan yang halus dan terkontrol, sehingga lengan dapat turun dengan tepat ketika sensor jarak samping mendeteksi adanya tanaman dan kembali naik setelah proses penyiraman selesai.

Pompa air adalah komponen vital dalam sistem penyiraman ini, yang diaktifkan oleh *relay* berdasarkan *input* dari sensor kelembaban tanah. Ketika sensor mendeteksi bahwa kelembaban tanah kurang dari 5%, *relay* mengaktifkan pompa air untuk menyiram tanaman selama 3 detik. Pompa air ini dirancang untuk memberikan aliran air yang cukup kuat namun terkontrol, memastikan air mencapai akar tanaman tanpa menyebabkan erosi atau kerusakan pada tanah. Banyaknya air yang dikeluarkan oleh robot selama 3 detik untuk satu tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Air yang Dikeluarkan Pompa

Ulangan	Waktu (detik)	Air yang dikeluarkan (ml)	
		Pompa kiri	Pompa kanan
1	3	45	45
2	3	45	45
3	3	45	45
4	3	45	45
5	3	45	45

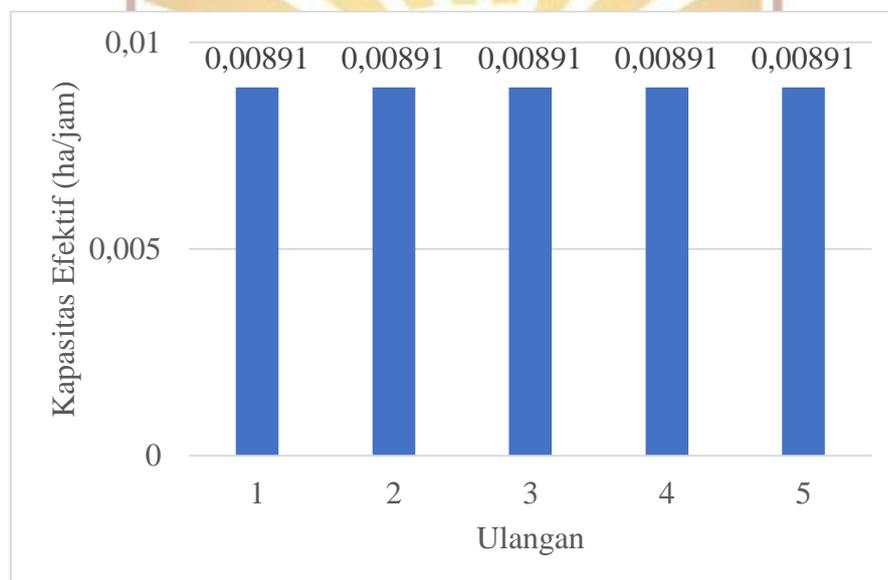
Berdasarkan tabel 4 tersebut dapat diketahui bahwa air yang dikeluarkan oleh robot untuk satu tanaman yang terdeteksi memiliki kadar air kurang dari 5 % rata-rata sebanyak 45 ml. Jumlah air ini cukup untuk meningkatkan kelembaban dari tanah yang terdeteksi memiliki kadar air kurang dari 5 % . Sehingga kadar air tanah untuk tanaman dapat terpenuhi.

4.2 Pengujian Robot

Pengujian robot penyiram dilakukan untuk tujuan mengetahui kapasitas robot, tingkat efisien, dan mengetahui kesalahan pembacaan oleh sensor-sensor yang digunakan. Hasil pengujian robot penyiram dapat dilihat pada pembahasan berikut :

4.2.1 Kapasitas Kerja Efektif

Perhitungan kapasitas kerja efektif robot penyiram dilakukan dengan melakukan pengukuran kecepatan gerak robot penyiram, waktu tempuh robot ke titik penyiraman, dan waktu yang diperlukan untuk satu kali penyiraman mulai dari lengan robot turun hingga lengan robot naik kembali. Kapasitas kerja efektif dari robot penyiram dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 34. Kapasitas Kerja Efektif

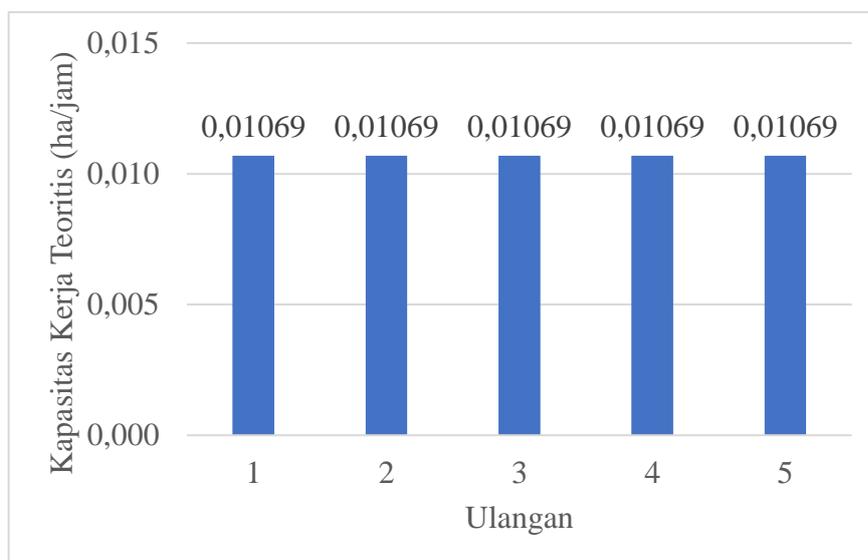
Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, diperoleh data kapasitas kerja efektif robot penyiram sebesar 0,00891 ha/jam. Kapasitas ini dihitung dengan mempertimbangkan kecepatan gerak robot dan waktu operasional yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus penyiraman.

Dengan kapasitas efektif sebesar 0,00891 ha/jam, robot penyiram menunjukkan potensi yang baik dalam menggantikan metode penyiraman manual. Robot ini dapat menyiram tanaman secara otomatis dengan kecepatan dan efisiensi yang konsisten, menghemat waktu dan tenaga petani. Selain itu, penggunaan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kelembaban tanah memastikan bahwa tanaman

menerima air di saat yang tepat, yang pada akhirnya membantu meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman.

4.2.2 Kapasitas Kerja Teoritis

Perhitungan kapasitas kerja teoritis robot penyiram dilakukan dengan menggunakan pengukuran kecepatan gerakan robot dan waktu penyiraman robot mulai dari lengan robot turun untuk mengukur kelembaban tanah hingga lengan robot kembali naik ke posisi semula. Hasil perhitungan kapasitas kerja teoritis robot dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. Kapasitas Kerja Teoritis

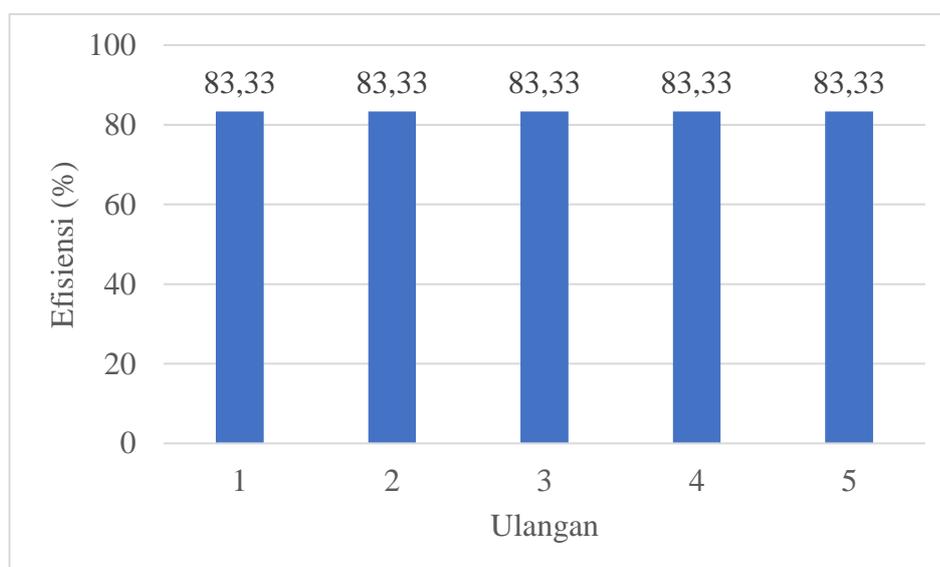
Berdasarkan data yang diperoleh, robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno menunjukkan performa yang konsisten dalam menjalankan tugas penyiraman. Waktu yang dibutuhkan untuk setiap siklus penyiraman seperti yang terlihat pada lampiran 10, saat lengan robot turun hingga kembali naik membutuhkan waktu sekitar 0,0022 jam, atau sekitar 8 detik. Kecepatan gerak robot mencapai 810 meter per jam, yang menunjukkan bahwa robot ini mampu bergerak dengan cepat di area lahan.

Dalam hal kapasitas kerja teoritis, robot ini mampu menyiram tanaman di lahan seluas 0,01069 ha/jam. Ini berarti dalam satu jam operasi, robot ini dapat menjangkau hampir 0,011 hektar lahan, dengan asumsi penyiraman dilakukan secara terus menerus tanpa hambatan. Kapasitas ini mencerminkan kemampuan robot dalam melakukan penyiraman secara efisien dan tepat waktu, yang penting untuk memastikan tanaman mendapatkan jumlah air yang cukup, terutama pada

lahan pertanian yang luas. Dengan kemampuan kapasitas kerja teoritis ini, robot memberikan solusi otomatis dan efektif untuk penyiraman tanaman, yang tidak hanya menghemat waktu tetapi juga memastikan distribusi air yang merata.

4.2.3 Efisiensi

Efisiensi robot dihitung agar mengetahui tingkat kemampuan dari robot penyiram saat sudah diterapkan di lahan. Perhitungan efisiensi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara kapasitas kerja efektif dengan kapasitas kerja teoritis. Hasil perhitungan efisiensi robot penyiram dapat dilihat pada Gambar 36.



Gambar 36. Efisiensi

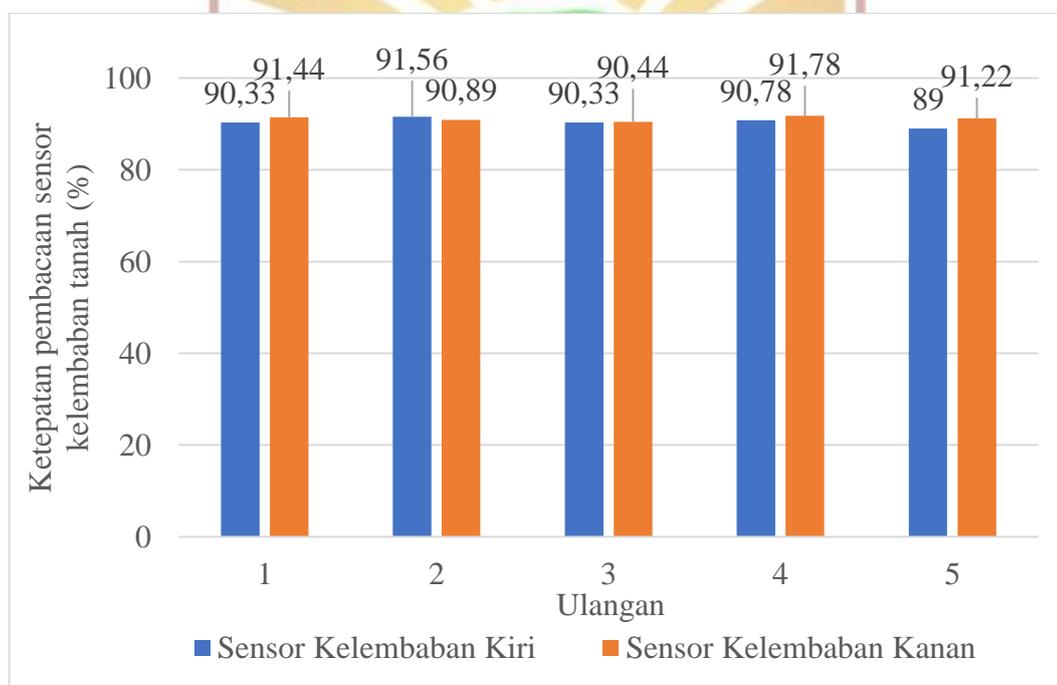
Berdasarkan Gambar 36 terlihat bahwa efisiensi robot dihitung dengan membandingkan kapasitas efektif terhadap kapasitas teoritis, menghasilkan efisiensi sebesar 83,33%. Ini berarti bahwa robot bekerja pada 83,33% dari kapasitas teoritis maksimalnya dalam kondisi operasi nyata. Angka ini mencerminkan bahwa robot mampu menyiram lahan dengan efisiensi tinggi, meskipun ada faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi kinerjanya seperti kondisi lapangan, gangguan teknis, atau penyesuaian dalam pengoperasian.

Efisiensi sebesar 83,33% menunjukkan bahwa robot ini memiliki performa yang sangat baik dalam melakukan tugas penyiraman tanaman secara otomatis. Efisiensi tinggi ini penting untuk memastikan bahwa waktu dan sumber daya yang digunakan untuk operasi robot dapat dimaksimalkan, sehingga mendukung produktivitas dan efektivitas dalam kegiatan pertanian. Dengan demikian, robot

penyiraman tanaman otomatis ini merupakan solusi yang andal dan efisien untuk meningkatkan praktik penyiraman di lahan pertanian.

4.2.4 Pengujian Sensor *Soil Moisture*

Pengujian pembacaan sensor dilakukan untuk mengetahui ketepatan pembacaan yang dilakukan oleh sensor *soil moisture* atau kelembaban tanah yang terpasang pada bagian lengan robot. Pengujian sensor kelembaban tanah ini dilakukan dengan membandingkan kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor kelembaban tanah dengan alat ukur kelembaban tanah. Pengujian ini penting untuk dilakukan agar tidak terjadinya kesalahan pembacaan kondisi tanah yang akan berimbas kepada tumbuhan. Hasil pengukuran dari pengujian sensor *soil moisture* dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 37. Pengujian Sensor *Soil Moisture*

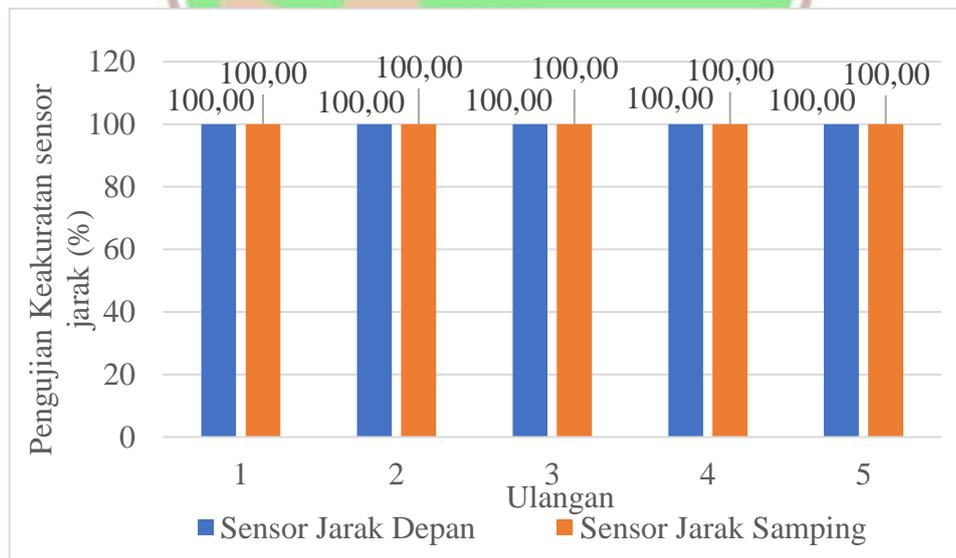
Berdasarkan Gambar 37 terlihat bahwa sensor kelembaban tanah memiliki tingkat ketepatan pembacaan yang tinggi pada kedua sisi (kiri dan kanan). Pada lima kali ulangan pengujian, sensor kelembaban kiri menunjukkan rata-rata ketepatan pembacaan sebesar 90,4%, sementara sensor kelembaban kanan menunjukkan rata-rata ketepatan pembacaan sebesar 91,16% hasil rata-rata ketepatan pembacaan sensor dapat dilihat pada Lampiran 12.

Secara rinci, ketepatan pembacaan sensor kelembaban kiri berkisar antara 89% hingga 91,56%, sedangkan sensor kelembaban kanan berkisar antara 90,44% hingga 91,78%. Nilai rata-rata yang tinggi dan kisaran yang sempit ini menunjukkan konsistensi dan akurasi sensor dalam mengukur kelembaban tanah.

Ketepatan pembacaan yang tinggi ini sangat penting untuk memastikan bahwa penyiraman dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan tanaman. Dengan sensor kelembaban yang akurat, robot dapat mendeteksi kondisi tanah secara efektif dan mengambil tindakan penyiraman yang tepat, menghindari penyiraman yang berlebihan atau kurang. Ini tidak hanya mendukung pertumbuhan optimal tanaman tetapi juga membantu dalam konservasi air, menjadikan robot ini sebagai alat yang efisien dan ramah lingkungan untuk aplikasi pertanian.

4.2.5 Pengujian Keakuratan Sensor Jarak

Pengujian keakuratan sensor jarak untuk menghindari kesalahan robot dalam membaca letak dari tanaman (ada atau tidak tanaman yang terdeteksi) serta untuk menghindari robot yang terus berjalan saat sudah mencapai batas dari lahan. Pengujian sensor jarak dilakukan dengan membandingkan bacaan dari sensor jarak dengan alat ukur jarak. Hasil perhitungan dari pengujian keakuratan sensor jarak dapat dilihat pada Gambar 38.



Gambar 38. Pengujian Keakuratan Sensor Jarak

Berdasarkan Gambar 38 terlihat bahwa sensor jarak depan dan sensor jarak samping menunjukkan tingkat ketepatan pembacaan yang sempurna. Pada lima kali ulangan pengujian, baik sensor jarak depan maupun sensor jarak samping mencatat

ketepatan pembacaan sebesar 100% dalam semua ulangan. Hal ini menandakan bahwa sistem deteksi jarak bekerja dengan sangat akurat dan konsisten.

Ketepatan pembacaan yang sempurna sangat penting untuk fungsi keseluruhan robot. Sensor jarak depan yang akurat memastikan robot berhenti tepat pada batas yang ditentukan, menghindari kerusakan atau penyiraman di area yang tidak diinginkan. Begitu juga dengan sensor jarak samping yang akurat, robot dapat mendeteksi keberadaan tanaman dengan tepat sehingga penyiraman dilakukan pada posisi yang benar. Dengan ketepatan pembacaan yang mencapai 100%, robot ini menunjukkan kehandalan yang tinggi dalam operasi otomatisnya. Akurasi sempurna dari sensor jarak depan dan samping memastikan bahwa robot dapat berfungsi secara optimal.

4.2.6 Pengujian Kesalahan Pemberhentian Robot

Pengujian kesalahan pemberhentian robot dilakukan untuk meminimalisir robot yang terus bergerak melewati atau menabrak batas dari lahan. Pengujian dilakukan dengan melihat apakah robot berhenti saat terdapat pembatas di depannya atau malah tetap bergerak maju. Hasil pengujian dari kesalahan pemberhentian robot dapat dilihat pada Tabel 5.

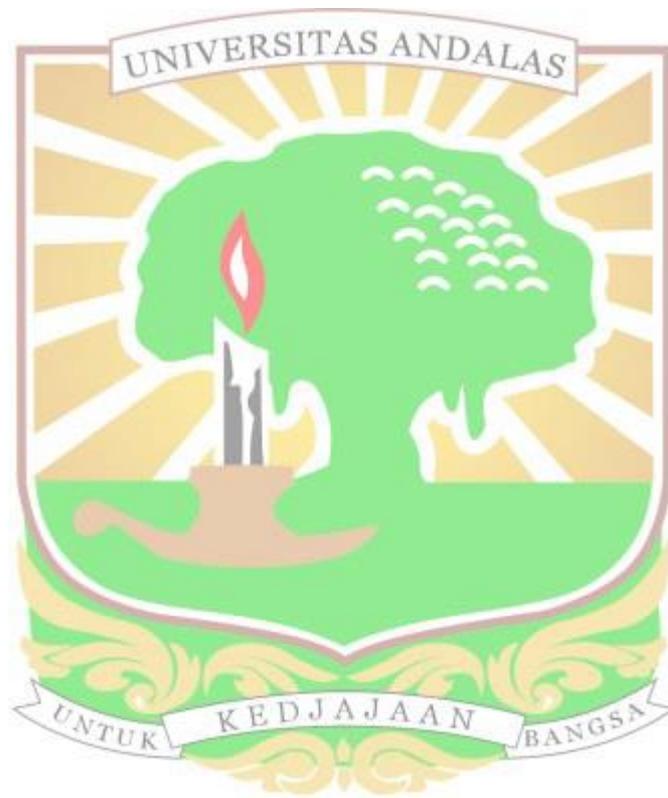
Tabel 5. Kesalahan Pemberhentian Robot

Ulangan	Berhenti / Tidak Berhenti
1	Berhenti
2	Berhenti
3	Berhenti
4	Berhenti
5	Berhenti
6	Berhenti
7	Berhenti
8	Berhenti
9	Berhenti
10	Berhenti
<hr/>	
Rata-rata <i>error</i>	0

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa pemberhentian robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno, terlihat bahwa robot menunjukkan performa yang sangat andal dalam mendeteksi batas dan berhenti sesuai dengan instruksi yang diberikan. Pada sepuluh kali ulangan pengujian, robot berhasil berhenti pada batas yang ditentukan setiap kali, tanpa sekali pun gagal.

Rata-rata *error* dalam pengujian ini adalah 0, yang berarti tidak ada kesalahan dalam proses pemberhentian robot. Keberhasilan 100% dalam berhenti menunjukkan bahwa sensor jarak depan berfungsi dengan sangat baik dan mampu mendeteksi batas lahan secara akurat setiap kali.

Ketepatan pemberhentian ini sangat penting untuk memastikan bahwa robot beroperasi dalam batasan yang ditetapkan, menghindari potensi kerusakan pada sistem atau lingkungan sekitar. Ini juga menunjukkan keunggulan keseluruhan dari sistem sensor dan kontrol pada robot, memberikan keyakinan bahwa robot dapat beroperasi dengan efisien dan aman di lapangan.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang dilakukan pada robot penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Uno, dapat disimpulkan bahwa perancangan *hardware* dan *software* pada robot penyiraman ini berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik untuk tujuan penyiraman tanaman secara otomatis. Robot ini terdiri dari berbagai komponen penting, termasuk kerangka, roda, lengan robot, sensor *soil moisture*, sensor jarak (ultrasonik), dan pompa air. Pengujian kinerja robot penyiraman tanaman otomatis menunjukkan bahwa robot dapat menyiram tanaman dengan efektif berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang terdeteksi, dan beroperasi secara efisien dengan kapasitas teoritis mencapai 0,01069 ha/jam dan kapasitas efektif sebesar 0,00891 ha/jam, menghasilkan efisiensi 83,33%.

Sensor *soil moisture* menunjukkan ketepatan pembacaan yang tinggi dengan rata-rata akurasi sebesar 90,4% untuk sensor kiri dan 91,16% untuk sensor kanan, yang menjamin penyiraman dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan tanaman. Sensor jarak ultrasonik, baik di bagian depan maupun samping, menunjukkan akurasi 100% dalam mendeteksi batas lahan dan keberadaan tanaman, menjamin robot berfungsi sesuai dengan rancangan. Selain itu, robot menunjukkan performa yang sangat andal dalam pemberhentian otomatis dengan rata-rata *error* sebesar 0, menandakan tidak ada kesalahan dalam proses pemberhentian.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan peningkatan dan pengembangan lebih lanjut dari robot penyiram tanaman otomatis ini, maka penulis memiliki saran sebagai berikut :

1. Robot dapat mengatur jumlah air yang dikeluarkan sesuai dengan kebutuhan atau kondisi tanah yang terbaca.
2. Mempercepat kecepatan robot atau debit air yang dikeluarkan oleh pompa agar kecepatan menyiram tanaman lebih meningkat.
3. Meningkatkan robot untuk dapat memberikan informasi secara *real-time* mengenai kondisi tanah yang disiram dan jumlah air yang tersedia di tangki penyiraman.

4. Mengembangkan robot untuk dapat bekerja di lahan yang sebenarnya atau bukan hanya bergerak lurus ke depan.



DAFTAR PUSTAKA

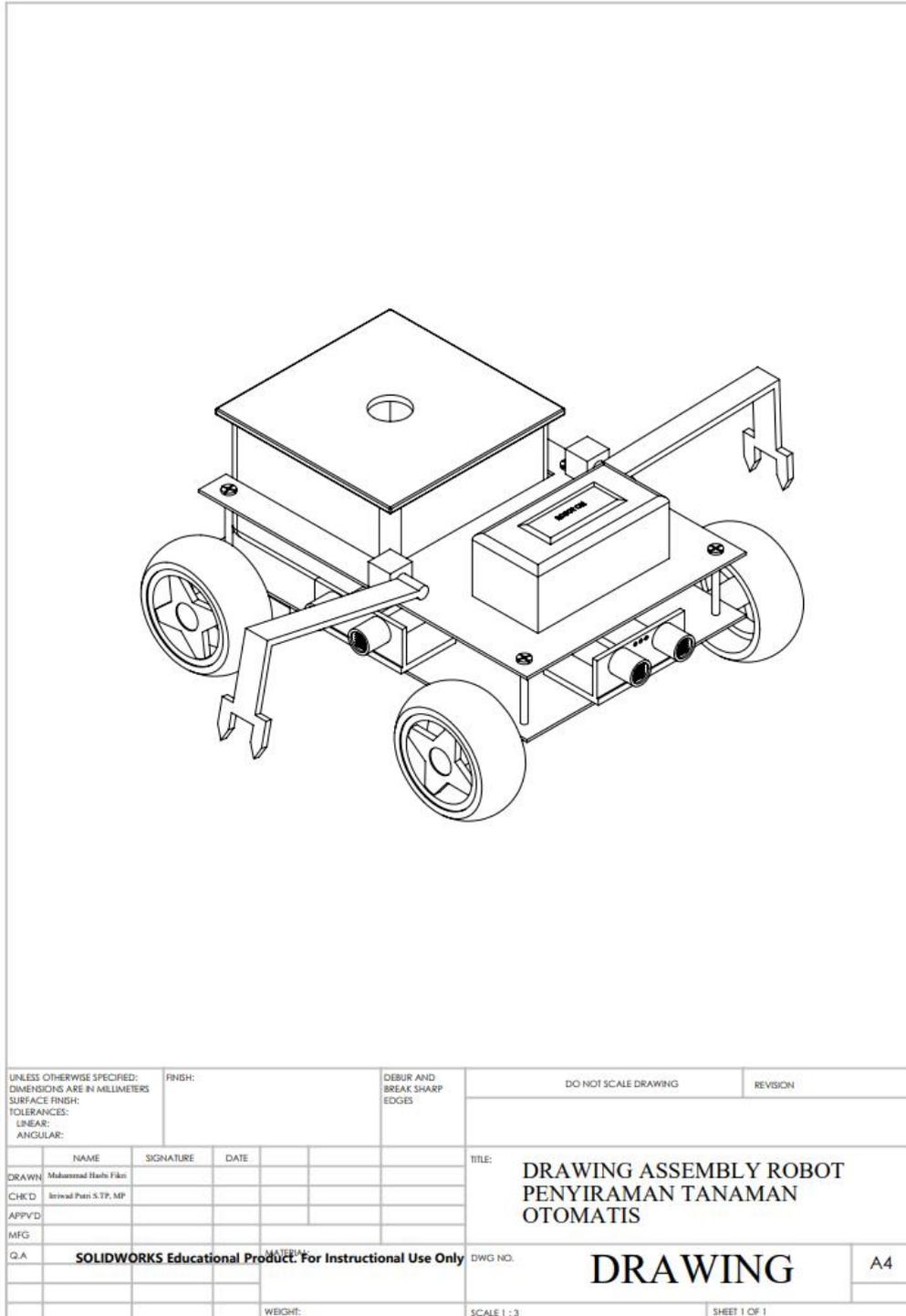
- Adie, U. 2019. *Science Direct Development of an autonomous mobile 2019) plant irrigation robot for semi structured environment Development of an plant irrigation for P b , Daniyan I. A c ., mobile J. O robot. 00.*
- Alvera Prihatini Dewi Nazari, Susylowati, & Silvy Eka Putri. 2023. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Kulit Pisang. *Jurnal Agroekoteknologi TropikaLembab*, 5(1), 92–999.
- Andri Wibowo, Much. Sobri Sungkar, A. M. H. 2019. Rancang Bangun Alat Penyiraman Tanaman Bawang Otomatis Berbasis Arduino Uno. Tegal : Politeknik Harapan Bersama.
- Anugrah, E., Hasbi, M., & Lukman, M. P. 2021. Penerapan Sistem Monitoring Dan Kendali Pintar Untuk Tanaman Terung Berbasis Internet of Things Dengan Metode Penyiraman Irigasi Tetes. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 4(2), 204–212.
- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana. 2021. Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7.
- Aryandhanu, S. H., Setyawan, Y. A., Sipil, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. 2015. Analisa kinerja kendaraan berat pada turunan ruas jalan perintis kemerdekaan semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4, 487–496.
- Cimino, A., Gnoni, G., & Longo, F. 2023. *ScienceDirect ScienceDirect Human Robot Collaboration in Industry 4 . 0 : a literature review.*
- Dahlan, B. Bin. 2017. Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 282–289.
- Dewantara, Y., Setyawan, G. E., & Prasetyo, B. H. 2018. Perhitungan Kapasitas Baterai dan Arus Komponen pada Ar.Drone Quadcopter untuk Estimasi Waktu dan Jarak Terbang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(9), 3146–3152.
- Ghafar, A. S. A., Hajjaj, S. S. H., Gsangaya, K. R., Sultan, M. T. H., Mail, M. F., & Hua, L. S. 2023. Design and development of a robot for spraying fertilizers and pesticides for agriculture. *Materials Today: Proceedings*, 81(xxxx), 242–248.
- Heranda, A. I. 2016. Prototipe Alat Bantu Parkir Mobil Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Arduino Uno. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga .69 hal.
- Husdi, H. 2018. Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243.
- Imawan Putra, R., Husada, M. G., & Nana hermawan, A. 2022. Pengukuran dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan. X(X).

- Irmansyah, M., Junaldi, J., & Surya, A. B. 2018. Prototype Pintu Air Berbasis Android dan Mikrokontroler Menggunakan Bluetooth. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 10(1), 1–5.
- Jaya, H. 2016. Desain dan Implementasi Sistem robotika Berbasis Mikrokontroler. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi. 309 hal.
- Konfo, T. R. C., Djouhou, F. M. C., Hounhouigan, M. H., Dahouenon-Ahoussi, E., Avlessi, F., & Sohounhloue, C. K. D. 2023. Recent advances in the use of digital technologies in agri-food processing: A short review. *Applied Food Research*, 3(2).
- Melander, L., & Lingegård, S. 2018. *Is the pace of technology development a threat or opportunity for sustainability the case of remanufactured industrial robots. Procedia CIRP*, 73(May 2018), 247–252.
- Mishra, P. K. *et al.* 2023. Development of Battery Operated Walk Behind Type Sprayer. *The Pharma Innovation Journal*, 12(9): 67-73.
- Nagaraja, H., Aswani, R., & Malik, M. 2012. *Plant Watering Autonomous Mobile Robot. IAES International Journal of Robotics and Automation (IJRA)*, 1(3).
- Nurraharjo, E., Budiarso, Z., & Listiyono, H. 2021. Rekayasa Robot Mobil Dengan Empat Motor Penggerak Menggunakan Metode Pengacakan Delay Time Value Berbasis Arduino. *Jurnal Dinamika Informatika*, 13(1), 36–43.
- Paraforos, D. S., Aube, C., Athanasakos, L., Avgoustakis, I., Baron, S., Bresilla, T., Fountas, S., Hemming, J., Karagiannis, P., Mylonas, N., Nieuwenhuizen, A. T., Garcia, F. R., Pavlenko, T., Scovill, A., Sharipov, G. M., Vidal, J., & Van Evert, F. K. 2022. *Connecting agricultural robots and smart implements by using ISO 11783 communication. IFAC-PapersOnLine*, 55(32), 200–205.
- Pratama, M. K. N., & Setiawan, G. 2021. Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembaban Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(2), 101–108.
- Rachman, F. Z., & Yanti, N. 2016. Robot Penjejak Ruangan Dengan Sensor Ultrasonik Dan Kendali Ganda Melalui Bluetooth. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 114.
- Rahardi, R., Triyanto, D., & Suhardi. 2018. Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sensor Fingerprint, SMS Gateway, Dan GPS Tracker Berbasis Arduino Dengan Interface Website. *Jurnal Coding*, 6(03), 118–127.
- Rajagukguk, F. T. M., Poekoel, V. C., & Putro, M. D. 2018. Implementasi WSN Pada Robot Penyiram Tanaman Otomatis. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(1).
- Ratnawati, R., & Silma, S. 2017. Sistem Kendali Penyiram Tanaman Menggunakan Propeller Berbasis Internet Of Things. *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(2).
- Safrina, M. & L. S. 2021. Perancangan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Modul Wifi Esp 8266. 8.

- Salim, A. I., Saragih, Y., & Hidayat, R. 2020. Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (ELECTRONICS INTEGRATION HELMET WIPER). *Electro Luceat*, 6(2), 236–244.
- Sammons, P. J., Furukawa, T., & Bulgin, A. 2019. *Autonomous Pesticide Spraying Robot for use in a Greenhouse*. August.
- Santosa, et al. 2022. *Rancang Bangun Model Alat Penyiram Otomatis Bibit Kelapa Sawit Berbasis Arduino Uno dan Soil Moisture Sensor*. Uwais Inspirasi Indonesia. Jawa Timur.
- Sukamta, S., Ananta, H., & Aini, M. K. 2018. Studi Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kedung Sipingit Desa Kayupuring Kecamatan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan. *Edu ElektriKa Journal*, 7(1), 27–33.
- Tantowi, D., & Yusuf, K. 2020. Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino. *Jurnal ALGOR*, 1(2), 9–15.
- Winardi, S., Budijanto, A., Susilo, K. E., & Fahrudin, T. M. 2020. Desain Mobile Robot Dengan Kendali Smart Phone Android.
- Yang, Q., Du, X., Wang, Z., Meng, Z., Ma, Z., & Zhang, Q. 2023. A review of core agricultural robot technologies for crop productions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 206(December 2022), 107701.
- YI-, K. Y.-D., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. 2018. Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor. 7(3).
- Yusuf, M., Isnawaty, & Rahmat, R. 2016. Implementasi Robot Line Follower Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Proportional–Integral–Derivative Controller (PID). *SemsnTIK*, 2(1), 111–124.
- Zhang, M., Guo, W., Wang, L., Li, D., Hu, B., & Wu, Q. 2021. Modeling and optimization of watering robot optimal path for ornamental plant care. *Computers and Industrial Engineering*, 157(October 2020).

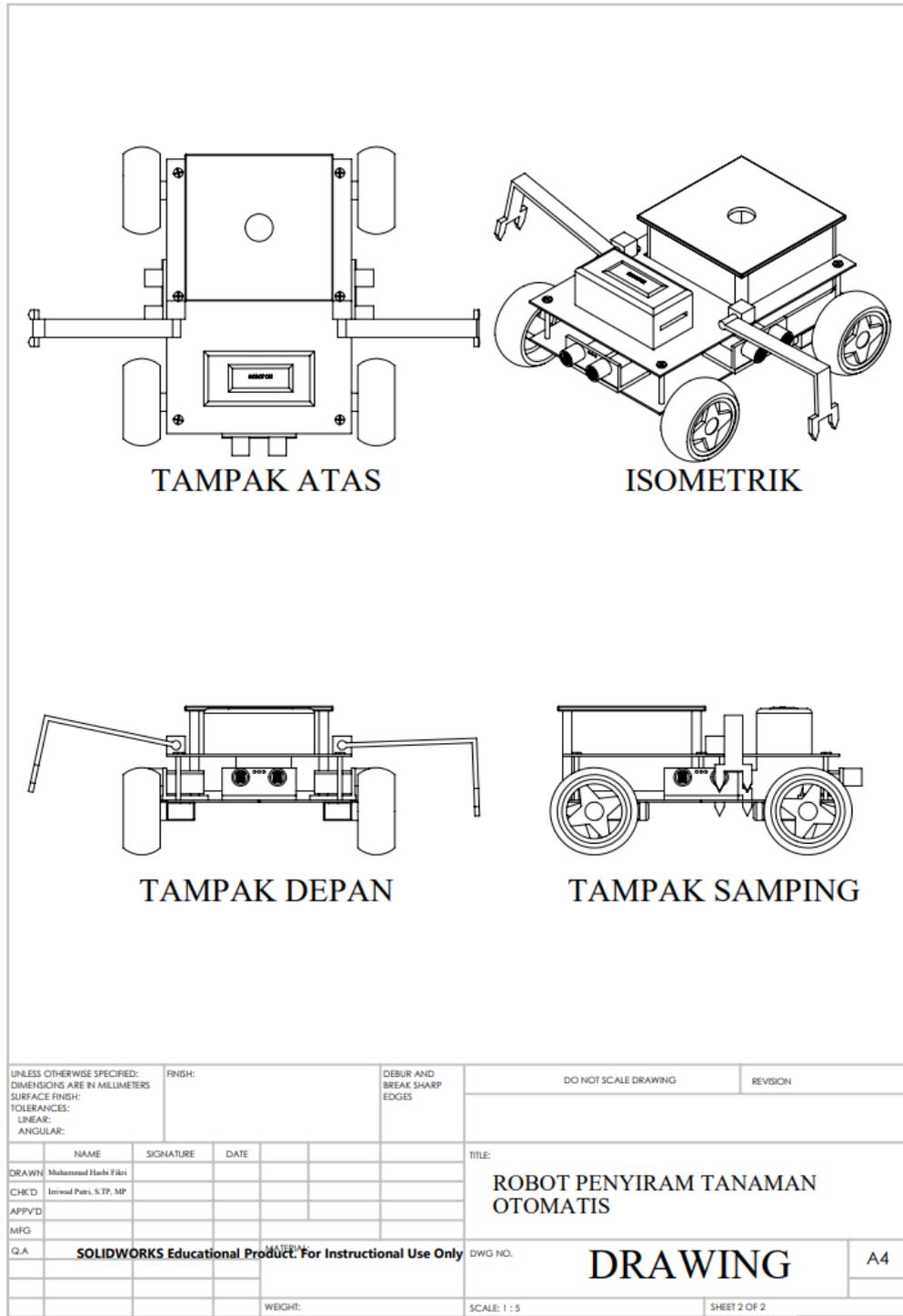
LAMPIRAN

Lampiran 1. *Drawing Assembly Robot Penyiraman Tanaman Otomatis*



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE: DRAWING ASSEMBLY ROBOT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS			
DRAWN	Muhammad Hafid Fikri								
CHK'D	Iriswadi Putri S.TP, MP								
APP'VD									
MFG									
Q.A	SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only					DWG NO.	DRAWING		A4
						WEIGHT:	SCALE 1 : 3	SHEET 1 OF 1	

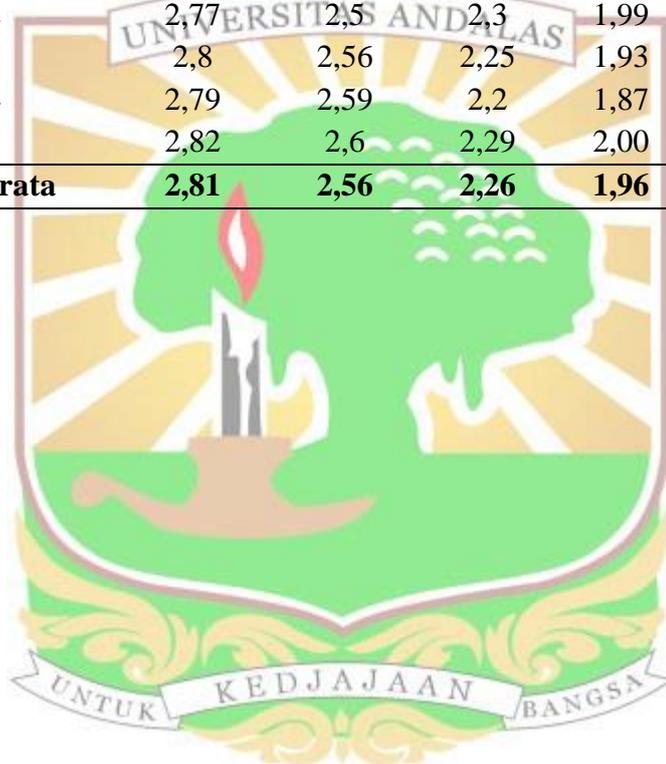
Lampiran 2. Gambar Perspektif Robot Penyiraman Tanaman Otomatis



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE:	
CHKD	Muhammad Hani Fikri				ROBOT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS	
APPVD	Irwand Patra, S.TP, MP				DWG NO.	
MFG					DRAWING	
Q.A					A4	
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only				WEIGHT:	SCALE: 1 : 5	SHEET 2 OF 2

Lampiran 3. Data Kalibrasi Sensor Kelembaban (*Soil Moisture*)

Alat ukur (%)	3	4	5	6	7
Ulangan	Soil Moisture Kiri (Voltage)				
1	3,2	2,6	2,2	1,94	1,28
2	3,04	2,68	2,29	1,55	1,29
3	3,09	2,66	2,21	1,70	1,32
4	3,07	2,62	2,19	1,77	1,25
5	3,2	2,68	2,16	1,74	1,19
Rata-rata	3,12	2,65	2,21	1,74	1,27
Ulangan	Soil Moisture Kanan (Voltage)				
1	2,86	2,53	2,25	2,00	1,64
2	2,77	2,5	2,3	1,99	1,68
3	2,8	2,56	2,25	1,93	1,65
4	2,79	2,59	2,2	1,87	1,6
5	2,82	2,6	2,29	2,00	1,68
Rata-rata	2,81	2,56	2,26	1,96	1,65



Lampiran 4. Coding Utama Robot Penyiraman Tanaman

```

#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

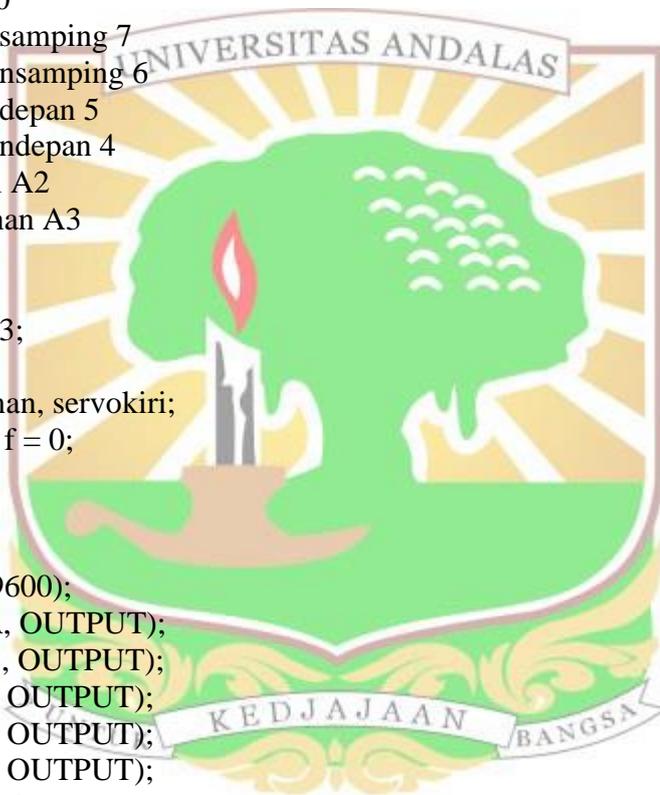
#define enA A1
#define in1 10
#define in2 11
#define in3 12
#define in4 13
#define enB A0
#define trigPinsamping 7
#define echoPinsamping 6
#define trigPindepan 5
#define echoPindepan 4
#define soilkiri A2
#define soilkanan A3

int wpkiri = 2;
int wpkanan = 3;
int jl = 0;
Servo servokanan, servokiri;
int a, b, c, d, e, f = 0;
char bacabt;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(enA, OUTPUT);
  pinMode(enB, OUTPUT);
  pinMode(in1, OUTPUT);
  pinMode(in2, OUTPUT);
  pinMode(in3, OUTPUT);
  pinMode(in4, OUTPUT);
  pinMode(trigPindepan, OUTPUT);
  pinMode(echoPindepan, INPUT);
  pinMode(wpkiri, OUTPUT);
  pinMode(wpkanan, OUTPUT);
  digitalWrite(wpkiri, HIGH);
  digitalWrite(wpkanan, HIGH);
  pinMode(trigPinsamping, OUTPUT);
  pinMode(echoPinsamping, INPUT);

  servokanan.attach(9);
  servokiri.attach(8);
  servokanan.write(0);

```



```

servokiri.write(40);
delay(2000);
}

```

```

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    bacabt = Serial.read();
  }
  if (a == 1) {
    ultra();
  }
  if (b == 1) {
    soil();
  }
}

```

```

long durationdepan, distancedepan;
digitalWrite(trigPindepan, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPindepan, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPindepan, LOW);
durationdepan = pulseIn(echoPindepan, HIGH);
distancedepan = durationdepan / 29.1 / 2;

```

```

if (distancedepan < 20) {
  motor_stop();
  berhenti();
  a = 0;
  b = 0;
}
if (distancedepan > 19) {
  gerak_maju();
}
}

```

```

void soil() {
  float Vlembabkiri, Vlembabkanan, lembabkiri, lembabkanan;
  int bacakiri = analogRead(soilkiri);
  Vlembabkiri = 3.3 * (bacakiri / 1023.00);
  lembabkiri = (Vlembabkiri - 9.7583) / -2.166;
  if (lembabkiri > 10) {
    lembabkiri = 10.0;
  }
}

```

```

Serial.print("Kel. kiri = ");
Serial.print(lembabkiri);
Serial.print(" % || ");

```



```

int bacakanan = analogRead(soilkanan);
Vlembabkanan = 3.3 * (bacakanan / 1023.00);
lembabkanan = (Vlembabkanan - 12.698) / -3.4272;
if (lembabkanan > 10) {
  lembabkanan = 10.0;
}
Serial.print("Kel. kanan = ");
Serial.print(lembabkanan);
Serial.println(" %");
delay(1000);

```

```

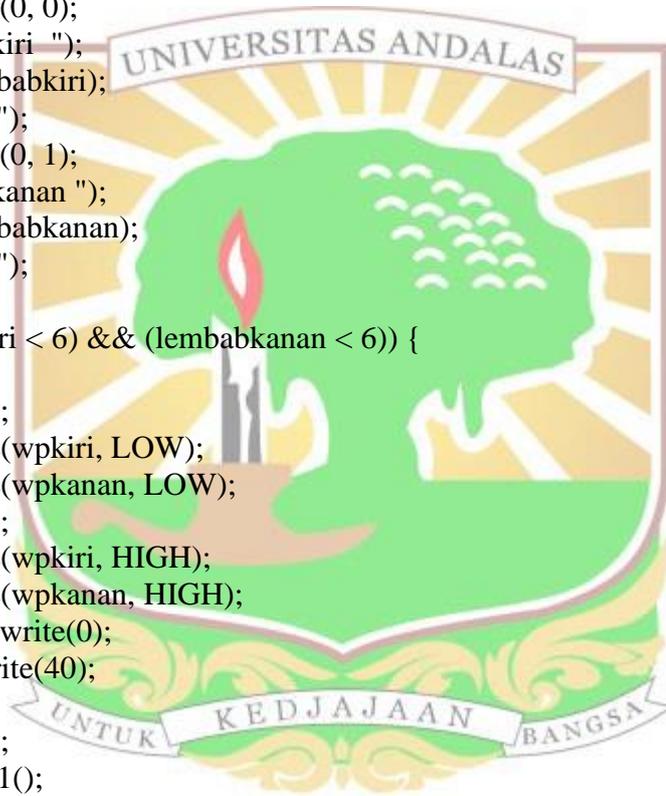
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("s. kiri ");
lcd.print(lembabkiri);
lcd.print(" %");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("s. kanan ");
lcd.print(lembabkanan);
lcd.print(" %");

```

```

if ((lembabkiri < 6) && (lembabkanan < 6)) {
  b = 0;
  delay(3000);
  digitalWrite(wpkiri, LOW);
  digitalWrite(wpkanan, LOW);
  delay(3000);
  digitalWrite(wpkiri, HIGH);
  digitalWrite(wpkanan, HIGH);
  servokanan.write(0);
  servokiri.write(40);
  jalan();
  delay(2000);
  gerak_maju1();
  delay(1000);
  gerak_maju();
} else if ((lembabkiri > 5) && (lembabkanan > 5)) {
  b = 0;
  delay(3000);
  digitalWrite(wpkiri, HIGH);
  digitalWrite(wpkanan, HIGH);
  servokanan.write(0);
  servokiri.write(40);
  jalan();
  delay(2000);
  gerak_maju1();
  delay(1000);

```



```

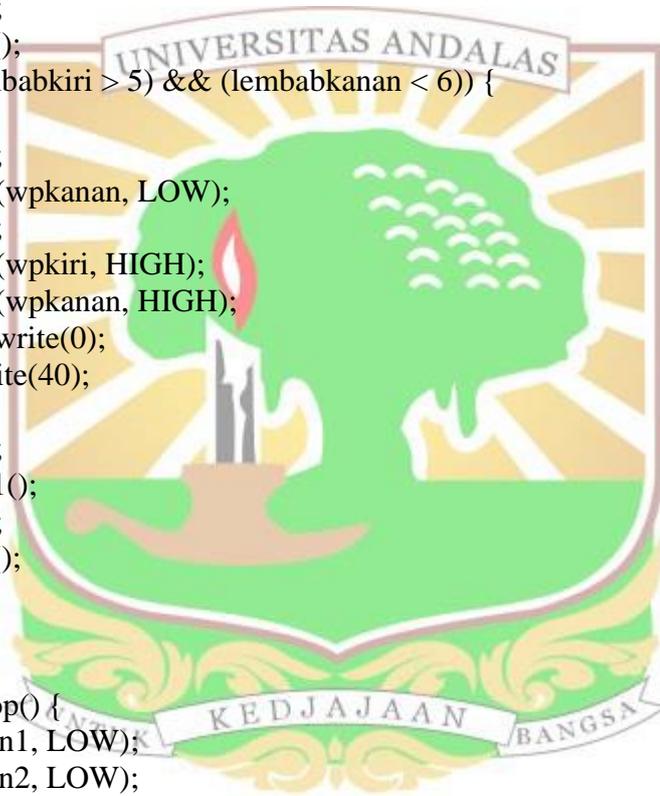
    gerak_maju();
} else if ((lembabkiri < 6) && (lembabkanan > 5)) {
    b = 0;
    delay(3000);
    digitalWrite(wpkiri, LOW);
    delay(3000);
    digitalWrite(wpkiri, HIGH);
    digitalWrite(wpkanan, HIGH);
    servokanan.write(0);
    servokiri.write(40);
    jalan();
    delay(2000);
    gerak_maju1();
    delay(1000);
    gerak_maju();
} else if ((lembabkiri > 5) && (lembabkanan < 6)) {
    b = 0;
    delay(3000);
    digitalWrite(wpkanan, LOW);
    delay(3000);
    digitalWrite(wpkiri, HIGH);
    digitalWrite(wpkanan, HIGH);
    servokanan.write(0);
    servokiri.write(40);
    jalan();
    delay(2000);
    gerak_maju1();
    delay(1000);
    gerak_maju();
}
}

void motor_stop() {
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, LOW);
}

void berhenti() {
    servokanan.write(90);
    servokiri.write(90);
}

void gerak_maju() {
    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, HIGH);

```

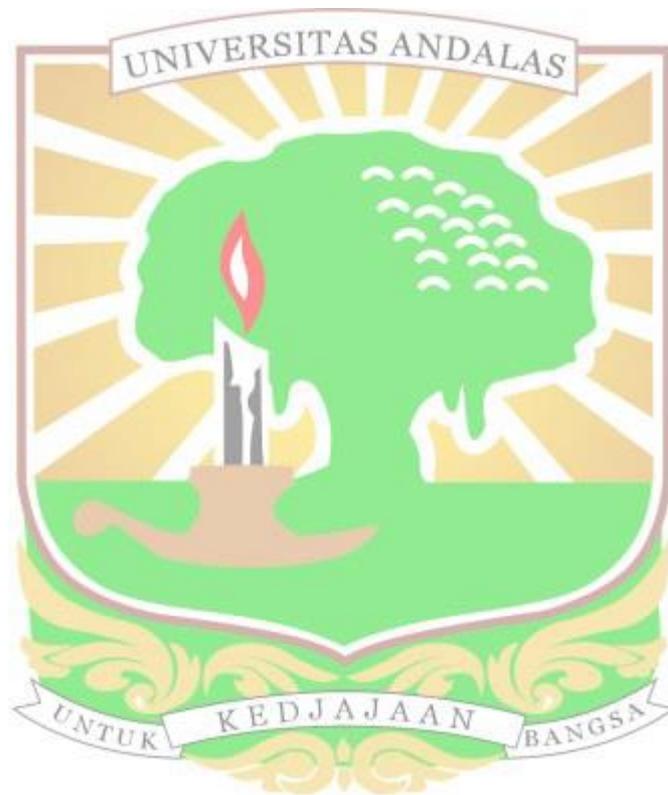


```
digitalWrite(in4, LOW);  
}
```

```
void gerak_maju1() {  
  digitalWrite(in1, HIGH);  
  digitalWrite(in2, LOW);  
  digitalWrite(in3, HIGH);  
  digitalWrite(in4, LOW);  
}
```

```
void ultra() {  
}
```

```
void jalan() {  
}
```



Lampiran 5. Coding Kalibrasi Sensor Kelembaban

```

const int sensorKelembaban1 = A2;
const int sensorKelembaban2 = A3;

int nilaiSensor1;
int nilaiSensor2;
float tegangan1;
float tegangan2;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  nilaiSensor1 = analogRead(sensorKelembaban1);
  tegangan1 = nilaiSensor1 * (3.3 / 1023.0);

  nilaiSensor2 = analogRead(sensorKelembaban2);
  tegangan2 = nilaiSensor2 * (3.3 / 1023.0);

  Serial.print("Tegangan Sensor Kelembaban 1: ");
  Serial.print(tegangan1);
  Serial.println(" V");

  Serial.print("Tegangan Sensor Kelembaban 2: ");
  Serial.print(tegangan2);
  Serial.println(" V");

  delay(1000);
}

```



Lampiran 6. Coding Kalibrasi Sensor Ultrasonik

```

const int trigPinsamping = 7;
const int echoPinsamping = 6;
const int trigPindepan = 5;
const int echoPindepan = 4;

long durationSamping;
int distanceSamping;
long durationDepan;
int distanceDepan;

void setup() {
  pinMode(trigPinsamping, OUTPUT);
  pinMode(echoPinsamping, INPUT);
  pinMode(trigPindepan, OUTPUT);
  pinMode(echoPindepan, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  digitalWrite(trigPinsamping, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPinsamping, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPinsamping, LOW);

  durationSamping = pulseIn(echoPinsamping, HIGH);

  distanceSamping = durationSamping * 0.034 / 2;

  Serial.print("Distance Samping: ");
  Serial.print(distanceSamping);
  Serial.println(" cm");

  digitalWrite(trigPindepan, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPindepan, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPindepan, LOW);
  durationDepan = pulseIn(echoPindepan, HIGH);

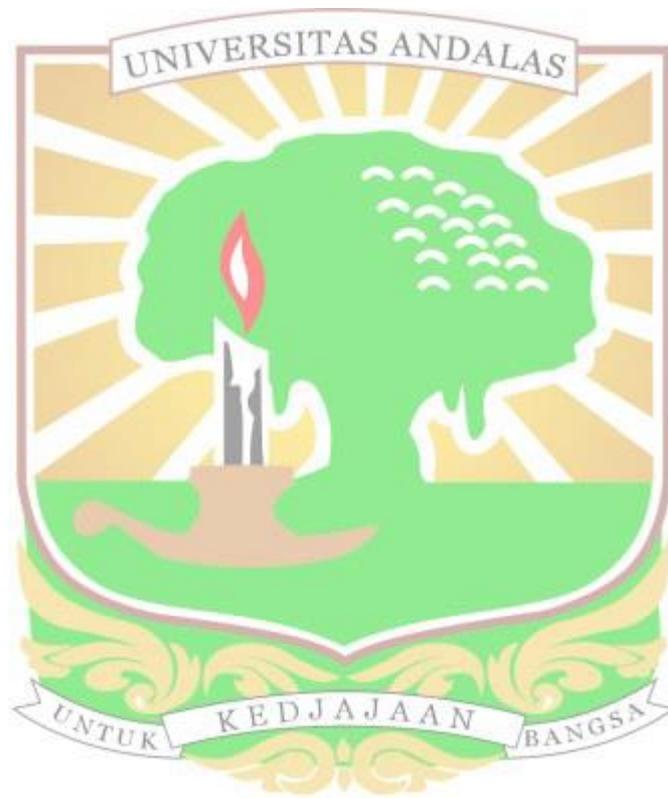
  distanceDepan = durationDepan * 0.034 / 2;

  Serial.print("Distance Depan: ");
  Serial.print(distanceDepan);

```

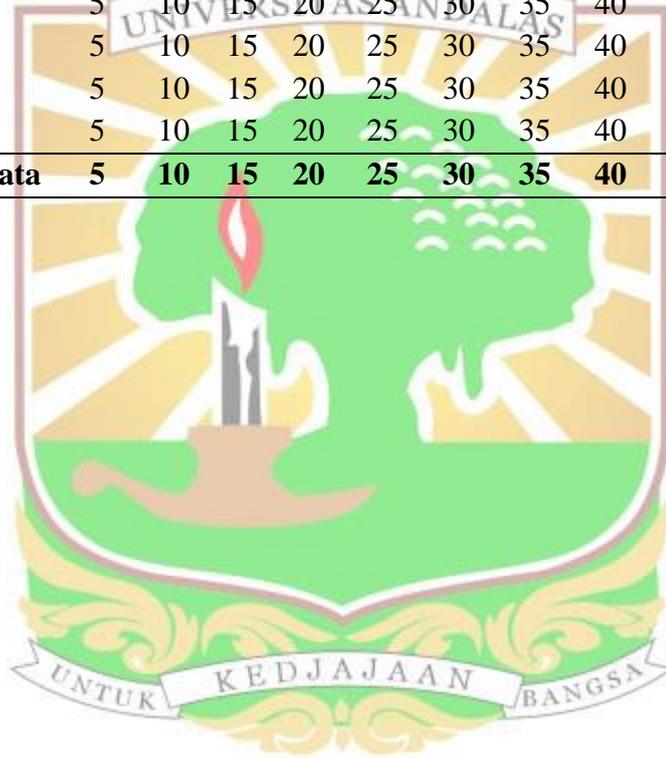
Lampiran 7. Lanjutan

```
Serial.println(" cm");  
  
delay(60);  
}
```



Lampiran 8. Data Kalibrasi Sensor Jarak (ultrasonik)

Jarak (cm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Ulangan	Sensor Jarak Depan (cm)									
1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Rata-rata	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Ulangan	Sensor Jarak Depan (cm)									
1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Rata-rata	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50



Lampiran 9. Data Kapasitas Kerja Efektif

Ulangan	Panjang Lahan (cm)	Lebar Lahan (cm)	Waktu Penyiraman (Awal - Akhir) (detik)	Kapasitas Efektif (ha/jam)
1	180	66	48	0,00891
2	180	66	48	0,00891
3	180	66	48	0,00891
4	180	66	48	0,00891
5	180	66	48	0,00891
Rata-rata	180	66	48	0,00891

$$KE = \frac{(P \times L)/10000}{t}$$

Dengan :

KE : Kapasitas Efektif (ha/jam)

P : Panjang lahan (m)

L : Lebar lahan (m)

t : Waktu penyiraman

Contoh perhitungan kapasitas kerja efektif

Diketahui :

Panjang lahan = 180 cm = 1,8 m

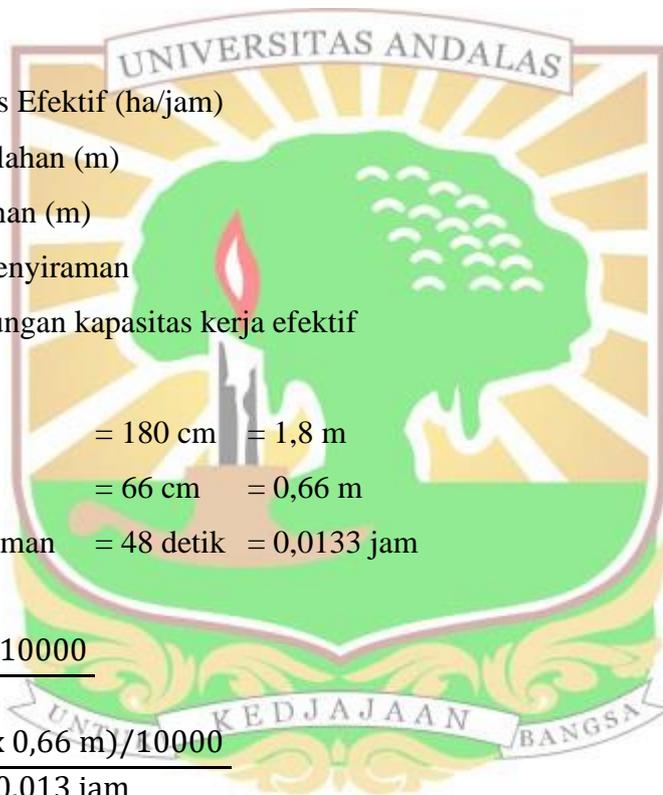
Lebar lahan = 66 cm = 0,66 m

Waktu penyiraman = 48 detik = 0,0133 jam

Maka,

$$\begin{aligned}
 KE &= \frac{(P \times L)/10000}{t} \\
 &= \frac{(1,8 \text{ m} \times 0,66 \text{ m})/10000}{0,013 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

KE = 0,00891 ha/jam



Lampiran 10. Data Kapasitas Kerja Teoritis

Ulangan	Jarak Tempuh (cm)	Waktu Tempuh Robot (detik)	Waktu Penyiraman (Dihitung dari Lengan Turun - Lengan Naik) (detik)	Lebar Lahan (m)	Kapasitas Teoritis (ha/jam)
1	45	2	8	0,66	0,01069
2	45	2	8	0,66	0,01069
3	45	2	8	0,66	0,01069
4	45	2	8	0,66	0,01069
5	45	2	8	0,66	0,01069
Rata-rata	45	2	8	0,66	0,01069

$$KT = \frac{(v \times t1 \times l)/10000}{t1 + t2}$$

Dengan,

KT : Kapasitas Teoritis (ha/jam)

V : Kecepatan robot (m/jam)

t1 : Waktu yang diperlukan robot dari satu tanaman ke tanaman berikutnya (jam)

t2 : Waktu penyiraman untuk satu kali penyiraman (jam)

l : Lebar lahan (m)

Contoh perhitungan kapasitas kerja teoritis

Diketahui :

Jarak tempuh = 45 cm = 0,45 m

Waktu tempuh = 2 detik = 0,00056 jam

Waktu penyiraman = 8 detik = 0,0022 jam

Lebar lahan = 0,66 m

Maka,

$$V = \frac{\text{Jarak tempuh}}{\text{Waktu tempuh}}$$

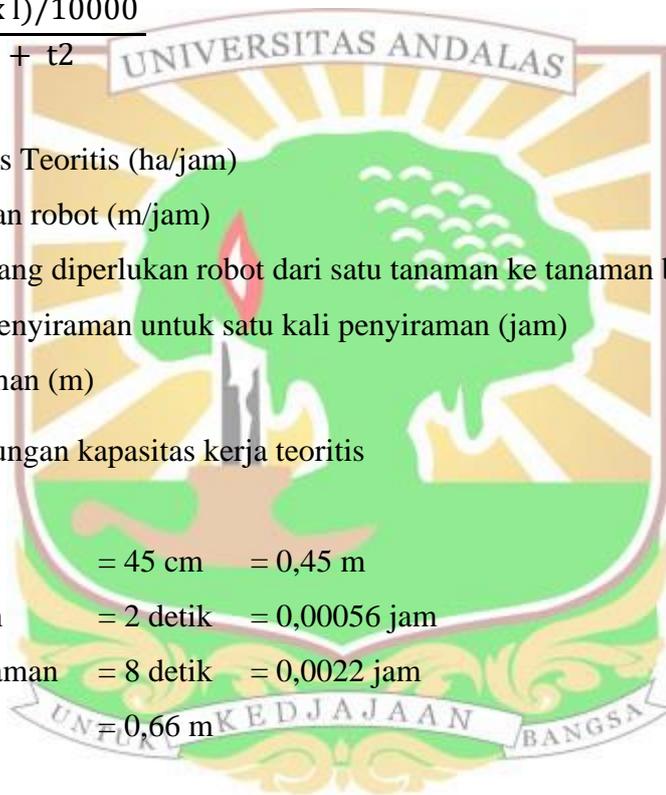
$$V = \frac{0,45}{0,00056}$$

$$V = 810 \text{ m/jam}$$

$$KT = \frac{(v \times t1 \times l)/10000}{t1 + t2}$$

$$= \frac{(810 \text{ m/jam} \times 0,00056 \text{ jam} \times 0,66 \text{ m})/10000}{0,00056 \text{ jam} + 0,0022 \text{ jam}}$$

$$KT = 0,01069 \text{ ha/jam}$$



Lampiran 11. Data Efisiensi Robot Penyiraman Tanaman

Ulangann	Kapasitas Teoritis (ha/jam)	Kapasitas Efektif (ha/jam)	Efisiensi (%)
1	0,01069	0,00891	83,33
2	0,01069	0,00891	83,33
3	0,01069	0,00891	83,33
4	0,01069	0,00891	83,33
5	0,01069	0,00891	83,33
Rata-rata	0,01069	0,00891	83,33

$$E = \frac{KE}{KT} \times 100\%$$

Dengan :

E : Efisiensi (%)

Contoh perhitungan efisiensi

Diketahui :

Kapasitas Kerja Teoritis = 0,01069 ha/jam

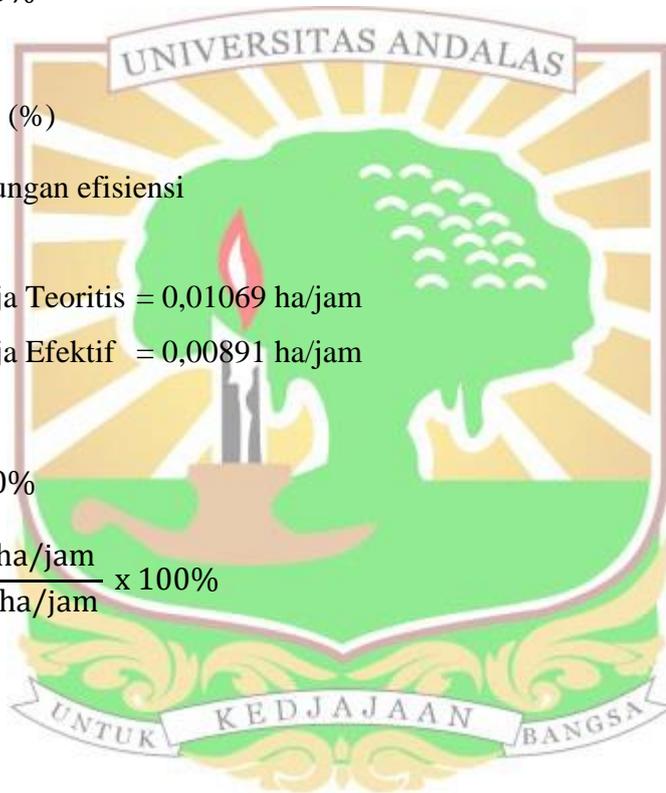
Kapasitas Kerja Efektif = 0,00891 ha/jam

Maka,

$$E = \frac{KE}{KT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,00891 \text{ ha/jam}}{0,01069 \text{ ha/jam}} \times 100\%$$

$$E = 83,33\%$$



Lampiran 12. Data Pengujian Sensor Kelembaban (*Soil Moisture*)

Ulangan	Alat Ukur (%)	Sensor Kiri (%)	Ketepatan Pembacaan Sensor Kiri (%)	Sensor Kanan (%)	Ketepatan Pembacaan Sensor Kanan (%)
1	9	9,87	90,3333	9,77	91,4444
2	9	9,76	91,5556	9,82	90,8889
3	9	9,87	90,3333	9,86	90,4444
4	9	9,83	90,7778	9,74	91,7778
5	9	9,99	89	9,79	91,2222
Rata-rata	9	9,99	90,4	9,79	91,16

$$\text{Ketepatan} = 100\% - \left(\frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \right) \times 100\%$$

Contoh perhitungan ketepatan pembacaan sensor kelembaban

Diketahui :

Pembacaan alat ukur = 90 %

Pembacaan sensor kelembaban = 9,99 %

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Ketepatan} &= 100\% - \left(\frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \right) \times 100\% \\ &= 100\% - \left(\frac{|9 - 9,99|}{9} \right) \times 100\% \end{aligned}$$

Ketepatan = 90,4 %



Lampiran 13. Data Pengujian Sensor Jarak (ultrasonik)

Ulangan	Alat Ukur (cm)	Sensor Depan (cm)	Ketepatan Pembacaan Sensor Depan (%)	Sensor Samping (cm)	Ketepatan Pembacaan Sensor Samping (%)
1	30	30	30	30	30
2	30	30	30	30	30
3	30	30	30	30	30
4	30	30	30	30	30
5	30	30	30	30	30
Rata-rata	30	30	30	30	30

$$\text{Ketepatan} = 100\% - \left(\frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \right) \times 100\%$$

Contoh perhitungan ketepatan pembacaan sensor ultrasonik

Diketahui :

Pembacaan alat ukur = 30 cm

Pembacaan sensor ultrasonik = 30 cm

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Ketepatan} &= 100\% - \left(\frac{|\text{nilai sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \right) \times 100\% \\ &= 100\% - \left(\frac{|30 \text{ cm} - 30 \text{ cm}|}{30 \text{ cm}} \right) \times 100\% \end{aligned}$$

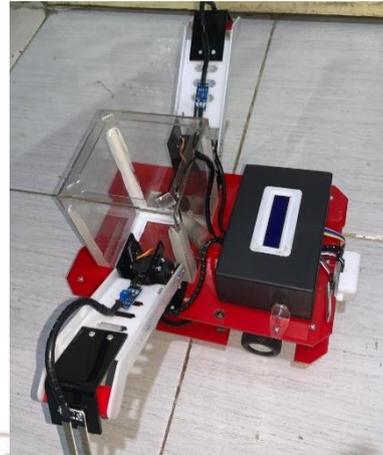
Ketepatan = 0 %



Lampiran 14. Dokumentasi



Bagian sisi dalam robot



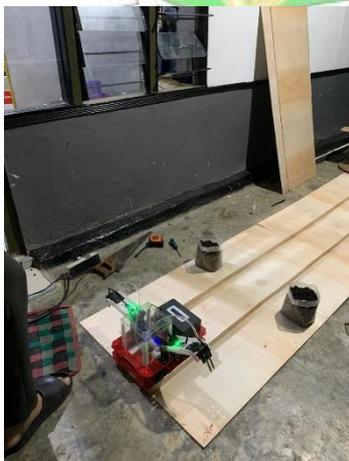
Robot penyiram tanaman otomatis



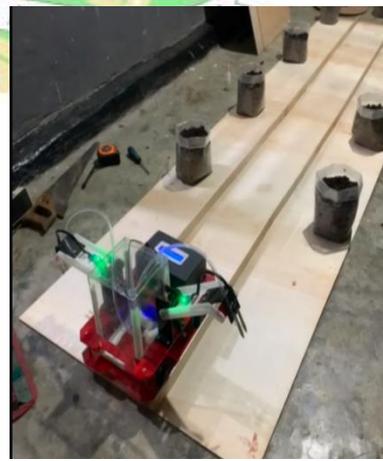
Kalibrasi sensor kelembaban tanah



Persiapan lintasan robot



Percobaan penyiraman satu tanam

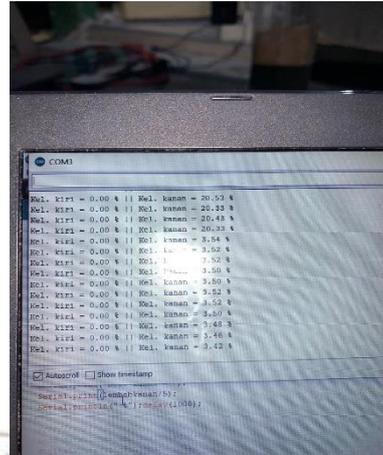


Percobaan satu periode siram

Lampiran 15. Lanjutan



Bagian bak penampung air



Pembacaan sensor kelembaban



Percobaan sensor kelembaban



Tampilan lcd robot



RANCANG BANGUN ROBOT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

ORIGINALITY REPORT

22% SIMILARITY INDEX	20% INTERNET SOURCES	12% PUBLICATIONS	10% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	jurnal.untan.ac.id Internet Source	2%
2	seminar.iaii.or.id Internet Source	1%
3	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	1%
4	www.unisbank.ac.id Internet Source	1%
5	repository.universitasbumigora.ac.id Internet Source	1%
6	123dok.com Internet Source	1%
7	docplayer.info Internet Source	1%
8	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1%
9	jurnal.stiki-indonesia.ac.id Internet Source	1%