

**KENDALI KEMUDI TRAKTOR TANGAN SECARA REMOTE DAN
BLYNK BERBASIS ESP32**

(Skripsi)

Oleh

Ristanti Dian Arini



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**KENDALI KEMUDI TRAKTOR TANGAN SECARA REMOTE DAN
BLYNK BERBASIS ESP32**

Oleh

RISTANTI DIAN ARINI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **KENDALI KEMUDI TRAKTOR TANGAN
SECARA REMOTE DAN BLYNK BERBASIS
ESP32**

Nama Mahasiswa : **Ristanti Dian Arini**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714071072**

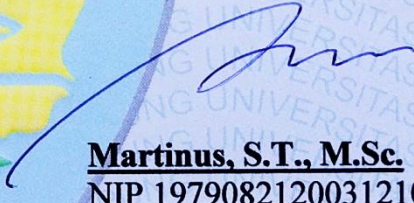
Program Studi : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**




1. Komisi Pembimbing


Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.
NIP 198803252015041001


Martinus, S.T., M.Sc.
NIP 197908212003121003

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

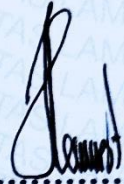

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

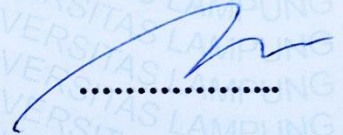
Ketua

: **Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.**



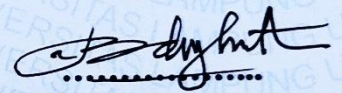
Sekretaris

: **Martinus, S.T., M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Budianto Lanya, M.T.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 1961020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 November 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Ristanti Dian Arini** dengan NPM 1714071072, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.**, dan 2) **Martinus, S.T., M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 29 November 2022

Yang membuat pernyataan,

The image shows a 1000 Rupiah adhesive stamp from the Indonesian Post Office. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAL TEMPEL' and '1000'. A signature is written over the stamp. Below the stamp, the name 'Ristanti Dian Arini' and the NPM number '1714071072' are printed.

Ristanti Dian Arini
1714071072

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukoharjo, pada hari Jumat, 01 Januari 1999, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak Haris Islamudin dan Ibu Suprapti. Penulis memiliki adik perempuan bernama Faradilla Stevani. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Dharma Wanita Sukoharjo 3 pada tahun 2005, lalu menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 3 Sukoharjo 1 pada tahun 2011, menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sukoharjo pada tahun 2014, dan menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Pringsewu pada tahun 2017.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Listrik dan Elektronika pada tahun ajaran 2018/2019, serta Asisten Dosen Mata Kuliah Kontrol Otomatis pada tahun ajaran 2020/2021. Penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) tingkat Fakultas Pertanian di Departemen Kajian Ahli Strategis dan Advokasi pada 2019-2021. Penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan di tingkat jurusan sebagai anggota biasa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP).

Pada bulan Januari – Februari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Megang, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Juni – Juli 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPTPH) dengan judul

“Kaji Terap Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Hama Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*) dengan *Beauveria bassiana* pada Tanaman Padi di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo”, kemudian telah dipublikasikan bersama dosen-dosen oleh Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc. pada Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol 9, No 4 (2020) dengan judul “Teknik Pengendalian Serangga Hama Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*) Melalui Penyemprotan *Beauveria bassiana* untuk Tanaman Padi”. Demikian riwayat hidup penulis sekian dan terima kasih.

PERSEMBAHAN

Menjadi penat akibat bayangan memori masa lampau, masa depan yang belum tentu, kejadian hari ini yang tak melulu senada dengan cita-cita, sangat menguras tenaga. Permohonan terlayang melalui indahnya “langit” berharap melebur bersama riuhnya kehidupan di tanah “bumi”. Tahun berganti, dengan segala hal yang semakin membuat diri kuat. Upayaku dalam terus menghasilkan, meramu, memberikan yang terbaik untuk semuanya, dengan segala keterbatasan baik waktu, tenaga, tempat, dan tetap mematuhi proses yang diberikan pemerintah. Doa baik untuk kita semua

Saya Ristanti Dian Arini

Mempersembahkan sebuah karya penuh cinta dari usaha dan kerja keras yang kupersembahkan untuk kedua orangtuaku Haris Islamudin dan Suprapti, serta adikku Faradilla Stevani. Juga tak lupa kepada orang-orang yang amat menyayangiku terima kasih.

SANWACANA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang senantiasa selalu tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam pentusunan skripsi ini.

Skripsi dengan judul **“Kendali Kemudi Traktor Tangan Secara Remote dan Blynk Berbasis Esp32”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
3. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Pembimbing Utama;
4. Bapak Martinus, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua;
5. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku Dosen Penguji;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
7. Staff dan Administrasi Laboratorium Lapang Terpadu;
8. Bapak Haris Islamudin dan Ibu Suprpti selaku orang tua penulis, adik saya Faradilla Stevani dan kakak saya Lela Noviana;

9. Sahabat tercinta Desi Rahmawati, Linda Safitri, Ekaliana, Binti, Erine, Agata dan partner penelitian Anggit, Eva, Heri, Aldi, Alpin;
10. Kepada Keluarga Teknik Pertanian 2017 selaku keluarga pejuang Sarjana Teknik;
11. Terakhir namun bukan yang akhir, terima kasih untuk raga dan jiwa ini sudah pulih bersama. Untuk segala jatuh, bangun dan segala masalah yang datang menyapa. Terima kasih sudah mengambil sudut pandang yang amat positif, yang mengajarkan tentang sabar yang begitu menyakitkan. Semoga bisa membalut diri dengan segala siap dan ikhlas pada hati yang butuh nyala mentari. Saya mencintai diri saya dengan semua yang saya miliki.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terima kasih.

Bandar Lampung, 29 November 2022
Penulis

Ristanti Dian Arini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Traktor Tangan	5
2.2. ESP 32	7
2.3. Smartphone Android	9
2.4. Blynk Apps	9
2.5. Motor Servo	11
2.6. Akumulator	13
2.7. Rujukan Penelitian	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.3. Kriteria Desain	15
3.4. Prosedur Penelitian	16
3.4.1. Studi Literatur	17
3.4.2. Perancangan Interface Blynk	17
3.4.3. Pengujian Interface Sistem Kendali	19
3.4.4. Perancangan Sistem Kendali	19
3.4.5. Rancang Fungsional	21
3.4.6. Pemrograman ESP 32	22
3.5. Mekanisme Kerja	23
3.6. Pengujian Kinerja Sistem Kendali	24
3.6.1. Jangkauan ESP 32	25
3.6.2. Stabilitas	25

3.6.3. Respons Sistem	25
3.6.4. Tingkat Akurasi	26
3.7. Konsumsi Energi	26
3.7.1. Tegangan	26
3.7.2. Kuat Arus	26
3.7.3. Daya	27
3.8. Pengujian Kinerja Alat	27
3.8.1. Pemberian Aksi	27
3.8.2. Diameter Belokan	28
3.8.3. Simpangan Pergerakan Traktor	28
3.8. Analisis Data	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Rancangan	30
4.1.1. Implementasi Blynk Apps	30
4.1.2. Implementasi Sistem Kendali dan Perangkaian Aktuator	35
4.2. Pengujian Blynk Apps	37
4.2.1. Pengujian Navigasi Kendali	37
4.2.2. Pengujian Kinerja Sistem Kendali	37
4.3. Pengujian Kinerja	52
4.3.1. Simpangan	52
4.3.2. Diameter Belokan	54
4.4. Interferensi Jaringan	55
4.5. Kendala	56
V. KESIMPULAN	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64
Lampiran 1. Data hasil pengujian	65
Lampiran 2. Data pengujian dan dokumentasi penelitian	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi traktor tangan <i>Quick G1000 Boxer</i>	5
2. Spesifikasi ESP 32	8
3. Perbedaan mikrokontroler ESP 32 dengan mikrokontroler lain	8
4. Rujukan penelitian	14
5. Spesifikasi ESP 32 CAM	34
6. Jarak koneksi <i>WiFi</i> pada ESP 32 dengan halangan di parkir mobil Gedung Aula Pertanian	39
7. Jarak koneksi <i>WiFi</i> pada ESP 32 tanpa halangan di area terbuka jalur 2 lapangan	40
8. Data pengujian terhadap servo kanan dan kiri	43
9. Simpangan traktor	52
10. Pengukuran diameter belokan	54
11. Respon sistem Servo kanan tanpa beban	66
12. Respon sistem servo kanan dengan beban	66
13. Respon sistem servo kiri tanpa beban	67
14. Respon sistem servo kiri dengan beban	67
15. Pengujian akurasi ulangan 1 tanpa beban	68
16. Pengujian akurasi ulangan 2 tanpa beban	68
17. Pengujian akurasi ulangan 3 tanpa beban	69
18. Pengujian akurasi ulangan 1 dengan beban	69
19. Pengujian akurasi ulangan 2 dengan beban	70
20. Pengujian akurasi ulangan 3 dengan beban	70
21. Data konsumsi energi servo kiri	71
22. Data konsumsi energi servo kanan	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Traktor tangan.	6
2. ESP 32.	7
3. <i>Blynk apps</i>	11
4. Jx Servo PDI-HV2060MG.	12
5. Akumulator.	13
6. Prosedur penelitian.	16
7. Struktur rancangan <i>interface</i>	17
8. Tampilan <i>widget box Blynk apps</i>	18
9. Jalur koneksi.	18
10. Tampilan aplikasi ketika <i>offline</i>	19
11. Diagram blok sistem kendali.	20
12. Tampilan layar <i>software</i> Arduino.	22
13. Diagram alir perancangan alat.	23
14. Pengaturan pin dan besaran servo.	31
15. Penggunaan elemen aplikasi.	31
16. Potongan tampilan program.	32
17. ESP 32 disuplai tegangan oleh <i>powerbank</i>	33
18. Rangkaian sistem kendali.	36
19. Traktor tangan dengan beban penstabil.	36
20. Grafik stabilitas sistem tanpa beban.	41
21. Grafik stabilitas servo pembebanan.	42
22. Pengukuran panjang <i>handgrip</i>	42
23. Grafik respons sistem servo.	44
24. Grafik akurasi sistem.	46
25. Grafik tegangan servo kiri.	47

26. Grafik tegangan servo kanan.	48
27. Grafik kuat arus servo kiri.	49
28. Grafik kuat arus servo kanan.	50
29. Grafik daya servo kiri.	51
30. Daya Servo Kanan.	51
31. Pengukuran simpangan pergerakan traktor tangan.	53
32. Skematik rangkaian menggunakan eagle.	72
33. Skematik rangkaian sistem kendali.	73
34. Tata letak komponen di traktor tangan.	73
35. Proses membawa traktor ke lahan.	74
36. Proses pengecekan aplikasi.	74
37. Pengukuran diameter belokan.	74
38. Ilustrasi pembentukan diameter belokan.	75
39. Kotak servo dengan besi penyangga.	75
40. Arah simpangan pergerakan traktor.	75
41. Pengukuran jangkauan di area dengan halangan.	76
42. Pembuatan jalur lintasan untuk mengukur simpangan traktor tangan.	76

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alat dan mesin pertanian merupakan komponen yang digunakan dengan tujuan meminimalisir penggunaan tenaga kerja manusia, sehingga dapat meningkatkan keefektifan dan efisiensi proses produksi dalam bidang pertanian. Salah satu alatnya adalah traktor tangan. Penggunaan traktor tangan dalam waktu berjam-jam dapat menyebabkan gangguan pendengaran dan kelelahan yang termasuk ke dalam K3. Menurut Prabawa (2009) mesin traktor tangan suaranya mencapai 85 dB, yang tergolong kategori bahaya untuk pendengaran operator hingga menyebabkan pusing saat penggunaan melebihi dua jam operasional kerja.

Salah satu pemanfaatan teknologi otomasi di bidang pertanian yaitu dengan sistem kendali jarak jauh melalui *smartphone* Android berbasis jaringan *WiFi* dengan mempertimbangkan terbatasnya jam kerja operator. Berdasarkan penelitian Nurrohman (2020) menggunakan ESP 6288 telah berhasil bekerja dengan baik, namun kurang praktis dalam penggunaan komponen elektronika yang cukup banyak dan berdampak pada berkurangnya tegangan aki yang membuat waktu operasionalnya singkat. Pada penelitian ini dengan memperhatikan perkembangan teknologi yang mengusung konsep otomasi dan kebutuhan akan praktisnya sebuah perangkat, maka penelitian ini akan mendesain perangkat kendali traktor tangan berbasis IoT yang lebih ringkas dan praktis untuk ditempatkan pada badan traktor tangan yang memiliki ruang terbatas. Melihat kondisi ini terdapat permasalahan yang mana harus tetap menjaga performansi dari traktor tangan dan sebuah peralatan pendukung yang dapat digunakan secara otomatis dengan nilai yang terjangkau. Karena hal-hal berikut saya sebagai

penulis memanfaatkan penggunaan ESP 32 yang dilengkapi dengan *pin out* yang lebih banyak, *pin* analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat *bluetooth 4.0 low energy* serta tersedia *WiFi* yang memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* (IoT) dan harganya terjangkau serta tidak membutuhkan banyak komponen tambahan.

Penelitian ini memanfaatkan ESP 32 sebagai pengolah data lalu diprogram dengan *software* Arduino yang memodifikasi sistem kendali kemudi traktor tangan agar dapat dikendalikan secara nirkabel melalui *smartphone* Android dengan menggunakan modul *WiFi*. Konsep modifikasi ini penggunaannya sangat sederhana tetapi dapat diaplikasikan pada traktor tangan jenis *Quick G1000 Boxer*. Berdasarkan uraian diatas, permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membuat alat kendali kemudi traktor tangan menggunakan ESP 32 dan aplikasi *Blynk* agar dapat menggerakkan traktor tangan dengan perlakuan belok kanan, belok kiri, dan berhenti secara otomatis yang berbasis IoT. Penelitian ini akan dibangun dalam bentuk rangkaian yang akan ditempatkan pada badan dari traktor tangan, aplikasi di akses secara nirkabel melalui *smartphone*, untuk mengakses aplikasi dibutuhkan *authentication user*, sehingga hanya orang tertentu yang dapat mengontrol kendali pergerakan traktor tangan yang terhubung ke *Blynk apps*.

1.2. Rumusan Masalah

Penggunaan teknologi otomasi dalam bidang pertanian yang dituju pada aspek efisiensi operasional kerja sistem dan nilai praktis dari sebuah komponen pendukung agar tetap menjaga performansi dari kerja traktor tangan. Alternatif penggunaan teknologi kendali melalui perangkat *smartphone* yang pergerakan kemudinya menggunakan IoT (*Internet of Things*). IoT ini sendiri merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas *internet* yang tersambung secara terus-menerus melalui perangkat atau modul. Pembuatan sistem pengendali gerak menggunakan aplikasi *Blynk*, yang mana aplikasi ini adalah *platform* untuk aplikasi Android dan iOS yang bertujuan untuk kendali

modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32, WEMOS D1, dan modul sejenisnya melalui sebuah *prototype* dan *internet*. Serta dihasilkan desain pengembangan sistem kendali, kerja sistem kendali, dan analisa data gerakan traktor berbasis IoT pada penelitian ini. Dalam hal ini rumusan masalah yang dapat diangkat yaitu bagaimana cara meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional kerja namun tetap pada lingkup praktis, serta bagaimana cara kerja sistem yang dirancang menggunakan *WiFi* berbasis ESP 32.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan dari pokok permasalahan yang diuraikan diatas tentunya dibutuhkan batasan masalah untuk membatasi pembahasan agar permasalahan jadi lebih terarah, adapun batasan-batasan masalahnya yaitu:

1. Sistem hanya membahas tentang kontrol dan sistem kendali gerak traktor tangan menggunakan *smartphone* Android berbasis *WiFi*.
2. Pengujian dilakukan pada sistem pengendalian dan pergerakan traktor tangan yang meliputi pengukuran jangkauan ESP 32, respons sistem, akurasi, stabilitas, konsumsi energi, simpangan pergerakan dari traktor tangan dan diameter belokan, tidak ada pengujian tentang kinerja alat maupun kinerja pembajakan dengan sistem IoT.
3. Pengkoneksian *WiFi* dibatasi untuk satu perangkat yang terhubung dengan ESP 32.
4. Pengujian sistem kendali dilakukan tanpa menghitung beban penstabil, serta tanpa menghitung konektivitas menggunakan *bluetooth*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini diantaranya:

1. Mengetahui hasil dari sistem kendali gerakan traktor tangan dengan ESP32 melalui aplikasi *Blynk* berbasis IoT.
2. Mengetahui gerakan traktor tangan berupa simpangan gerakan (kanan dan kiri) dan diameter belokan.

3. Mengetahui kualitas kinerja sistem dalam menangkap sinyal dari ESP 32 terhadap Android.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini agar menjadi referensi ilmiah dan menambah wawasan mengenai sistem kendali gerakan traktor tangan menggunakan ESP 32 yang berbasis IoT (*Internet of Things*) sehingga mampu mengusung penerapan penggunaan teknologi otomatisasi di bidang pertanian modern yang sederhana dan praktis. Serta dalam jangka waktu 3 – 5 tahun ke depan dapat diaplikasikan ke masyarakat luas, karena sudah banyak sekali referensi ilmiah mengenai pengembangan dan modifikasi traktor tangan untuk lebih memudahkan operator.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Traktor Tangan

Traktor tangan merupakan traktor yang hanya mempunyai sebuah poros roda (beroda dua). Traktor tangan jenis *Quick G1000 Boxer* yang digunakan ini mempunyai tipe RD85DI-2T, lalu untuk spesifikasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Prinsip kerja traktor tangan adalah mesin pengolah tanah dengan menggunakan tenaga penggerak motor bakar yang pada umumnya motor diesel. Traktor tangan dapat digunakan untuk mengolah tanah dan pekerjaan pertanian yang lain seperti pada Gambar 1. Traktor tangan merupakan mesin serba guna karena dapat berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk alat-alat lain seperti pompa air, alat pengolahan, gandengan (*trailer*), dan lain-lain (Zulpayatun *et al.*, 2017).

Tabel 1. Spesifikasi traktor tangan *Quick G1000 Boxer*

Spesifikasi	Deskripsi
Maximum Output/Speed	6.34kW / 36.7r/s (8.5HP / 2200 rpm)
Continuous Output/Speed	5.59kW / 36.7 r/s (7.5HP / 2200 rpm)
Displacement	487 cc

Petani di Indonesia sudah lama mengenal traktor tangan untuk mengolah tanah mereka guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi tenaga. Traktor tangan memiliki efisiensi cukup tinggi dalam pengolahan tanah. Penggunaan mesin traktor tangan memiliki keuntungan dalam mempercepat waktu pengerjaan dan mampu menekan biaya operasional. Kapasitas kerja traktor tangan tergantung pada besarnya kecepatan penggunaan di lahan.



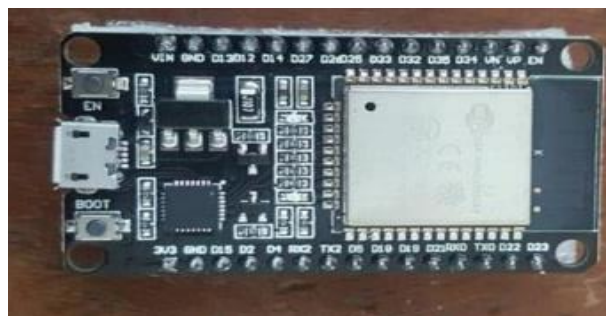
Gambar 1. Traktor tangan.
(Sumber: Yanmar, 2018)

Modifikasi pada traktor tangan saat ini sudah banyak dilakukan guna memudahkan pekerjaan dan meningkatkan kinerja alat. Modifikasi pada traktor tangan dapat dilakukan pada bagian stang, roda, bahkan dilakukan penambahan sistem otomatis dibagian kemudinya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Gunawan (2013), telah dilakukan modifikasi pengendali transmisi maju mundur otomatis pada traktor sehingga waktu pergerakan traktor dengan modifikasi ini tidak jauh berbeda dengan waktu pergerakan traktor yang dikendalikan dengan manual. Berdasarkan penelitian Zulpayatun *et al.* (2017) modifikasi jumlah roda traktor guna memperoleh stabilitas pengoperasian traktor tangan yang lebih baik dan juga lebih ergonomis, yang mana saat ini pengendalian dilakukan dengan menggunakan *smartphone* Android. Penelitian Ahmad *et al.* (2012) tentang pengembangan modifikasi traktor tanpa awak menggunakan kamera CCD, traktor tanpa awak memiliki kemampuan menghindari rintangan pada lahan pengerjaan berupa batu, lubang, pohon, pematang, manusia, dan benda-benda lain yang tidak mungkin dilewati jalannya traktor, olehnya diperlukan traktor yang dioperasikan tanpa awak berbasis GPS. Penelitian Ahmad *et al.* dilakukan untuk mengatasi turunnya kinerja dari traktor akibat faktor kelelahan dari operator, dan sekaligus meningkatkan ketelitian dan produktivitas pengoperasian traktor dalam peningkatan produksi pertanian. Penelitian mengenai sistem kendali pada traktor juga telah dilakukan oleh Purbowaskito dan Telaumbanua (2019), mengenai studi

simulasi sistem kendali optimal laju simpangan berbasis *filter kalman-bucy* untuk traktor otonom.

2.2. ESP 32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP 8266. Pada mikrokontroler ini tersedia modul *WiFi* dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP 32 memiliki beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun kontrol. ESP 32 mampu meng-*hosting* aplikasi dan juga melepas semua fungsi dari jaringan *WiFi* dari prosesor ke aplikasi lain. Penggunaan ESP 32 ini berkorelasi dengan IoT, dengan sistem ini dapat memantau dan mengontrol secara nirkabel melalui jaringan. Ini memungkinkan mekanisme kendali jarak jauh yang aman bagi pengguna. Sebuah jaringan yang disiapkan bisa kita atur sesuai dengan kebutuhan. ESP 32 akan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. ESP 32.

ESP 32 menggunakan prosesor *dual core* yang berjalan di instruksi Xtensa LX16, ESP 32 memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 2. Pada tabel disebutkan bahwa tegangan yang dimiliki ESP 32 sebesar 3.3 V dengan kecepatan prosesor Dual 160MHz didukung dengan RAM sebesar 520K. Pada Tabel 3 disajikan pula perbedaan antara ESP 32 dengan mikrokontroler lain seperti; Arduino Uno dan NodeMCU (Muliadi dkk, 2020).

Tabel 2. Spesifikasi ESP 32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160 MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11 b/g/n/e/i
8	SPI	3
9	I2C	2
10	UART	3

Tabel 3. Perbedaan mikrokontroler ESP 32 dengan mikrokontroler lain

	Arduino Uno	NodeMCU	ESP 32
Tegangan	5 Volt	3.3 Volt	3.3 Volt
CPU	ATmega328 – 16MHz	Xtensa single core L106 – 60MHz	Xtensa a dual core LX6 – 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash memory	32kB	16MB	16MB
SRAM	2kB	160kB	512kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Wifi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Dapat terlihat dari Tabel 3 bahwa mikrokontroler ESP 32 memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, mulai dari *pin out* nya yang lebih banyak, *pin* analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat *bluetooth* 4.0 *low energy* serta tersedia *WiFi* yang memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* dengan mikrokontroler ESP 32.

2.3. Smartphone Android

Smartphone atau telepon pintar adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan lebih tinggi daripada ponsel biasa. Kemampuan yang dimiliki *smartphone* ini lebih luas meliputi koneksi internet, membaca *email*, *chatting/instant messaging*, serta banyak aplikasi lainnya. Kemampuannya dalam penggunaan dan fungsi yang serupa komputer serta pemanfaatannya dari sisi *software* adalah tersedianya layanan akses data. Ponsel cerdas kini dapat dimanfaatkan sebagai pendukung bisnis, sarana belajar dan sarana hiburan atau *game*.

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dipergunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, baik untuk ponsel, *smartphone* dan juga PC tablet. Secara umum Android adalah *platform* yang terbuka (*Open Source*) bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang dapat digunakan oleh berbagai piranti bergerak. Dengan kesimpulan Android adalah *Open Source* berbasis Linux yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi sesuai dengan keinginan. Sistem operasi Android mendukung berbagai variasi konektivitas, yaitu GSM, CDMA, *bluetooth*, EDGE, 4G, *WiFi*.

2.4. Blynk Apps

Blynk apps merupakan *platform* yang dapat diunduh gratis untuk Android dan iOS yang berfungsi untuk mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui *internet*. *Blynk* dirancang untuk *Internet of Things* dengan tujuan dapat mengontrol *hardware* dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal lainnya. *Blynk* bukan hanya sebagai "*cloud IoT*", tetapi *Blynk* merupakan solusi *end-to-end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi, karena salah satu masalah yang dapat timbul yaitu ketidakpahaman mengenai *coding* dan jaringan. *Blynk* bertujuan untuk menghapus kebutuhan untuk *coding* yang sangat panjang, dan membuat mudah

untuk mengakses perangkat dari mana saja melalui *smartphone*. Dapat dilihat pada Gambar 3 logo *Blynk apps* beserta contoh penggunaannya pada *smartphone*. Ada tiga komponen utama dalam *platform* yaitu *Blynk apps*, *Blynk server*, dan *Blynk library*.

1. *Blynk apps*, berfungsi untuk membuat *project* aplikasi menggunakan berbagai *widget* yang sudah disediakan sesuai dengan kebutuhan. Akan tetapi, penggunaan *widget* dalam setiap akun terbatas, yaitu hanya 2000 energi. Energi dapat ditambah dengan membeli melalui *playstore*. *Blynk apps* memungkinkan untuk membuat *project interface* dengan berbagai macam komponen *input/output* yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Terdapat 4 jenis kategori komponen yang terdapat pada *Blynk apps*:
 - a. *Controller* : untuk mengirimkan data atau perintah ke *hardware*,
 - b. *Display* : untuk menampilkan data yang berasal dari *hardware* ke *smartphone*,
 - c. *Notification* : untuk mengirim pesan dan notifikasi,
 - d. *Interface Pengaturan* : tampilan pada aplikasi *Blynk* yang berupa menu ataupun *tab*,
 - e. *Others* : beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya *Bridge*, *RTC*, *bluetooth*.
2. *Blynk server*, merupakan fasilitas *Backend service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *Blynk* di *smartphone* dengan lingkungan *hardware*. *Blynk server* tersedia dalam bentuk *local server* apabila digunakan pada lingkungan tanpa *internet*. *Blynk server local* bersifat *open source* dan dapat diimplementasikan pada *hardware Raspberry Pi*.
3. *Blynk libraries*, digunakan untuk membantu pengembangan kode. *Blynk library* tersedia pada banyak *platform* perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh lingkungan *Blynk*.



Gambar 3. *Blynk apps*.

Karakteristik *Blynk apps* adalah :

- a. API dan UI yang serupa untuk semua *hardware* dan *device* yang didukung.
- b. Koneksi ke *cloud* dapat dilakukan menggunakan : *Ethernet*, *WiFi*, *bluetooth* dan *USB (Serial)*.
- c. Variasi *widget* yang mudah digunakan.
- d. Integrasi pin langsung, tanpa penulisan kode.
- e. Mampu memantau data *history*, melalui grafik riwayat *widget*
- f. Komunikasi perangkat ke perangkat menggunakan *Bridge Widget* (Supegina, 2017).

2.5. Motor Servo

Motor servo adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol yang akan memberikan umpan balik perputaran motor dari 0 – 180 derajat seperti Gambar 4. Dari pada itu motor ini memiliki torsi relative cukup kuat dengan sistem perkabelan motor servo yang terdiri dari tiga bagian diantaranya, *VCC*, *GND*, dan kontrol *PWM (Pulse Width Modulation)* sehingga arah dan sudut pergerakan servo dapat diatur pada posisi tertentu kemudian berhenti. Pengontrolan servo dengan cara memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal *PWM* pada bagian pin kontrolnya (Hilal dan Manan, 2013). Sinyal *PWM* sebagai input ini berfungsi sebagai kendali gerak servo pada posisi tertentu dan kemudian dapat diberhentikan (kontrol posisi) yang diatur oleh pin *Arduino*. Prinsip utamanya dari pengendalian motor servo adalah pemberian nilai *PWM* pada kontrolnya.

PWM juga disebut sebagai teknik untuk memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dalam pulsa dalam sebuah periode.



Gambar 4. Jx Servo PDI-HV2060MG.
(Sumber: Nugraha, 2019)

Motor servo JX-PDI HV2060MG memiliki kekuatan yang dapat mengangkat beban sebesar 60 kg/cm dan tegangan sebesar 6,0 – 7,4 volt arus DC. Kecepatan pengoperasiannya sebesar 0,15 detik/60° dengan tegangan 6 volt dan 0,13 detik/60° dengan tegangan 7,4 volt. Penelitian Nugraha (2019) menyatakan bahwa rata-rata kecepatan respons servo yang dipasang pada tuas kopling kanan dan kiri traktor tangan sebesar 1,34 detik dan 1,28 detik. Berdasarkan penelitian Anwar *et al.*(2018), dilakukan pembuatan alat menggunakan motor servo untuk mengendalikan sirip pada roket yang berfungsi untuk mengatur pergerakan arah dari roket. Untuk menghasilkan respon sistem yang baik, maka motor servo yang dikontrol oleh mikrokontroler harus menggunakan sistem kontrol *closed-loop* (lingkar tertutup) yaitu menggunakan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative controller*).

Menurut penelitian Giant *et al.* (2015) frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrol motor servo selalu sebesar 50 Hz, sehingga pulsa dihasilkan setiap 20 ms. Untuk itu PWM memiliki bentuk sinyal berupa amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki variasi dalam lebar pulsa. Sifat dari lebar pulsa pada sinyal PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal yang asli sebelum termodulasi. Hal ini dapat diartikan bahwa sinyal PWM memiliki gelombang frekuensi yang konstan dengan variasi *duty cycle* yang merupakan lamanya pulsa

high dalam 1 periode gelombang (Marzuki dkk, 2020). Motor servo pada penelitian ini berfungsi sebagai aktuator penggerak alat dan dipasang pada kopling kanan dan kiri traktor tangan.

2.6. Akumulator

Akumulator ditemukan pertama kali oleh seorang ahli fisika Prancis Gaston Plante tahun 1859. Menurut Setiono (2015) yang menyatakan bahwa aki merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk dalam elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya sehingga disebut dengan elemen sekunder. Aki ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Akumulator.

2.7. Rujukan Penelitian

Pada rujukan penelitian mencantumkan beberapa skripsi atau jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian tentang kendali kemudi traktor tangan dengan ESP 32. Rujukan penelitian dapat dilihat pada Tabel 4 berikut lengkap dengan judul dan keterangannya.

Tabel 4. Rujukan penelitian

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1	Ridho Nurrohmansyah, 2020	Desain <i>interface</i> dan sistem kendali gerak traktor tangan menggunakan jaringan <i>wireless</i> berbasis mikrokontroler	Memperoleh desain <i>interface</i> dan sistem pengendalian gerakan traktor tangan menggunakan jaringan <i>wireless</i>
2	Muliadi <i>et al.</i> , 2020	Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan esp32	Rancang bangun menghasilkan tempat sampah pintar menggunakan Arduino Uno
3	Dedi Ary Prasetya <i>et al.</i> , 2019	Rancang bangun <i>prototype</i> traktor dengan kendali jarak jauh menggunakan <i>smartphone</i>	Rancangan alat traktor yang dikontrol jarak jauh dengan <i>smartphone</i> dengan NodemCU dan ESP8266
4	Dominicus Wahyu Aji Nugraha, 2019	Desain kendali remote kontrol untuk setir traktor tangan berbasis aplikasi <i>bluetooth</i> android	Rancangan alat memanfaatkan gelombang <i>bluetooth</i> yang terkoneksi dengan <i>smartphone</i> untuk mengoperasikan traktor tangan
5	Sugiharto <i>et al.</i> , 2017	Rancang bangun robot pengintai dengan kendali Android	Rancangan sebuah robot pengintai yang dikendalikan menggunakan <i>smartphone</i>
6	Bramastya <i>et al.</i> , 2017	Perancangan <i>prototype</i> pengendali pintu pagar otomatis berbasis Mikrokontroler dengan komunikasi <i>wireless</i> menggunakan aplikasi Android	Pembuatan sebuah sistem pengendali pintu pagar secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai perangkat utama
7	Syofian, 2016	Pengendalian pintu pagar geser menggunakan aplikasi <i>smartphone</i> Android dan mikrokontroler arduino melalui <i>bluetooth</i>	Pembuatan alat pengendali pintu pagar geser dengan <i>smartphone</i> Android dan mikrokontroler arduino melalui <i>Bluetooth</i>
8	Pauline Rahmiati <i>et al.</i> , 2014	Implementasi sistem <i>bluetooth</i> menggunakan android dan arduino untuk kendali peralatan elektronik	Rancang sistem untuk mengontrol seluruh peralatan elektronik dengan bantuan <i>smartphone</i> Android dengan koneksi <i>Bluetooth</i>

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei – Desember 2021 di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hasil modifikasi traktor tangan *Quick G1000 Boxer*, aplikasi *Blynk*, *smartphone* Android, *notebook* ASUS E203NAH, kunci pas, lem tembak, obeng, tang, multimeter digital, meteran, solder, tali rafia dan gunting, pemberat berupa ban dan singkal. Berikutnya untuk bahan yang digunakan yaitu kabel *jumper*, modul ESP 32, program Arduino IDE, 2 buah Jx Servo PDI-HV2060MG, *software Blynk Apps*, kotak panel dan kotak plastik, aki mobil, bahan bakar, tepung, dan lain-lain.

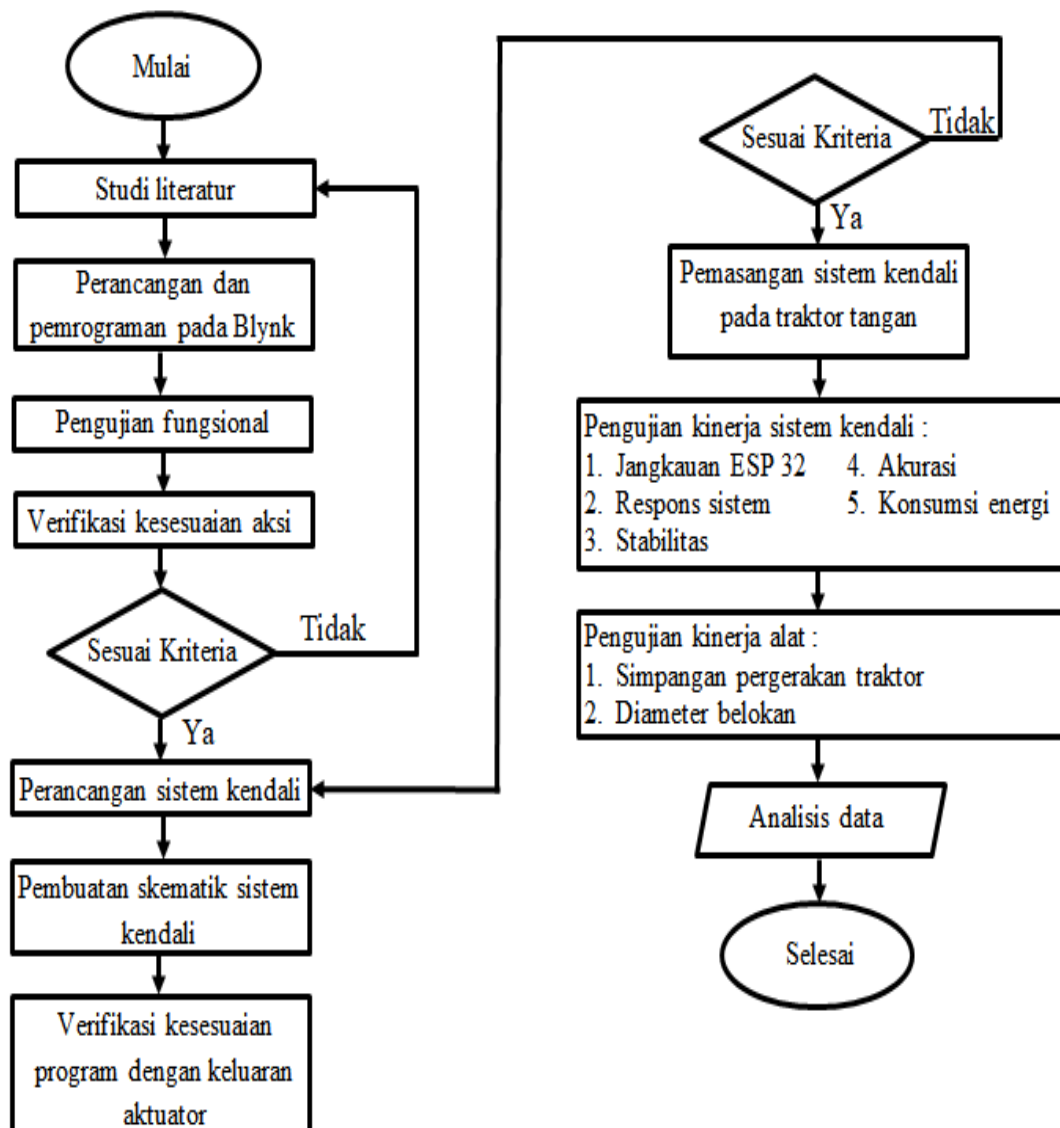
3.3. Kriteria Desain

Sistem kendali kemudi dirancang untuk bekerja mengendalikan pergerakan traktor tangan yang dipasangkan aplikasi pada *smartphone* Android. Pergerakan yang dikendalikan meliputi gerak belok ke kanan, ke kiri dan berhenti. Informasi perintah diberikan melalui sinyal dari *WiFi* yang kemudian diterima dan diolah mikrokontroler ESP 32. Rancangan ini diharapkan mampu mengendalikan kemudi dari traktor tangan dengan jarak 50 – 60 m, ketepatan akurasi sebesar

100%, stabilitas dan respon pergerakan aktuator yang tepat, dan semua tombol pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik.

3.4. Prosedur Penelitian

Penelitian ini merancang sistem kendali melalui sebuah aplikasi yang terpasang pada *smartphone*. Penelitian ini melalui beberapa tahapan yang dilakukan untuk pembuatan program aplikasi dan juga sistem kendalinya. Berikut prosedur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



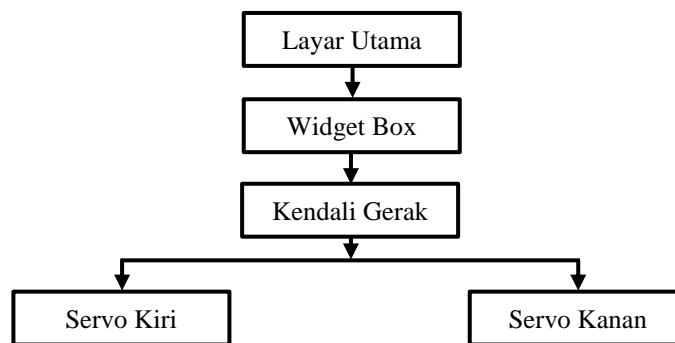
Gambar 6. Prosedur penelitian.

3.4.1. Studi Literatur

Tahap pertama penelitian dilakukan studi literatur tentang pembuatan kendali sistem berbasis jaringan *WiFi* menggunakan aplikasi *Blynk* berasal dari artikel ilmiah dan *website*. Informasi yang dicari meliputi blok diagram bahasa pemrograman pembuatan aplikasi dengan *Blynk* dan pengendalian jarak jauh berbasis jaringan IoT, bahasa pemrograman Arduino untuk menghubungkan aplikasi yang terbentuk dengan aktuator penggerak melalui modul ESP 32 yang telah dipasang.

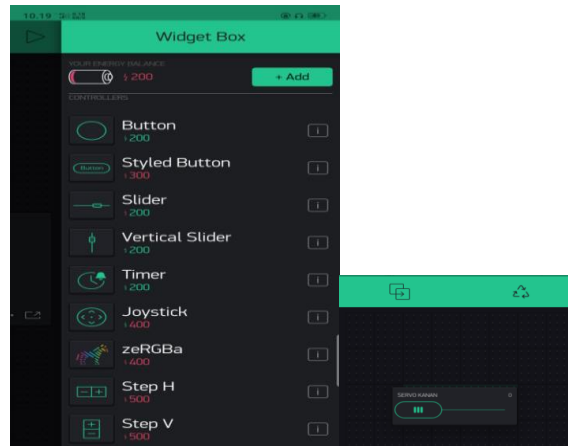
3.4.2. Perancangan Interface Blynk

Penelitian ini merancang *interface* yang terbagi menjadi dua tahapan yaitu perancangan halaman dan pemrograman. Berikut struktur rancangan *interface* untuk kendali kemudi traktor tangan pada Gambar 7.



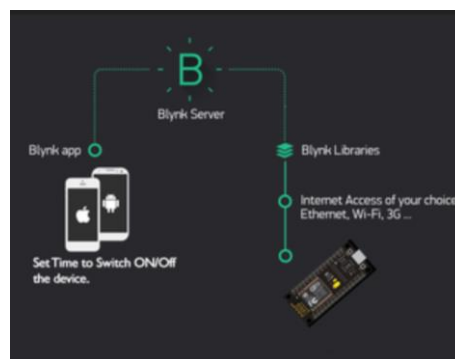
Gambar 7. Struktur rancangan *interface*.

Pembuatannya menggunakan teknik *drag and drop* elemen yang tersedia pada halaman *widget box*. Pada halaman ini terdapat energi yang akan berkurang jika menarik elemennya, setiap elemen yang akan digunakan harga energinya berbeda, mulai dari harga 200-1900 energi. Tampilan dari elemen pada halaman *widget box* disajikan pada Gambar 8. Untuk mengganti atau menghapus elemen yang tidak diperlukan ada pada tampilan kanan, pada bagian kiri atas ada tanda untuk duplikat elemen dan bagian kanan atas adalah tanda untuk menghapus serta mengembalikan energi yang telah digunakan.



Gambar 8. Tampilan *widget box* Blynk apps.

Pada Gambar 9 terdapat ESP 32 yang memiliki koneksi *WiFi* dan sudah di *input* program dari Arduino, program ini mengatur gerakan yang akan dilakukan oleh traktor tangan. Aplikasi *Blynk* yang sudah terpasang pada *smartphone* kemudian diaktifkan mode *hotspot* dan pastikan koneksi pada ESP 32 terhubung dengan *smartphone*. Kemudian setiap tombol pada aplikasi dapat melakukan fungsinya sesuai dengan yang kita kehendaki.



Gambar 9. Jalur koneksi.

Tampilan aplikasi ketika *offline* dapat dilihat pada Gambar 10. Terlihat program sedang bertuliskan *offline* itu tandanya aplikasi ini sedang tidak digunakan dan tidak sedang terhubung dengan jaringan *WiFi* yang ditetapkan untuk digunakan maupun ESP 32 namun tetap terhubung dengan *internet*. Juga ditandai dengan gambar Arduino kecil di pojok kanan atas dengan tanda merah, yang mengartikan aplikasi ini terputus koneksinya atau belum terkoneksi dengan jaringan *WiFi* yang

dituju. Untuk gambar kotak disebelahnya itu untuk mengembalikan ke posisi pembuatan atau mengoreksi ulang apabila dari pin salah, penambahan *widget* dan pengurangan *widget*. Slider hijau itu untuk servo kanan yang diatur dari putaran 20° hingga 180° pergerakan servo. Begitu pun untuk servo kiri juga diatur putaran dari 20° hingga 180° .



Gambar 10. Tampilan aplikasi ketika *offline*.

3.4.3. Pengujian Interface Sistem Kendali

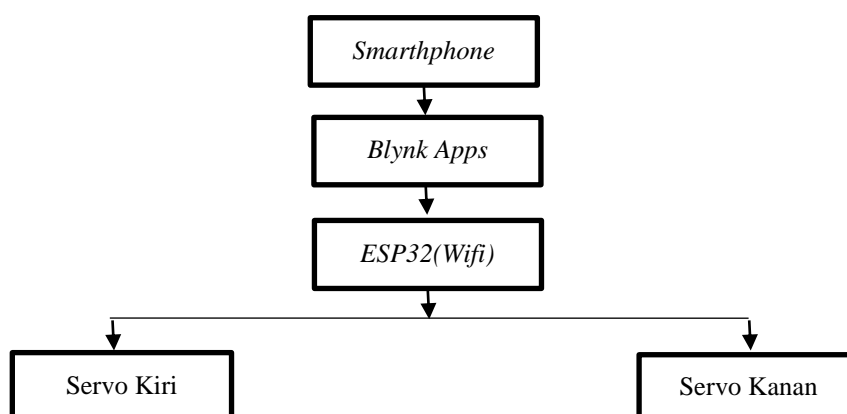
Pengujian dilakukan setelah *interface* berhasil diprogram dan siap digunakan dengan dilakukan penekanan setiap elemen atau tombol fungsinya yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil dari pembuatan *interface* sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan berupa uji fungsional yaitu uji navigasi kendali pada *smartphone* Android. Uji navigasi kendali masuk dalam uji fungsionalitas untuk mengetahui kemampuan dasar dari *interface*.

3.4.4. Perancangan Sistem Kendali

Perancangan sistem kendali meliputi proses pembuatan skematik sistem kendali traktor tangan, perangkaian komponen ke ESP 32, penulisan program pada Arduino IDE, dan pemasangan aktuator penggerak ke stang traktor tangan. Jika

semua sudah terpasang pada posisinya selanjutnya dilakukan verifikasi rangkaian yang sudah terpasang. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kesalahan rangkaian dan kegagalan kerja sistem kendali. Gambar skematik rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar 32 Lampiran dan Gambar 33 Lampiran.

Tahapan berikutnya yang harus dilakukan adalah perangkaian komponen yang merupakan tahapan untuk mengimplementasikan skematik ke dalam sebuah rangkaian sistem kendali. Bentuk implementasi dalam diagram blok untuk memudahkan pembaca dalam mencerna skematik rangkaian sistem kendali. Tahap perangkaian komponen, aplikasi *Blynk* pada *smartphone* dihubungkan pada ESP 32. Aplikasi *Blynk* berfungsi sebagai pengontrol perangkat keras dari jarak jauh yang dirancang untuk IoT. Kemudian servo melakukan aksi dalam bentuk pergerakan menarik tuas kopling pada traktor tangan, sehingga dapat berjalan sesuai arahan dari program yang sudah dibuat. Servo yang digunakan sebanyak dua buah dan diletakkan masing-masing di atas stang traktor tangan bagian kanan dan kiri lalu dikencangkan menggunakan baut dan mur. Untuk kotak panel rangkaian kendali diletakkan di atas badan traktor tangan juga dikencangkan menggunakan baut dan mur. Rancangan tata letak komponen dan aktuatornya ditunjukkan pada Gambar 34 Lampiran. Berikut diagram yang menghubungkan antar komponen-komponen yang akan diimplementasikan dari skematik rangkaian, seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram blok sistem kendali.

Pada rancangan ini sistem kendali kemudi setir traktor tangan dirancang dengan sistem otomatis yang terdiri dari kotak servo kanan dan kiri, serta panel kendali rangkaian. Perancangan komponen ini menghubungkan antara aktuator dengan program yang ingin dijalankan. Semua komponen terhubung dengan mikrokontroler ESP 32 melalui kabel *jumper* untuk memberi perintah keluaran yang akan terkoneksi dengan *smartphone*. Setelah semua komponen terhubung maka akan dimasukkan ke dalam kotak agar semua perangkat terlindungi dari air dan lainnya yang dapat merusak komponen. Desain servo, *pulley* dari kayu dengan diameter 12 cm, dan juga kotak penempatan didasarkan oleh penelitian (Nugraha, 2019). Servo ditempatkan pada kotak plastik hitam berukuran 18x11x9 cm dengan pengencang besi, dapat dilihat pada Gambar 39 Lampiran. Fungsi dari dibuatnya dudukan besi untuk servo yaitu menahan getaran yang dihasilkan traktor tangan saat beroperasi sehingga kotak dalam posisi tetap di stang traktor tangan.

3.4.5. Rancang Fungsional

Pada rancangan ini sistem kendali kemudi traktor tangan dirancang dengan sistem otomatis yang dikendalikan melalui jaringan *WiFi* menggunakan *smartphone*. Sistem yang terdiri dari ESP 32, motor servo, *power supply*, *stepdown* DC dapat dijabarkan singkat sebagai berikut:

a. Mikrokontroler ESP 32

Dalam rangkaian ini berfungsi sebagai kendali sistem yang menerima data berupa kode sinyal yang dikirimkan melalui jaringan nirkabel.

b. Motor servo

Menurut penelitian Nugraha (2019) servo tipe JX-PDI HV2060MG bergerak pada tegangan DC sebesar 6,0 – 7,4 volt dan kecepatan pengoperasian 0,15 detik/60⁰ pada tegangan 6 volt, dan pada tegangan 7,4 volt kecepatannya 0,13 detik/60⁰.

c. Aki Amaron NS60 12V

Aki digunakan sebagai sumber energi karena pada aki terjadi proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Memiliki dimensi panjang

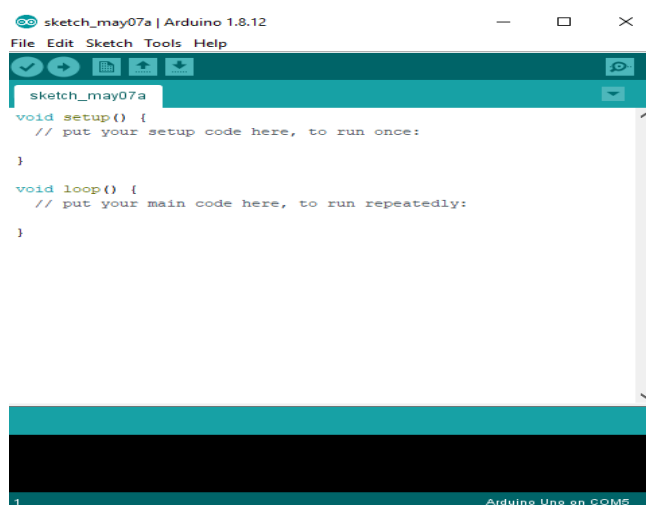
238 mm, lebar 129 mm, dan tinggi 227 mm. Keunggulannya yaitu usia lebih panjang dibanding kompetitor sekelasnya, tahan terhadap guncangan, bebas perawatan, dan tahan terhadap karat dan panas.

d. *Stepdown* DC

Modul ini digunakan untuk menurunkan tegangan listrik DC, dimana *output* untuk tegangannya dapat diatur dengan memutar potensiometer pada *stepdown*. Fungsi penempatannya pada penelitian ini yaitu sebagai penstabil tegangan yang dialirkan ke servo dan menurunkan tegangan aki 12 V menjadi 7 V.

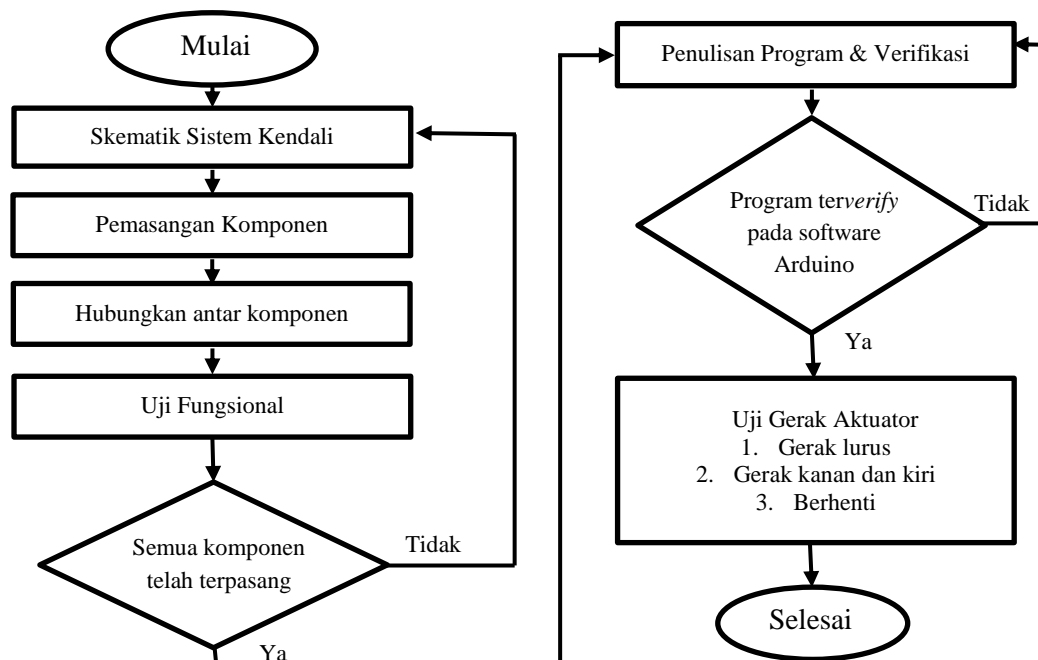
3.4.6. Pemrograman ESP 32

Penelitian sistem kendali kemudi dari traktor tangan meliputi proses pembuatan skematik rangkaian, pemasangan komponen ke mikrokontroler ESP 32, dan pemasangan aktuator penggerakannya. Kegagalan sistem akibat kesalahan dari pemasangan dalam rangkaian dapat dikurangi dengan pengecekan ulang komponen yang terpasang atau memverifikasi rangkaian. Kemudian dilanjutkan dengan validasi alat dan tahapan penulisan program penelitian pada *software* perangkat komputer. Penulisan program menggunakan bahasa pemrograman C dengan bantuan Arduino IDE v.1.8.12 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan layar *software* Arduino.

Program dicek kebenarannya dengan verifikasi *software* Arduino, jika tidak memberi peringatan maka program dalam *software* sudah benar dan dapat dijalankan. Namun jika *software* memberikan peringatan dengan ditandai adanya *highlight* pada penulisannya maka terdapat kesalahan penulisan. Setelah melakukan verifikasi berikutnya yang harus dilakukan adalah meng-*upload* program untuk mengirimkan informasi ke mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler melakukan aksi sesuai perintah dari program, jika terdapat kesalahan selama aksi maka perlu dilakukan modifikasi dalam penulisan programnya. Perencanaan alat lebih jelasnya dapat dilihat dengan diagram alir pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram alir perancangan alat.

3.5. Mekanisme Kerja

Sistem ini dibuat untuk bekerja mengendalikan traktor tangan dengan otomatis dengan memastikan mode *WiFi* terhubung dengan *smartphone*. Untuk mode *WiFi* pastikan terhubung dengan *Acces Point* (AP) yang sama pada *smartphone*. *Interface* pengendali yang sudah terinstal di *smartphone* akan mengirimkan kode

perintah melalui jaringan modul yang digunakan menuju mikrokontroler ESP 32. Mikrokontroler ESP 32 kemudian mengolah kode tersebut dan memberikan aksi gerakan berupa respon terhadap aktuator.

Pergerakan aktuator akan dikendalikan oleh tombol-tombol yang sudah diatur oleh *interface* yang dibuat, yang mana pergerakannya disesuaikan dengan perintah ESP32. Kemudian aktuator berupa servo dipasang pada kemudi bagian kanan dan kiri dari traktor tangan. Servo kemudian disambungkan dengan kawat yang terikat juga pada kopling kanan dan kiri traktor tangan. Kawat ini akan mengangkat kopling agar traktor dapat berbelok ke kanan atau ke kiri, dan berhenti. Ketika motor servo mendapat perintah dari mikrokontroler untuk berbelok ke kanan, maka kopling bagian kanan akan terangkat dan traktor tangan pun berbelok ke kanan. Apabila tuas kiri yang naik, maka traktor tangan akan berbelok ke kiri. Saat mikrokontroler mengirimkan perintah untuk berhenti, maka kopling kanan dan kopling kiri akan bergerak naik. Untuk berbelok sebesar 180° ke kanan dilakukan penekanan tombol kanan sebanyak 2 kali dan tombol kiri sekali untuk menjalankan kembali di posisi yang lurus. Begitu pun sebaliknya jika ingin berbelok sebesar 180° ke kiri.

3.6. Pengujian Kinerja Sistem Kendali

Pengujian yang dilakukan berupa analisis kinerja aktuator dan kemampuan dari sistem rangkaian. Beberapa parameter yang dilakukan pengujian yaitu jangkauan ESP 32, stabilitas, respons sistem, dan akurasi sistem. Jangkauan ESP 32 menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi atau kehilangan koneksi melalui suatu lintasan. Stabilitas menggambarkan daya tahan alat atau sistem untuk menghasilkan kinerja yang tetap atau tidak. Respons sistem aktuator yang diletakkan pada traktor tangan sangat bergantung dengan kestabilan sistem kendali ini. Akurasi menunjukkan ketepatan kinerja suatu alat ketika mencapai suatu *setting point* atau batasan yang telah ditentukan.

3.6.1. Jangkauan ESP 32

Jarak jangkauan koneksi merupakan suatu pengukuran yang menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi atau kehilangan koneksi dari suatu lintasan yang sudah ditentukan nantinya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian jarak bertujuan untuk mengetahui besarnya jangkauan terjauh pengendalian dari *interface* pada rangkaian sistem kendali yang digunakan.

3.6.2. Stabilitas

Stabilitas menggambarkan daya tahan alat atau sistem untuk menghasilkan kinerja yang tetap atau tidak. Stabil berarti tidak berubah atau tetap pada posisinya. Respons aktuator yang diletakkan pada traktor tangan sangat bergantung dengan kestabilan sistem kendali ini. Syarat stabilitas tidak terpenuhi apabila respons yang dihasilkan waktu *delay* terlalu lama dan gerakan menyimpang dari perintah yang diberikan.

3.6.3. Respons Sistem

Pada respons sistem memperlihatkan kecepatan kinerja suatu sistem terhadap ada atau tidaknya gangguan dan waktu pada data. Terdapat dua jenis respons sistem berdasarkan jenis domain yang digunakan diantaranya domain waktu dan domain frekuensi. Pada penelitian digunakan domain waktu yang karakteristik respons spesifik performansinya didasarkan pada pengamatan bentuk respons terhadap perubahan waktu. Respons sistem berdasarkan domain waktu ini dibagi menjadi dua tahapan yakni spesifikasi respons *transient* dan spesifikasi respons *steady state*. Respons *transient* berguna dalam pengukuran waktu ketika sistem memulai kinerja sampai terjadi perubahan atau gangguan yang masuk hingga sampai posisi *steady state* (Tirono & Nayiroh, 2008). Lalu respons *steady state* digunakan untuk mengukur waktu saat sistem atau respons dalam keadaan stabil sampai waktu yang tak terbatas.

3.6.4. Tingkat Akurasi

Akurasi disini menunjukkan bahwa ketepatan kinerja suatu alat ketika telah mencapai suatu *setting point* atau batasan yang telah ditentukan. Nilai akurasi ini diperoleh setelah mendapatkan perbandingan antara jumlah data yang diperoleh dengan *setting point* (SP) nilai. Akurasi dari *interface* berupa *persentase* (%) tingkat keberhasilan setiap tombol pada *interface* terhadap respon gerakan aktuator. Persamaan matematis ini dikembangkan berdasarkan rumus akurasi pada penelitian (Telaumbanua *et al.* 2019), mengenai sistem kendali EC meter. Secara umum dinyatakan dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah putaran respon}}{\text{jumlah penekanan pada tombol di interface}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

3.7. Konsumsi Energi

3.7.1. Tegangan

Tegangan listrik merupakan beda potensial listrik yang terjadi diantara dua titik dalam suatu rangkaian listrik. Penyebab terjadinya tegangan listrik yaitu akibat dari resistansi di dalam rangkaian listrik karena menahan arus yang mengalir. Semakin deras aliran maka tegangannya akan semakin kuat. Pada penelitian ini digunakan tegangan DC (tegangan searah) yang bersumber dari *power supply* (aki) dan diukur dengan digital multimeter. Tujuan pengukuran tegangan adalah untuk mendapatkan nilai V (volt) yang dibutuhkan dalam mencari daya.

3.7.2. Kuat Arus

Kuat arus merupakan banyaknya muatan listrik yang bergerak melalui suatu titik di dalam rangkaian listrik persatuan waktu. Pengukuran kuat arus pada penelitian ini digunakan dalam perhitungan jumlah konsumsi daya suatu beban. Alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus dari *power supply* (aki) adalah multimeter

digital. Metode yang digunakan yaitu dengan membuat rangkaian searah antara multimeter dengan arus yang mengalir.

3.7.3. Daya

Daya merupakan besarnya usaha memindahkan muatan per satuan waktu atau jumlah energi yang dimanfaatkan tiap detik. Untuk itu daya listrik dapat diartikan sebagai total energi yang diserap atau dihasilkan dalam suatu rangkaian listrik. Besarnya nilai daya listrik dihasilkan dari perkalian antara kuat arus listrik (I) dengan tegangan listrik yang mengalir (V). Secara matematis dituliskan oleh persamaan dibawah ini :

$$P = I \times V \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

P = daya (watt)

V = tegangan listrik (volt)

I = arus listrik (ampere)

3.8. Pengujian Kinerja Alat

Setelah selesai menguji rangkaian sistem kendali, maka akan dilakukan pengujian terhadap alat yang digerakan. Pengujian yang dilakukan ini berfungsi untuk mengetahui data pergerakan traktor tangan menggunakan sebuah sistem kendali. Pengujian kinerja alat dilakukan di lahan datar berilalang. Parameter yang akan diuji antara lain yaitu pemberian aksi, diameter belokan, dan simpangan pergerakan traktor .

3.8.1. Pemberian Aksi

Parameter pertama yang diuji yaitu pemberian aksi yang ditunjukkan dengan gerakan aktuator (servo) setelah mendapatkan perintah dari sistem. Perintah

tersebut berasal dari penekanan tombol pengontrol yang kemudian diolah oleh ESP 32 sebagai *chips* kendali sistemnya. Pada stang traktor tangan, servo kanan akan bergerak saat mendapat perintah untuk bergerak ke kanan melalui *interface*. Dampaknya yaitu terjadi perubahan gerakan pada traktor tangan yang semula bergerak lurus akan berputar haluan untuk ke kanan. Begitu juga berlaku untuk servo pada stang kiri traktor tangan, apabila diberikan perintah maka akan berbelok ke kiri.

3.8.2. Diameter Belokan

Pada pengujian diameter belokan untuk traktor tangan bertujuan untuk mengetahui besaran daerah yang dibutuhkan oleh traktor tangan untuk berputar atau berbelok arah sebesar 180° . Pengukuran diameter ini dilakukan dengan mengukur roda dalam saat sebelum dan sesudah belokan dilakukan. Kemudian ditarik garis lurus di antara jejak roda dari hasil belokan tersebut yang selanjutnya diukur. Diameter belokan ke kiri atau ke kanan dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 38 Lampiran.

3.8.3. Simpangan Pergerakan Traktor

Simpangan pada traktor tangan ini tolak ukurnya berdasarkan besar simpangan traktor tangan dari jalur pergerakan dan diukur dengan satuan cm. Simpangan yang diukur berupa besar simpangan ke kiri dan ke kanan. Proses pengukuran dilakukan melalui pengamatan pada pergerakan traktor tangan saat mengalami simpangan dari jalur yang telah ditetapkan. Pada pengujiannya untuk simpangan dilakukan penggambaran garis lurus pada lahan yang akan digunakan, lalu untuk mengukurnya ditarik dari patokan garis lurus tersebut sampai jejak roda traktor tangan menyimpang. Pengukurannya dengan menggunakan meteran yang sudah disiapkan sebelumnya. Untuk membenarkan pergerakan maka dilakukan pemberian aksi. Pengamatan pemberian aksi dilakukan dengan memperhatikan berapa kali tombol kendali pada *smartphone* ditekan. Gambar arah simpangan pergerakan ditunjukkan oleh Gambar 40 Lampiran. Traktor tangan dianggap

menyimpang jika roda menyimpang atau melewati garis lurus acuan yang telah dibuat, baik itu menyimpang ke kanan atau ke kiri dari jalur. Kemudian simpangan diukur dari garis acuan hingga jejak roda yang keluar garis.

3.8. Analisis Data

Pada penelitian ini pengujian untuk pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Tahapan berikutnya data dipindahkan ke dalam Ms. Excel untuk dilakukan analisis data dengan hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada data pengujian sistem kendali traktor tangan dibagi menjadi beberapa point penting diantaranya:
 - a. Pengujian navigasi kendali, di mana waktu yang diperlukan untuk aktuator menerima respons dari hasil penekanan tombol aplikasi berkisar 0,1 – 0,2 detik. Namun sewaktu-waktu akan berubah sesuai dengan kondisi koneksi jaringan.
 - b. Pengujian respon sistem dilakukan dengan beban dan tanpa beban, didapatkan hasil pada servo kanan tanpa beban dengan rata-rata keseluruhan waktu 0,748 detik dengan nilai regresi sebesar 0,9928 dan nilai *slope* 0,0876. Pada servo kiri tanpa beban mencapai 0,865 detik dengan nilai regresi sebesar 0,9903 dan nilai *slope* 0,0946, servo kanan dengan beban dengan rata-rata waktu keseluruhan 0,9 detik dengan nilai regresi sebesar 0,9897 dan nilai *slope* 0,0888, dan pada servo kiri dengan beban sebesar 0,927 detik dengan nilai regresi sebesar 0,9949 dan nilai *slope* 0,1014. Respon sistem tergolong lambat kemungkinan terjadi gap *delay* di antara delay 0,8 s – 1,2 detik disebabkan karena PWM (*Pulse Width Modulation*) atau modulasi lebar pulsa berupa sinyal pulsa analog yang umumnya berbentuk gelombang segiempat dari ESP 32 yang diterima servo kanan dan kiri dari servo tidak berada di kondisi tinggi atau siklus kerja (*Duty cycle*). Sehingga menyebabkan *delay* yang membuat respons terhadap servo melambat.

- c. Pengujian terhadap stabilitas dilakukan jarak 5 m tanpa menggunakan beban aktuator pada sudut 180° dan 100° dengan 3 kali ulangan. Juga dilakukan menggunakan pembebanan dengan jarak 5 m pada sudut 180° dan 100° dengan 3 kali pengulangan, selain itu juga diperlukan parameter tali untuk mengukur panjang tarikan servo kanan dan kiri. Panjang *handgrip* untuk kanan dan kiri 18 cm dengan jarak antara ujung *handgrip* ke tali yang ditempatkan sejauh 3 cm untuk kanan dan 4,5 cm untuk yang kiri. Panjang tarikan untuk yang kanan 10 cm dan kiri 8 cm.
- d. Pengujian akurasi dilakukan setiap jarak 8 m dengan 10 kali penekanan tombol dengan jeda waktu penekanan 5 detik. Analisis dari grafik untuk pengulangan tanpa beban jarak terpendek untuk tidak menghasilkan 100% ada pada jarak 56 m dan jarak terjauh untuk tetap di persentase 100% ada pada jarak 72 m.
- e. Pengujian konsumsi energi terbagi menjadi pengujian terhadap tegangan, kuat arus, dan perhitungan daya. Nilai *slope* yang dihasilkan oleh daya servo kiri adalah 0,8998 watt dan pada servo kanan memiliki nilai *slope* sebesar 0,7472 watt.

2. Hasil dari uji kinerja alat menunjukkan bahwa:

- a. Untuk posisi kesetimbangan pada traktor maka diperlukan pembebanan pada atas badan traktor dan bawah badan traktor. Pada badan traktor tangan digunakan *implement puddle* (20 kg) yang terbuat dari baja serta diberikan pemberat berupa roda besi (32 kg) yang terikat pada bagian atas traktor tangan, gunanya yaitu sebagai penstabil saat traktor tangan berjalan. *Implement puddle* dipasang pada tempat pemasangan *implement*.
- b. Rata-rata jarak lurus atau panjang lintasan yang dilalui traktor tangan dengan jaringan *WiFi* sejauh 12,56 m.
- c. Rata-rata simpangan ke kanan sejauh 27,67 cm dan simpangan ke kiri sejauh 19,33 cm.

Rata-rata untuk jarak lurus pada pengukuran belokan traktor tangan sejauh 16,86 m dengan diameter belokan kiri sebesar 1,46 m dan diameter belokan kanan sebesar 1,47 m.

3. Hasil dari uji kualitas kinerja dari sistem dalam menangkap sinyal dari ESP 32 terhadap Android didapatkan:
 - a. Jarak jangkauan untuk koneksi ESP 32 sebesar 55 meter untuk pengujian yang dilakukan pada lokasi depan Gedung Aula Pertanian dan;
 - b. Jarak jangkauan untuk koneksi ESP 32 sebesar 86 meter untuk pengujian yang dilakukan pada lokasi jalur dua samping lapangan sepak bola Unila.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan penelitian ke depan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan pengetahuan sebelum melakukan sebuah penelitian sangat diperlukan, terutama untuk bagian coding.
2. Diperhatikan setiap penggunaan perangkat penelitian. Laptop, aki, *handphone*, dan komponen seperti ESP32 karena berada di luar ruangan dan langsung terpapar matahari sehingga mudah panas dan mengakibatkan seringnya berhenti untuk mendinginkan perangkat agar tidak *error*.
3. Sering cek prakiraan cuaca agar tidak terjadi konsleting pada alat jika terjadi hujan atau error pada alat jika terlalu lama dibawah matahari.
4. Disarankan agar tidak lagi menggunakan traktor tangan yang usianya lebih dari 4 tahun apalagi jika tidak dirawat kondisinya, sehingga membuat performanya menurun.
5. Untuk penguat sinyal dan kestabilan saat dilakukannya pengambilan data upayakan ditambah dengan *repeater* berupa *WiFi router* TP-LINK TL27860N atau sejenisnya. *Repeater* ini sebagai antena tambahan untuk menguatkan jaringan yang berfungsi memperluas jangkauan sinyal dari *WiFi*.

6. Untuk analisis kinerja alat berupa lebar simpangan atau diameter belok diusahakan mencari lokasi yang memang rata dan tanah tanpa hambatan untuk menghindari *slip* pada roda.
7. Pengukuran kuat arus, tegangan, dan daya menggunakan alat pengukur terbaru yaitu watt meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U., Desrial, dan Saksono, M. 2012. Pengembangan Metoda Deteksi Rintangan untuk Traktor Tanpa Awak Menggunakan Kamera CCD. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 21 (1): 1-8.
- Anwar, K., Sari, A. P., dan Minggu, D. 2018. Rancang Bangun Sistem Kendali Sirip Roket Bagian Rudder Menggunakan Kontrol PID. *Jurnal Ilmiah*. 26(1): 27– 35.
- Aulia, F.J., Kartikasari, P. D., Bakhtiar, F. A. 2020. Implementasi Mekanisme Oublish Subscribe pada Pemantauan Kehadiran Beacon menggunakan Protokol Bluetooth Low Energy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 4 (7): 2094 – 2101.
- Bramastya, D., Wijayanto, I., dan Hadiyono, S. 2017. Perancangan Prototype Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Komunikasi *Wirelles* Menggunakan Aplikasi Android. *e-Proceeding of Engineering*. 4(1): 372-377.
- Budiaji, W., Suherna, dan Salampessy, Y. 2012. Pendugaan Standar Deviasi Untuk Sampel Kecil dalam Penelitian Pertanian. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan Desember*. 1(1): 37–42.
- Giant, R. F., Darjat, dan Sudjadi. 2015. Perancangan Aplikasi Pemantau dan Pengendali Piranti Elektronik Pada Ruangan Berbasis Web. *Jurnal TRANSMISI*. 12(2): 70–75.
- Gunawan, dan Muhammad, S. 2013. Modifikasi Pengendali Traktor Otomatis Dan Rancang Bangun Unit Pengendali Otomatis Tuas Transmisi Maju Mundur Menggunakan Atmega 128. *Skripsi*. Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 60 hlm.
- Hilal, A. dan Manan, S. 2013. Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak CCTV Untuk Melihat Alat-Alat Monitor dan Kondisi Pasien Di Ruang ICU. *Gema Teknologi*. 17(2) : 95-99.

- Marzuki, A., Ramli, dan Hermanto, B. 2020. Rancang Bangun Bipolar SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) Pada Beban Non Linier Pada Inverter 1 Phase. *Electrotechnics And Information Technology*. 1(1) : 22-34.
- Muliadi M., Imran A., dan Rasul M. 2020. Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*. 17(2): 73-79.
- Nugraha, D. W. 2019. Desain Kendali Remote Kontrol Untuk Setir Traktor Tangan Berbasis Aplikasi Bluetooth Android. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Nurrohmansyah, R. 2020. Desain *Interface* dan Sistem Kendali Gerak Traktor Tangan Menggunakan Jaringan *Wireless* Berbasis Mikrokontroler. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Prabawa, S. 2009. Analisis Kebisingan Dan Getaran Mekanis Pada Traktor Tangan. *AGRITECH*. 29(2): 103–107.
- Prasetya, A. D., dan Satriyatama, A. K. 2019. Rancang Bangun *Prototype* Traktor dengan Kendali Jarak Jauh Menggunakan *Smartphone*. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Symposium Nasional RAPI XVIII-2019 FT UMS ISSN 1412-9612*.
- Purbowaskito, W., dan Telaumbanua, M. 2019. Simulation Study Of Kalman-Bucy Filter Based Optimal Yaw Rate Control System For Autonomous Tractor. *Proceedings of International Symposium on Agricultural and Biological Engineering*. Makassar: 6-8 August 2019.
- Rahmiati, P., Firdaus, G., dan Fathorrahman, N. 2014. Implementasi Sistem *Bluetooth* Menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali Peralatan Elektronik. *Jurnal Elkomika: Institute Teknologi Nasional Bandung*. 1(2).
- Sugiharto, A., dan Windiyanti, S. 2017. Rancang Bangun Robot Pengintai dengan Kendali Android. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional: "Membangun Paradigma Kehidupan Melalui Multidisipln Ilmu"* Universitas Pamulang. Tangerang.
- Supegina, F., dan Setiawan, E. J. 2017. Rancang Bangun IoT *Temperature Controller* untuk *Enclosure* BTS Berbasis *Microcontroller Wemos* dan Android. *Jurnal Teknologi Elektro*. 8(2). 141708.
- Syofian, A. 2016. Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi *Smartphone* Android dan Mikrokontroler Arduino Melalui *Bluetooth*. *Jurnal Teknik Elektro ITP*. 5(1): 45-50.

- Telaumbanua, M., Triyono, S., Haryanto, A., Wisnu, F. 2019. Controlled Electrical Conductivity (EC) Of Tofu Wastewater As A Hydroponic Nutrition. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 6(3): 453-462.
- Tirono, M., dan Nayiroh, N. 2008. Pemodelan Dan Pembuatan Simulasi Kestabilan Respon Transien Motor Dc Menggunakan Graphical User Interface (GUI) Pada Matlab. *Jurnal Neutrino-Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 1(1).
- Yanmar. 2020. *Katalog Hand tractor*. URL: <https://www.yanmar.com/id/agri/products/tiller/ym/#head-1p>. Diakses tanggal 08 September 2022.
- Zulpayatun, Margana, C. C. E., dan Putra, G. M. D. 2017. Performansi Traktor Tangan Roda Dua Modifikasi Menjadi Roda Empat Multifungsi (Pengolahan Dan Penyiangan) Untuk Kacang Tanah Di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 5(1): 296–302.