

**UJI KINERJA TRAKTOR TANGAN DENGAN SISTEM KENDALI
NIRKABEL MENGGUNAKAN *REMOTE CONTROL BLUETOOTH*
*ANDROID***

(Skripsi)

Oleh

**KHARISMA EKA CHANDRA
NPM 1514071058**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

UJI KINERJA TRAKTOR TANGAN DENGAN SISTEM KENDALI NIRKABEL MENGGUNAKAN *REMOTE CONTROL BLUETOOTH ANDROID*

Oleh

KHARISMA EKA CHANDRA

Penerapan teknologi mekanisasi dan otomatisasi pada bidang pertanian bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengolahan lahan. Salah satu teknologi yang umum digunakan di Indonesia adalah traktor tangan. Namun sayangnya alat ini juga berdampak buruk bagi operator yang mengoperasikannya dalam jangka panjang. Modifikasi sistem kendali untuk traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* telah diciptakan untuk menanggulangi persoalan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan membandingkan kinerja traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android*, dan traktor tangan dengan sistem kendali manual. Parameter yang dibandingkan adalah nilai efisiensi, beban *cardiovascular* (%CVL), dan konsumsi bahan bakar, menggunakan metode analisis uji t.

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kinerja dari kedua sistem kendali traktor tangan tersebut. Traktor tangan dengan sistem kendali manual memiliki nilai efisiensi sebesar 37,82%, lebih besar dibandingkan nilai efisiensi traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* yaitu sebesar 27,91%. Beban *cardiovascular* (%CVL) traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* yaitu sebesar 2,54%, lebih ringan dibandingkan traktor tangan dengan sistem kendali manual yaitu sebesar 46,08%. Konsumsi bahan bakar traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* yaitu 0,43 liter/jam, lebih besar dibandingkan dengan traktor tangan dengan sistem kendali manual yaitu 0,33 liter/jam.

Kata kunci : *Remote control, android, bluetooth*, traktor tangan, uji kinerja, sistem kendali.

ABSTRACT

PERFORMANCE TEST OF HAND TRACTOR WITH A WIRELESS CONTROL SYSTEM USING BLUETOOTH ANDROID CONTROL REMOTE

By

KHARISMA EKA CHANDRA

The implementation of mechanization and automation technologies in agriculture is used to improve the effectiveness and efficiency of land processing. One of the tools commonly used in Indonesia is a hand tractor, but it has some adverse effects on operator who is running these machines continuously. The control system modification for hand tractor with a wireless control system using an android bluetooth control remote is already created to make the operator feel more comfortable, and also to make sure that the operator is safe from the damage.

This study aims to test the performance of hand tractor with a wireless control system using an android bluetooth control remote, to be compared with a manual control system of hand tractor performance. The parameters that are compared are efficiency, cardiovascular load (%CVL), and also fuel consumption, using t test method for the data analysis.

The study results obtained showed that there is a significant difference of performance between wireless control system of hand tractor and manual control system of hand tractor. The hand tractor with a manual control system efficiency is 37,82%, it is higher than the wireless control system of hand tractor with only 27,91%. The cardiovascular load (%CVL) of the hand tractor with a manual control system is 46,08%, it is heavier than cardiovascular load (%CVL) of hand tractor with wireless control system with only 2,54%. The fuel consumption of the hand tractor with manual control system is 0,33 liter/hour, it's lower than the hand tractor with manual control system with 0,43 liter/hour of fuel consumption.

Key word : Remote control, android, bluetooth, hand tractor, control system, performance test.

**UJI KINERJA TRAKTOR TANGAN DENGAN SISTEM KENDALI
NIRKABEL MENGGUNAKAN *REMOTE CONTROL BLUETOOTH*
*ANDROID***

Oleh

Kharisma Eka Chandra

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : UJI KINERJA TRAKTOR TANGAN DENGAN SISTEM KENDALI NIRKABEL MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL BLUETOOTH ANDROID

Nama Mahasiswa : *Kharisma Eka Chandra*

No. Pokok Mahasiswa : 1514071058

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

[Signature]
Dr. Mareh Telaumbanua, S.TP., M.Sc.

NIP. 198803252015041001

[Signature]
Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.

NIP. 197007031998022001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

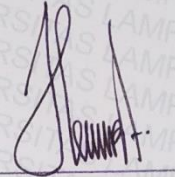
[Signature]
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

NIP. 1962101019899021002

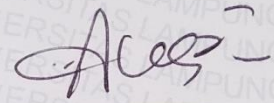
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

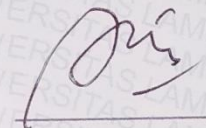
Ketua : **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**



Sekretaris : **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Warji, S.TP., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

061 020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 April 2022**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Kharisma Eka Chandra** NPM **1514071058**

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.TP., M. Sc. dan 2) Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M. Si. 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 ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, **22 April** 2022
Yang membuat pernyataan



(Kharisma Eka Chandra)

NPM. 1514071058

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 20 Mei 1997, sebagai anak pertama dari dua bersaudara keluarga Bapak Moh. Nasir dan Ibu Masniati. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Al-Bustan Way Kandis pada tahun 2003, SDN 2 Perumnas Way Kandis pada tahun 2006, SDN Sukmajaya 2 Cilegon pada tahun 2009, SMPN 1 Pulau Pangung pada tahun 2012, SMAN 1 Pulau Pangung, dan terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi kemahasiswaan jurusan, sebagai anggota bidang Keprofesian Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP), UKM FOSI FP Unila dan UKM LS MATA FP Unila, Serta penulis juga pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Setia, Kabupaten Way Kanan selama 40 hari pada bulan Januari – Februari 2019. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pembudidayaan Bawang Merah, Pantai Samas, Kabupaten Bantul, Yogyakarta dengan judul “BUDIDAYA TANAMAN CABAI MERAH DI LAHAN PASIR ” selama 30 hari kerja mulai Juli – Agustus 2018. Pada perkuliahan semester 5, penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah perbengkelan dan gambar teknik.

“Alhamdulillahirobbil’alamin...”

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT dengan segala rahmat dan kasih sayang, serta karunia-nya yang telah membuatku mampu menyelesaikan skripsi ini. Hari ini aku percaya bahwa, tiada hal yang mustahil terjadi jika kita memintanya dengan sepenuh hati.

Kupersembahkan skripsi ini untuk keluarga tercinta
Bapak Moh. Nasir, Ibu Masniati & adik Arif Rahman
yang telah memberikan doa dan motivasi serta semangat untuk terus berjuang
hingga saat ini.

Juga untuk semuanya yang selalu menantikanku untuk wisuda

SANWACANA

Puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan berupa skripsi ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya yang senantiasa kita nantikan syafa'at-nya di Yaumul Akhir kelak.

Skripsi yang berjudul **“Uji Kinerja Traktor Tangan dengan Sistem Kendali Nirkabel Menggunakan *Remote Control Bluetooth Android*”** ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis memahami bahwa dalam penulisan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka maupun duka yang dihadapi, namun berkat doa, semangat, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang sangat membantu penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik, maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Sandi Asmara, M. Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, bimbingan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.

5. Dr. Warji, S.TP., M.Si. selaku pembahas yang telah memberikan saran, masukan dan perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung atas arahan, bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama ini.
7. Ayah, ibu, adik serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan maupun doa, serta almarhum nenenda yang selama hidupnya menjadi motivasi, inspirasi dan panutan bagi penulis, sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga besar Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Teman seperjuangan Teknik Pertanian 2015 terutama (Riski Pratama dan M. Irfansah) yang selalu ada dan siap membantu selama perkuliahan sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
10. Keluarga besar PERMATEP, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, yang telah membantu, meluangkan, dan memberikan banyak hal untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, serta teman-teman sekalian. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak pada masa yang akan datang.

Bandar lampung, 2022

Penulis,

Kharisma Eka Chandra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Traktor Tangan	5
2.2. Traktor Tangan Dengan Sistem Kendali Nirkabel Menggunakan <i>Remote Control Bluetooth Android</i>	8
2.2.1. Kotak <i>Actuator</i> Pengendali Gas.....	9
2.2.2. Kotak <i>Actuator</i> Pengendali Belokan.....	10
2.2.3 Kotak <i>Actuator</i> Pengendali Tuas Persneling	10
2.3. <i>Bluetooth RC CAR</i>	11
2.4. <i>Microcontroller</i>	12
2.4.1. Arduino Uno	13
2.4.2. <i>Bluetooth</i>	14
2.4.3. Remot Kontrol	15
2.4.4. Servo	15
2.4.5. Dinamo.....	16
2.4.6. Relay – SRD	16

2.5. Tanah	17
2.5.1. Kadar Air Tanah	17
2.5.2. Pengolahan Tanah.....	18
2.5.3. Pola Pengolahan Tanah.....	18
2.6. Kapasitas Kerja Traktor Tangan.....	19
2.6.1. Kapasitas Lapang Efektif.....	20
2.6.2. Kapasitas Lapang Teoritis	21
2.6.3. Efisiensi Kerja.....	22
2.6.4. Waktu Hilang.....	23
2.7. Beban Kerja	23
2.8. Denyut Nadi	24
2.8.1. Denyut Nadi Kerja (DNK).....	26
2.8.2. Denyut Nadi Istirahat (DNI)	26
2.9. Beban <i>Cardiovascular</i> (% CVL).....	26
2.10. Konsumsi Bahan Bakar	27
2.11. Uji T (<i>Paired t-test</i>).....	28
III. METODE PENELITIAN.....	30
3.1. Waktu dan Tempat	30
3.2. Alat dan Bahan	30
3.3. Prosedur Penelitian.....	30
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	32
3.3.2. Perakitan dan Pemasangan Alat Kendali	32
3.3.3. Pengujian Alat.....	32
3.3.4. Uji T.....	36
3.3.5. Pengukuran Kadar Air Tanah	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Persiapan Lahan	38
4.2. Efisiensi	39
4.2.1. Kapasitas Lapang Efektif (KLE)	40
4.2.2. Kapasitas Lapang Teoritis (KLT).....	42
4.3. Beban <i>Cardiovascular</i> (%CVL).....	46
4.4. Konsumsi Bahan Bakar	48
4.5. Uji T	49
4.6 Kadar Air Tanah.....	51

V. KESIMPULAN.....	38
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	59
Lampiran 1. Dokumentasi kegiatan.....	60
Lampiran 2. Hasil Perhitungan.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
Tabel 1.	Data Spesifikasi Traktor Tangan.....	7
Tabel 2.	Data Spesifikasi Mesin Penggerak.....	8
Tabel 3.	Hasil Perhitungan Nilai Efisiensi.....	39
Tabel 4.	Nilai Kapasitas Lapang Efektif (KLE).....	40
Tabel 5.	Waktu Total Pengolahan Lahan.....	42
Tabel 6.	Nilai Kapasitas Lapang Teoritis (KLT).	43
Tabel 7.	Kecepatan Maju Tanpa Beban.	44
Tabel 8.	Kecepatan Maju Dengan Beban.....	45
Tabel 9.	Data Jumlah Denyut Nadi.	46
Tabel 10.	Hasil Perhitungan Nilai <i>Cardiovascular</i> (%CVL).....	47
Tabel 11.	Konsumsi Bahan Bakar.....	48
Tabel 12.	Hasil Perhitungan Uji T Nilai Efisiensi.	49
Tabel 13.	Hasil Perhitungan Uji T Nilai Beban <i>Cardiovascular</i> (%CVL).....	50
Tabel 14.	Hasil Perhitungan Uji T Nilai Konsumsi Bahan Bakar.	51
Tabel 15.	Kadar air tanah.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
Gambar 1.	Traktor tangan.	5
Gambar 2.	Traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel.	9
Gambar 3.	(A) Kotak <i>actuator</i> , (B) Tuas gas.	10
Gambar 4.	Kotak <i>actuator</i> pengendali belokan (A) Kanan, (B) Kiri.....	10
Gambar 5.	Kotak <i>actuator</i> pengendali tuas persneling.....	11
Gambar 6.	Tampilan menu <i>software bluetooth rc car</i>	12
Gambar 7.	Arduino uno.....	13
Gambar 8.	Modul <i>Bluetooth</i>	14
Gambar 9.	Motor Servo.....	15
Gambar 10.	Dinamo	16
Gambar 11.	Relay.....	17
Gambar 12.	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 13.	Pola pembajakan berkeliling.	33
Gambar 14.	Ukuran lahan pembajakan.	34
Gambar 15.	Bajak singkal.	35
Gambar 16.	Lahan yang telah disiangi.....	39
Gambar 17.	Kondisi lahan sebelum penyiangan.....	60

Gambar 18. Kondisi lahan setelah penyiangan.....	60
Gambar 19. Kondisi lahan setelah dibajak.....	60
Gambar 20. Pengukuran diameter roda traktor.....	61
Gambar 21. Pengukuran tinggi bajak singkal.....	61
Gambar 22. Pengukuran lebar bajak singkal.....	61
Gambar 23. Pengukuran kedalaman bajakan.....	62
Gambar 24. Pengukuran konsumsi dan pengisian bahan bakar.....	62
Gambar 25. Spesifikasi traktor tangan.....	63
Gambar 26. Sampel tanah.....	63
Gambar 27. Proses pengovenan sampel tanah.....	63
Gambar 28. Pengukuran berat sampel tanah.....	64
Gambar 29. Suhu oven.....	64

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan perkembangan zaman. Dewasa ini banyak kita jumpai berbagai macam teknologi modern yang merupakan hasil inovasi terbaru maupun modifikasi dari teknologi yang sudah ada sebelumnya. Kemajuan teknologi ini telah merambat ke seluruh aktivitas kehidupan manusia baik itu pada bidang pendidikan, perkantoran, industri, keamanan, bahkan pertanian. Kemajuan teknologi pada bidang pertanian dapat dilihat dari banyaknya jumlah alat mesin yang kini telah menggantikan fungsi hewan dan manusia dalam aktivitas pertanian.

Traktor tangan merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi di bidang pertanian. Penggunaan traktor tangan untuk pengolahan lahan pertanian telah menggantikan fungsi kerbau dalam kegiatan pengolahan tanah karena jauh lebih unggul dalam hal efektivitas dan efisiensi. Dengan adanya traktor tangan sebagai teknologi modern, telah memberikan keuntungan yang lebih bagi para petani jika dibandingkan dengan metode konvensional antara lain mengurangi biaya operasional, mengurangi jumlah tenaga kerja, meningkatkan kualitas hasil panen, meningkatkan kapasitas kerja, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi (Widata, 2015). Traktor tangan (*hand tractor*) merupakan alat mesin pertanian yang sifatnya multi fungsi, karena dapat digunakan dalam berbagai macam aktivitas pertanian. Mesin ini mempunyai efisiensi yang tinggi karena pembalikan dan pemotongan tanah dapat dikerjakan dalam waktu bersamaan (Sakai et al., 2009). Adapun fungsi lain dari traktor tangan yaitu dapat digunakan sebagai

tenaga penggerak untuk alat pertanian lain seperti pompa air, alat pengolahan, gandengan (*trailer*) dan lain-lain (Hardjosentono, dkk, 2000).

Dibalik semua keunggulannya, ternyata traktor tangan juga memiliki potensi bahaya yang dapat mencederai operator yang mengoperasikannya. Beberapa risiko yang ditimbulkan oleh traktor tangan diantaranya berasal dari suara bising mesin traktor yang berpotensi merusak indra pendengaran operator, selain itu posisi operator juga kurang ergonomis karena operator harus berdiri dalam jangka waktu yang lama selama pengoperasian, operator juga harus berhadapan langsung dengan cuaca yang panas maupun hujan ketika mengoperasikan traktor tangan, sehingga apabila digunakan secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan memberikan dampak yang buruk terhadap kesehatan serta berpotensi membahayakan operator.

Unmanned vehicle atau yang lebih dikenal dengan kendaraan tanpa awak menggunakan kendali robot, sudah diterapkan secara luas pada bidang militer untuk melakukan pekerjaan yang berbahaya jika dikerjakan secara langsung oleh manusia. Pada bidang pertanian, penerapan robotika sudah diterapkan dengan *Artificial Intelligence* (AI), namun masih terbatas pada pengolahan komoditas pertanian pascapanen saja. Pengembangan *unmanned vehicle* (kendaraan tanpa awak) dalam bidang pertanian di Indonesia terutama traktor pertanian dirasakan sangat perlu mengingat dampak negatif yang ditimbulkan terhadap operatornya. Peran manusia tetap diperlukan untuk pengendalian kemudi, karena dalam beberapa hal traktor robot tidak dapat mengambil keputusan yang tepat dalam menghadapi permasalahan di lapangan. Untuk menjawab permasalahan itu diperlukan alat dan mesin pertanian yang dapat dikendalikan dari jarak jauh, sehingga kegiatan pertanian menggunakan mesin akan lebih aman, nyaman dan mengurangi kelelahan fisik pada penggunaannya (Salman dan radite, 2014).

Sebagai solusi untuk memecahkan masalah ergonomika operator traktor tangan, mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yakni Nugraha (2019) dan Wijaya (2019), dibawah bimbingan Bapak Dr. Mareli

Telaumbanuwa, S. TP., M. Sc. telah berhasil menciptakan sebuah sistem kendali untuk traktor tangan dengan menggunakan *remote control bluetooth android*.

1.2. Rumusan Masalah

Traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* ini merupakan inovasi terbaru yang diciptakan dengan harapan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi, serta keamanan dan kenyamanan operator dalam mengoperasikan traktor tangan. Namun belum diketahui apakah penerapan traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* ini memiliki kinerja yang lebih baik bila dibandingkan dengan traktor tangan yang menggunakan sistem kendali manual. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilaksanakan untuk mengetahui perbedaan kinerja traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dan traktor tangan dengan sistem kendali manual.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbedaan efisiensi traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dan traktor tangan dengan sistem kendali manual.
2. Mengetahui perbedaan beban *cardiovascular* (%CVL) yang ditanggung oleh operator selama mengoperasikan traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dan traktor tangan dengan sistem kendali manual.
3. Mengetahui perbedaan konsumsi bahan bakar traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dan traktor tangan dengan sistem kendali manual.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perbedaan efektivitas dan efisiensi, serta ergonomika penggunaan traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dan traktor tangan dengan sistem kendali manual, sehingga dapat menjadi acuan bagi para petani sebagai operator dalam memilih jenis sistem kendali traktor tangan yang akan digunakan. Selain itu, penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi referensi maupun acuan bagi para peneliti yang akan melakukan penelitian dengan tema serupa.

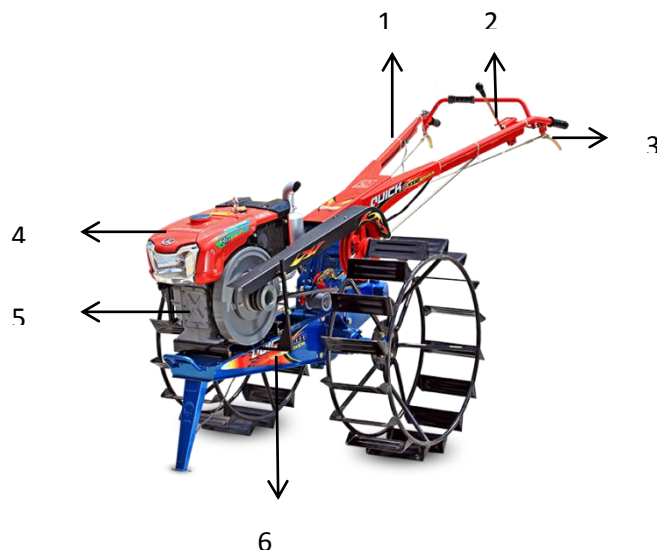
1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah operator. Operator traktor tangan yang melakukan pengujian ini bukan seorang tenaga ahli atau profesional, sehingga kemampuannya dalam mengoperasikan traktor tangan belum begitu mumpuni.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Traktor Tangan

Traktor tangan (*hand tractor*) merupakan alat mesin pertanian yang didesain berbentuk kendaraan berkecepatan rendah yang berfungsi untuk menarik implemen atau *trailer* untuk keperluan pembajakan dan kegiatan pertanian lainnya. Dibandingkan dengan metode pembajakan konvensional menggunakan kerbau ataupun manual dengan tenaga manusia, penggunaan traktor tangan lebih menunjang operasi pertanian yang efektif, baik tenaga, waktu, maupun biaya, sehingga dapat meningkatkan kapasitas kerja, mengurangi biaya produksi, meningkatkan hasil pertanian, serta mengurangi kelelahan dan kebosanan dalam bekerja. Bentuk traktor tangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Traktor tangan.

Keterangan Gambar 1:

1. Stang kemudi
2. Tuas persneling cepat lambat
3. Tuas kopling kemudi
4. Tangki bahan bakar
5. Motor penggerak
6. Kerangka

Traktor tangan dengan merek G 1000 Boxer merupakan salah satu traktor tangan yang cukup banyak digunakan oleh para petani hingga saat ini. Berdasarkan data dari *website official* milik PT. Quick, CV Karya Hidup Sentosa yang terbaru tahun 2019, diperoleh data spesifikasi traktor tangan merek G 1000 Boxer yang akan digunakan dalam penelitian ini. Adapun data spesifikasi traktor tangan merek G 1000 Boxer selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Spesifikasi Traktor Tangan

No	Spesifikasi Traktor Tangan	
1	Merek /model	Quick / g 1000 boxer
2	Type	<i>Steering clutch</i>
3	Nomor seri	B908372A
4	Dimensi traktor dengan roda besi/karet	Panjang 2750/2750 (mm) Lebar (MM) 1130/860 Tinggi (MM) 1410/1275
5	Berat dengan diesel kubota RD85 DI-2T (kg)	550
6	Kapasitas kerja (menggunakan diesel 8,5 - 11 hp dan bajak singkal tunggal) lahan sawah(jam/ha)	$\pm 10,46$
7	Kapasitas tangki bahan bakar (liter)	9,5
8	Power (rpm)	2200
9	Sistem transmisi	Kombinasi (<i>gear-chain</i>)
10	<i>Gear chase</i>	<i>Chasting dual part system</i>
11	Sistem penggerak (kopling belok)	<i>Dog clutch</i> (4 buah, besar)
12	Isi minyak pelumas	5,5 liter (oil sae 90-140)

Adapun data spesifikasi mesin penggerak traktor tangan yang akan digunakan tersaji pada Tabel 2.

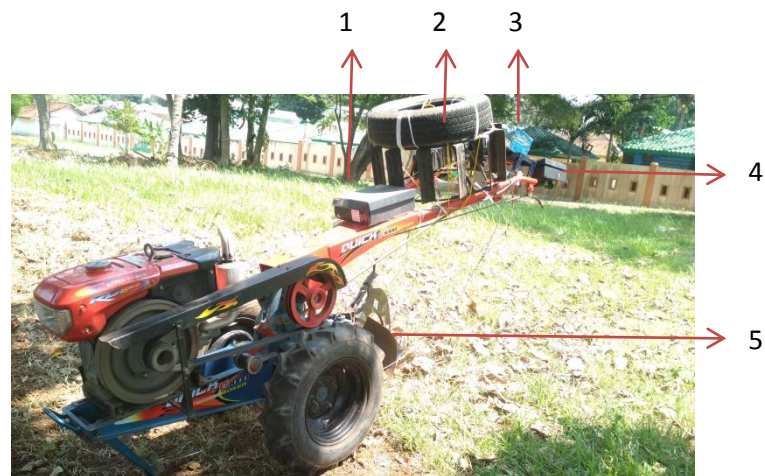
Tabel 2. Data Spesifikasi Mesin Penggerak.

No	Spesifikasi Mesin Penggerak	
1	Merek	Kubota
2	Jenis Motor Diesel	1 Silinder Mesin Diesel Datar (4 Langkah)
3	Tenaga Rata-Rata (Hp/Rpm)	7,5/2200 10/2400
4	Tenaga Maksimum (Hp/Rpm)	8,5/2200 11/2400
5	Alat Penyeimbang	2 Alat Penyeimbang Aksial
6	Bahan Bakar	Solar
7	Sistem Starting	Dengan Engkol Starter
8	Sistem Pembakaran	Pembakaran Langsung
9	Sistem Pendinginan	Air Dengan Radiator
10	Isi Bahan Bakar (Liter)	9,5/11
11	Displacement	487 cc
12	Berat (Kg)	89/106
13	Lampu	12 -32/32 Ic (Reguler)

2.2. Traktor Tangan Dengan Sistem Kendali Nirkabel Menggunakan *Remote Control Bluetooth Android*

Traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* merupakan traktor tangan yang telah dilengkapi dengan *actuator* berupa servo dan dinamo, serta beberapa rangkaian *microcontroller* yang dipasangkan pada bagian tuas kendalinya. Rangkaian *microcontroller* tersebut bersifat *portable* atau tidak permanen sehingga dapat dilepas dan dipasang sesuai dengan kebutuhan. Rangkaian *microcontroller* tersebut telah didesain sedemikian rupa agar dapat mengendalikan pergerakan traktor tangan secara nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* sebagai pemicu atau pengendali gerakannya (Nugraha, 2019) dan (Wijaya, 2019). Adapun bentuk desain

rangkaian traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel.

Keterangan Gambar 2:

1. Kotak panel kendali rangkaian
2. Beban pemberat 39 kg
3. Instalasi kotak kendali untuk transmisi
4. Instalasi kotak *actuator* untuk pengendali belokan
5. Implemen bajak singkal

2.2.1. Kotak *Actuator* Pengendali Gas

Kotak *actuator* pengendali gas merupakan kotak yang berisi *actuator* berupa servo yang berperan dalam pengaturan akselerasi atau mengatur besar kecilnya tuas gas yang dapat dikendalikan dengan *remote control bluetooth android* (Nugraha, 2019). Adapun bentuk kotak *actuator* pengendali tuas gas ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (A) Kotak *actuator*, (B) Tuas gas.

2.2.2. Kotak *Actuator* Pengendali Belokan

Terdapat dua buah kotak *actuator* pengendali belokan yaitu bagian kiri dan bagian kanan. Kotak *actuator* pengendali belokan merupakan kotak yang berisi *actuator* berupa servo yang berfungsi menarik tuas kopling untuk menentukan arah berbelok traktor yang dapat dikendalikan dengan *remote control bluetooth android* (Nugraha, 2019). Adapun bentuk kotak *actuator* pengendali tuas kopling ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kotak *actuator* pengendali belokan (A) Kanan, (B) Kiri.

2.2.3 Kotak *Actuator* Pengendali Tuas Persneling

Kotak *actuator* pengendali tuas persneling merupakan kotak yang berisi *actuator* berupa dinamo yang berperan dalam mengatur tuas persneling yang dapat

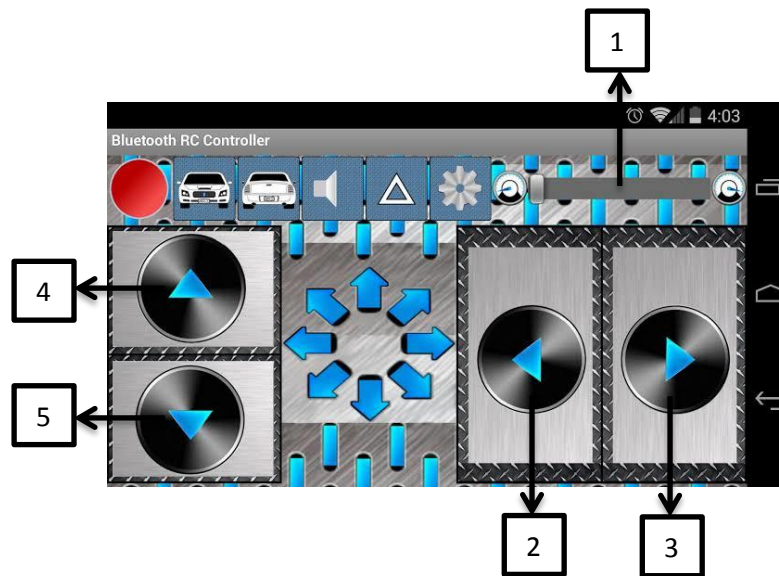
dikendalikan dengan *remote control bluetooth android* (Wijaya, 2019). Adapun bentuk kotak *actuator* pengendali tuas persneling ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kotak *actuator* pengendali tuas persneling.

2.3. Bluetooth RC CAR

Bluetooth rc car merupakan *software* atau aplikasi berupa digital *remote* yang dapat diinstal dan diakses melalui *smartphone android*. *Smartphone* yang didalamnya telah dipasangkan *software* ini, akan memiliki fungsi yang sama dengan *remote control* yang dapat digunakan untuk memberikan kendali perintah secara nirkabel. Agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya aplikasi ini harus dikoneksikan terlebih dahulu dengan sinyal yang dipancarkan oleh modul *bluetooth* dari alat yang akan dikendalikan. Adapun tampilan menu *software bluetooth rc car* pada *smartphone android* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan menu *software bluetooth rc car*.

Keterangan Gambar 16:

1. Tombol akselerasi atau gas.
2. Tombol pengendali Belokan kiri.
3. Tombol pengendali Belokan kanan.
4. Tombol untuk menaikkan tuas persneling
5. Tombol untuk menurunkan tuas persneling.

Bagian yang ditunjukkan oleh nomor 1 merupakan tombol yang berfungsi untuk menggerakkan servo bagian depan yang berperan dalam pengaturan akselerasi atau besar kecilnya tuas gas pada saat mengoperasikan traktor tangan. Tombol 2 dan 3 berfungsi sebagai penggerak *actuator* kiri dan kanan, yang berperan dalam mengendalikan arah belokan traktor tangan. Tombol 4 dan 5 berfungsi sebagai penggerak dinamo untuk menaikkan dan menurunkan tuas persneling (Nugraha, 2019) dan (Wijaya, 2019).

2.4. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem mikroprosesor lengkap yang berada dalam sebuah chip. Mikroprosesor yang terdapat dalam sebuah PC bukan merupakan

microcontroller, karena *microcontroller* pada umumnya berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yaitu memori dan pemrograman *Input-Output*. *Microcontroller* ini yang berfungsi mengerjakan beberapa perintah yang diberikan kepadanya sesuai dengan program yang dibuat (Syahwil, 2013).

2.4.1. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan rangkaian elektronik yang bersifat terbuka, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino mampu mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai macam sensor dan mampu mengendalikan motor, lampu dan berbagai jenis *actuator* lainnya. Arduino memiliki banyak type, diantaranya adalah Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino BT, Pad Arduino, Arduino Duemilanove, dan lainnya. Arduino Uno merupakan sebuah paket berupa papan elektronik yang didalamnya terkandung *microcontroller* AT mega328 serta dilengkapi dengan oscillator 16 MHz dan regulator 5 volt. Arduino Uno memiliki 13 pin untuk isyarat digital dan 6 pin untuk isyarat analog (Kadir, 2012). Bentuk dari Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 7.



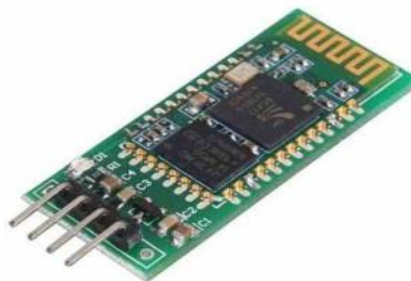
Gambar 7. Arduino uno

Menurut Nugroho, et al.(2015), dalam penelitiannya yang berjudul "Penerapan *Microcontroller* Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android", menggunakan *wi-fi shield* sebagai komponen utamanya sebagai penghubung antara sistem kendali dan perangkat pengguna. Selain komponen utama yang digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat pengguna dan sistem

kendali, pada beberapa penelitian yang digunakan sebagai rujukan, terdapat beragam variasi perangkat pengguna yang digunakan untuk berinteraksi dengan sistem kendali, seperti perangkat *mobile* maupun menggunakan *remote control joystick*. Menurut Sofyan (2016), pada penelitiannya yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Arduino” yang dipublikasikan melalui Jurnal Ilmiah Singuda Ensikom Universitas Sumatra Utara, volume 7 nomor 2 yang diterbitkan pada bulan Mei 2014 yang lalu, merupakan penelitian yang menggunakan sistem kendali serupa, yakni untuk mengembangkan sebuah sistem otomatis pembuka pintu pagar berbasis Arduino menggunakan koneksi melalui jaringan komputer sebagai medianya untuk menghubungkan antara sistem pengendali dan perangkat.

2.4.2. Bluetooth

Bluetooth merupakan spesifikasi industri untuk jaringan kawasan pribadi tanpa kabel. *Bluetooth* berfungsi untuk menghubungkan antar peralatan agar dapat melakukan pertukaran informasi. Modul *bluetooth* merupakan modul koneksi tanpa kabel dengan frekuensi 2,4 GHz. Modul *bluetooth* merupakan salah satu perangkat yang cocok dikombinasikan dengan *microcontroller* untuk menciptakan sebuah sistem kendali tanpa kabel. Modul *bluetooth* memiliki batas jarak koneksi maksimal yaitu sejauh 10 meter. (Potts dan Sukittanon, 2012). Gambar Modul *bluetooth* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Modul *Bluetooth*.

2.4.3. Remote Kontrol

Sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin atau alat dari jarak jauh adalah remote kontrol atau disebut juga pengendali jarak jauh. Pengendali jarak jauh ini fungsinya tidak lain adalah untuk memberikan perintah dari kejauhan, contohnya seperti AC, televisi dan barang elektronik lainnya. Remote kontrol biasanya memiliki ukuran yang kecil, nirkabel dan memiliki tombol untuk menyesuaikan berbagai setting. Menurut E. Yavuz dkk. (2007), pada penelitiannya membuat sebuah telepon dan remote kontrol perangkat dengan PIC untuk mengendalikan perangkat dengan algoritma cek pin. Namun penelitian yang dilakukannya terbatas hanya untuk koneksi kabel saja, dan tidak digunakan untuk koneksi tanpa kabel.

2.4.4. Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau *actuator* putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga posisi sudut dari poros output motor dapat diatur dan ditentukan sesuai keinginan. Komponen utama penyusun motor servo antara lain terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Bentuk dari motor servo dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Motor Servo.

2.4.5. Dinamo

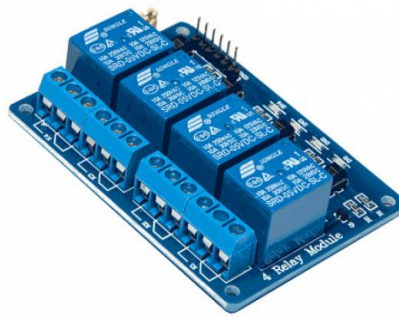
Dinamo merupakan suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Prinsip kerja dinamo sama dengan generator yaitu memutar kumparan dalam medan magnet atau memutar magnet dalam kumparan. Bagian dinamo yang berputar disebut rotor. Bagian dinamo yang tidak bergerak disebut stator. Dinamo sendiri ada dua jenis yaitu dinamo DC dan dinamo AC. Perbedaan antara dinamo DC dengan dinamo AC terletak pada cincin yang digunakan. Pada dinamo arus searah menggunakan satu cincin yang di belah menjadi dua yang disebut cincin belah (komutator). Cincin ini memungkinkan arus listrik yang dihasilkan pada rangkaian luar dinamo berupa arus searah walaupun di dalam dinamo sendiri menghasilkan arus bolak-balik. Adapun, pada dinamo arus bolak-balik menggunakan cincin ganda (dua cincin). Bentuk dari dinamo dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Dinamo

2.4.6. Relay – SRD

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Bentuk dari Relay dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Relay

2.5. Tanah

Menurut Dokuchaev (1870), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang bahan dasarnya berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, secara alami dibawah pengaruh air, udara maupun organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tanah menjadi salah satu media tumbuh bagi tanaman. Namun tidak semua jenis tanah cocok untuk dijadikan media tumbuh bagi tanaman. Hal tersebut disebabkan karena tiap jenis tanah memiliki struktur dan kadungan unsur hara yang berbeda, sehingga hanya jenis tumbuhan tertentu saja yang dapat tumbuh pada tanah type tertentu. Jenis-jenis tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan horison atau disebut juga lapisan tanah. Horison tanah terdiri dari horison O, A, B, C, dan D/R.

2.5.1. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat total sampel tanah dengan berat air yang terkandung dalam tanah sampel tanah tersebut. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan dalam satuan berat atau volume. Dasar penentuan kadar air tanah adalah pengukuran kehilangan berat tanah selama pengeringan. Salah satu metode yang digunakan dalam pengukuran kadar air tanah adalah dengan cara pengeringan menggunakan oven. Pengeringan menggunakan oven ini dilakukan minimal selama 24 jam pada suhu 100°C sampai dengan 105°C

(Pairunan et al., 1997). Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar air tanah dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : M1 = Berat basah (g)

M2 = Berat kering (g)

2.5.2. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah adalah suatu perlakuan mekanis terhadap tanah untuk keperluan atau tujuan tertentu. Untuk keperluan penanaman, pengolahan tanah adalah suatu proses penyiapan tanah dengan menciptakan sifat tanah yang layak sebagai tempat hidup tanaman agar pertumbuhan tanaman menjadi optimal. Untuk mendapatkan hasil tanaman yang memuaskan maka harus diciptakan keadaan fisik tanah yang baik bagi pertumbuhannya. Keadaan fisik yang baik dapat diperoleh dengan melakukan pengolahan tanah yang efektif guna mempertahankan kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1982). Kegiatan pengolahan tanah terdiri dari dua fase yaitu pengolahan tanah I (*Primary tillage*) dan pengolahan tanah II (*Secondary tillage*). Tujuan dari kegiatan pengolahan tanah pertama yaitu membongkar tanah menjadi bongkahan, agar mampu menangkap udara, air dan sinar matahari guna proses pelapukan, agar tanah menjadi matang, bebas dari rumput dan gulma, selanjutnya siap untuk masuk ke pengolahan tanah kedua. Tujuan dari kegiatan pengolahan tanah kedua antara lain menghancurkan dan mencampur bongkahan tanah yang telah matang secara merata (proses penghancuran dan pembusukan) agar menjadi media tumbuh tanaman yang baik bagi tanaman (Kuipers dan Kowenhopn, 1983: 10).

2.5.3. Pola Pengolahan Tanah

Pola pengolahan tanah merupakan garis khayal yang dibuat sebagai rute yang akan dilalui oleh traktor dalam melakukan pengolahan tanah dengan tujuan agar

proses pengolahan tanah dalam suatu lahan dapat terolah secara merata. Menurut Gagelonia et al., (2005), pengolahan tanah dalam rangka persiapan lahan pertanian dapat dilakukan dengan membajak menggunakan hewan seperti sapi dan kerbau, namun hal ini dianggap kurang efektif. Maka dari itu, penggunaan traktor tangan dalam pengolahan tanah dirasa perlu digunakan. Protokol pengoperasian traktor tangan juga perlu diperhatikan untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

Jenis pola pengolahan tanah sangat bervariasi, seperti pola bolak-balik rapat, pola berkeliling, pola spiral, pola tepi, pola tengah, dan pola alfa. Pola spiral paling banyak digunakan oleh petani, karena pembajakan dilakukan terus menerus tanpa pengangkatan alat (Rizaldi, 2006). Jenis pola pengolahan lahan biasanya dipilih menyesuaikan dengan kondisi lahan yang akan diolah. Mardinata (2014) menyatakan, pola pengolahan tanah yang baik adalah pola pengolahan tanah yang memperkecil waktu terbuang, dalam hal ini waktu berbelok merupakan waktu yang merugikan, jadi pola pengolahan tanah yang baik adalah pola dengan jumlah belokan yang paling sedikit. Pendapat tersebut juga sejalan dengan pendapat dari (Suastawa dkk, 2000) yang menyatakan bahwa pola pengolahan tanah erat hubungannya dengan waktu yang hilang karena belokan selama pengolahan tanah. Pola pengolahan tanah harus dipilih dengan tujuan untuk memperkecil sebanyak mungkin pengangkatan alat, karena pada waktu diangkat alat itu tidak bekerja. Semakin banyak pengangkatan alat pada waktu belok, makin rendah efisiensi kerjanya.

2.6. Kapasitas Kerja Traktor Tangan

Kapasitas kerja suatu mesin adalah kemampuan atau laju mesin tersebut dalam melakukan pengolahan lahan sesuai dengan fungsi yang dimaksud atau manfaat pekerjaannya. Kapasitas kerja biasanya dinyatakan dengan luas dalam area yang dapat dikerjakan oleh mesin per jam. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas kerja suatu alat, adapun faktor-faktor tersebut antara lain lebar kerja yang berguna dan kecepatan berjalan dengan memperhatikan kehilangan waktu dalam pembelokan serta perawatan mesin (Dadhich et al.,

2009). Menurut Yunus (2004) semakin besar kecepatan dari suatu alat maka kapasitas kerjanya pun akan semakin besar. Salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas kerja alat yaitu dengan menambah kecepatan maju yang berarti meningkatkan kapasitas kerja alat pengolah tanah tanpa harus menambah berat dan jumlah unit tenaga penggerak yang membebani tanah. Sedangkan menurut Rizaldi (2006), Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas kerja suatu alat pengolahan tanah, yaitu ukuran dan bentuk petakan, keadaan traktor, topografi wilayah, keadaan vegetasi pada permukaan tanah, keadaan tanah, tingkat keterampilan operator dan pola pengolahan tanah. Pendapat tersebut diperkuat oleh pendapat Darun et al (1983), yang menyatakan bahwa tumbuhan semak atau alang-alang berpotensi menimbulkan kemacetan akibat penggumpalan pada alat maupun mata bajak, kadar air tanah juga dapat mempengaruhi kapasitas kerja di mana keadaan tanah yang memiliki kadar air yang cukup tinggi dapat menyebabkan terjadinya slip roda, sehingga akan berpengaruh terhadap kapasitas kerja dan efisiensi dari suatu alat.

2.6.1. Kapasitas Lapang Efektif

Kapasitas aktual atau disebut juga Kapasitas Lapang Efektif (KLE) merupakan waktu nyata yang diperlukan di lapangan dalam menyelesaikan suatu unit pekerjaan tertentu (Suastawa et al., 2000). Definisi lain mengatakan bahwa kapasitas lapang efektif adalah nilai rata-rata kemampuan kerja dari suatu alat untuk menyelesaikan pekerjaannya atau rata-rata luasan pekerjaan per jumlah waktu yang dibutuhkan, semakin dekat nilai kapasitas lapang efektif dengan nilai Kapasitas Lapang Teoritis maka semakin efektif suatu alat bekerja. Untuk menghitung Kapasitas Lapang Efektif (KLE) diperlukan data waktu kerja keseluruhan dari mulai bekerja hingga selesai (T) dan luas tanah hasil pengolahan keseluruhan (A). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai Kapasitas Lapang Efektif (KLE) adalah sebagai berikut :

$$KLE = \frac{A}{T} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan : KLE = Kapasitas lapang efektif (Ha/jam)

A = Luas lahan hasil pengolahan (ha)

T = Waktu kerja (jam)

2.6.2. Kapasitas Lapang Teoritis

Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) adalah hasil kerja yang akan dicapai alat dan mesin bila seluruh waktu digunakan pada spesifikasi operasinya (Suastawaet al.2000: 12). Pendapat lain mengatakan Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) merupakan kemampuan atau waktu yang dibutuhkan suatu alat untuk menyelesaikan pekerjaan dengan asumsi tidak terdapat hambatan selama pengoperasian alat tersebut. Yuswar (2004) menyatakan, Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) adalah kemampuan kerja suatu alat dalam sebidang tanah jika berjalan maju sepenuhnya, waktunya 100% dan alat tersebut bekerja dalam lebar maksimum (100%). Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) dapat dihitung dengan rumus (Suastawaet al.2000: 12) pada persamaan berikut :

$$KLT = 0.36 (Vt \times Wt) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan : KLT = Kapasitas Lapang Teoritis (Ha/jam)

Vt = Kecepatan teoritis (m/s)

Wt = Lebar alat bajak (m)

0.36 = Faktor konversi ($1 \text{ m}^2/\text{s} = 0.36 \text{ Ha/jam}$)

Data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) adalah nilai kecepatan teoritis (Vt), yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_t = \frac{V_a}{1-slip} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

V_t = Kecepatan teoritis (m/s)

V_a = Kecepatan aktual (m/s)

Nilai kecepatan aktual (V_a), dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$V_a = \frac{L}{t} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan : L = panjang lintasan (m)

t = total waktu untuk perjalanan sepanjang "L" (detik)

2.6.3. Efisiensi Kerja

Efisiensi adalah ukuran tingkat penggunaan sumber daya dalam suatu proses. Semakin hemat atau sedikit penggunaan sumber daya, maka prosesnya dikatakan semakin efisien. Proses yang efisien ditandai dengan perbaikan proses sehingga menjadi lebih murah dan lebih cepat (Harry, 2010). Efisiensi suatu traktor tergantung dari Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) dan Kapasitas Lapang Efektif (KLE), karena efisiensi merupakan perbandingan antara Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) dengan Kapasitas Lapang Efektif (KLE) yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) (Yunus, 2013). Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi pengolahan tanah adalah :

$$\text{Efisiensi} = \frac{KLE}{KLT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan : KLE = kapasitas lapang efektif (Ha/jam)

KLT = Kapasitas Lapang Teoritis (Ha/jam)

2.6.4. Waktu Hilang

Waktu hilang karena terjadi tumpang tindih pengolahan tanah (*overlapping*) yaitu dilakukan dengan mengukur lebar kerja teoritis dan aktual selama pengoperasian traktor tangan seperti pada persamaan berikut :

$$L1 = \frac{(w1-w2)}{w1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan : L1 = *overlapping* (%)

W1 = Lebar kerja teoritis (m)

W2 = Lebar kerja aktual (m)

Pengukuran Slip (Zulpayatun, 2014) 1. Mengukur diameter roda kanan dan kiri (D), 2. Mengukur jarak lahan yang diolah (L), 3. Menjalankan traktor sepanjang jarak tersebut dan hitung jumlah putaran roda (N), dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$L2 = \frac{(\pi \times D \times N - L)}{\pi \times D \times N} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan : L2 = waktu hilang karena slip roda (%)

D = diameter roda kanan dan kiri traktor tangan (m)

N = jumlah putaran roda pada pengukuran slip (rpm)

L = Jarak tempuh traktor tangan untuk pengukuran slip (m)

2.7. Beban Kerja

Ada dua macam definisi beban kerja, definisi yang pertama mengatakan beban kerja adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh tubuh manusia dan berat ringannya beban kerja sangat mempengaruhi konsumsi, sedangkan definisi yang kedua mengatakan beban kerja adalah beban fisik maupun non fisik yang ditanggung oleh pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Setiap pekerjaan apapun jenisnya apakah pekerjaan tersebut memerlukan kekuatan otot atau

pemikiran merupakan beban bagi pelakunya. Beban ini dapat berupa beban fisik, beban mental, ataupun beban sosial sesuai dengan jenis pekerjaan si pelaku. Tiap orang memiliki kemampuan yang berbeda dalam hubungannya dengan beban kerja. Ada orang yang lebih cocok untuk menanggung beban fisik, tetapi ada orang lain yang lebih cocok melakukan pekerjaan yang lebih banyak pada beban mental atau sosial (Mutia, 2014).

Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas kerjanya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Dimana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan psikologis ataupun fisiologis yang berarti. Sebaliknya, bila beban kerja yang diberikan terlalu ringan maka akan menimbulkan kebosanan pada seseorang atau operator (Tarwaka, 2004). Analisis beban kerja banyak digunakan dalam penentuan kebutuhan pekerja (*man power planning*), analisis *ergonomic*, analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) hingga ke perencanaan penggajian (Utami, 2012).

2.8. Denyut Nadi

Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung denyut nadi, karena denyut nadi mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Dengan mengetahui jumlah denyut nadi seseorang, kita dapat memperkirakan kapasitas maksimal beban kerja yang dapat ditanggung oleh orang tersebut, selain itu kita juga dapat mengetahui beban *cardiovascular* (%CVL) dari sebuah pekerjaan, yang digunakan untuk mengetahui apakah pekerjaan tersebut layak dikerjakan dari segi keamanan (Grandjean, 1988).

Adapun pengukuran denyut nadi menurut Utami (2012) dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu merasakan denyut jantung yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan, mendengarkan denyut jantung dengan *stethoscope*, ataupun menggunakan *telemetry* yaitu alat yang berfungsi untuk menghitung denyut

jantung dengan menggunakan rangsangan *Electrocardiograph* (ECG) yang dapat mengukur sinyal elektrik dari otot jantung pada permukaan kulit dada. Apabila peralatan tersebut tidak tersedia maka pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan cara yang paling sederhana yakni dirasakan secara langsung pada pergelangan tangan atau leher menggunakan tangan dan alat ukur waktu berupa stopwatch dengan menggunakan metode pengukuran 10 denyut. Penggunaan metode manual untuk mengukur denyut nadi mempunyai beberapa keuntungan, selain mudah, cepat dan murah juga tidak memerlukan peralatan yang rumit serta hasilnya pun cukup akurat dan tidak mengganggu ataupun menyakiti orang yang diperiksa (Widodo, 2008). Rumus yang digunakan untuk melakukan metode pengukuran 10 denyut nadi adalah :

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu hitung}} \times 60 \dots\dots\dots(2.9)$$

atau dapat juga dilakukan penghitungan denyut nadi dengan menggunakan metode 15 atau 30 detik.

Menurut Nurmiyanto (1996) denyut nadi untuk mengestimasi index beban kerja terdiri dari beberapa jenis, yaitu :

1. Denyut jantung pada saat istirahat (*resting pulse*) adalah rata-rata denyut jantung sebelum suatu pekerjaan dimulai.
2. Denyut jantung selama bekerja (*working pulse*) adalah rata-rata denyut jantung pada saat seseorang bekerja.
3. Denyut jantung untuk bekerja (*work pulse*) adalah selisih antara denyut jantung selama bekerja dan selama istirahat.
4. Denyut jantung selama istirahat total (*recovery cost or recovery cost*) adalah jumlah aljabar denyut jantung dan berhentinya denyut pada suatu pekerjaan selesai dikerjakannya sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahatnya.
5. Denyut kerja total (*Total work pulse or cardiac cost*) adalah jumlah denyut jantung dari mulainya suatu pekerjaan sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahatnya (*resting level*).

2.8.1. Denyut Nadi Kerja (DNK)

Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah jumlah rata-rata denyut nadi seseorang pada saat mengerjakan suatu pekerjaan. Setiap orang memiliki jumlah denyut nadi kerja yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi fisik dan jenis pekerjaan. Pengukuran nadi kerja dilakukan untuk menilai berat ringannya beban kerja yang ditanggung oleh seseorang dalam melakukan pekerjaannya. Hal tersebut dilakukan untuk meningkatkan kualitas kerja dari segi efektivitas, efisiensi dan ergonomika, serta meminimalisir terjadinya kecelakaan dan cedera akibat kelelahan. Pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK) dapat dilakukan dengan cara yang sama dengan metode 10 denyut menggunakan rumus pada persamaan (2.9).

2.8.2. Denyut Nadi Istirahat (DNI)

Denyut nadi istirahat (DNI) adalah jumlah rata-rata denyut nadi seseorang sebelum mulai melakukan suatu pekerjaan. Denyut nadi istirahat (DNI) tiap orang berbeda-beda sesuai dengan kondisi fisik orang yang bersangkutan, selain itu, kondisi lingkungan, seperti kesehatan, postur dan ukuran tubuh juga ikut mempengaruhi. Rata-rata Denyut Nadi Istirahat (DNI) orang normal memiliki rentang antara 50-100 Denyut Per Menit (DPM). Pengukuran Denyut Nadi Istirahat (DNI) dapat dilakukan dengan cara manual menggunakan metode 10 denyut menggunakan rumus pada persamaan (2.9)

2.9. Beban *Cardiovascular* (% CVL)

Beban *cardiovascular* (% CVL) adalah metode yang digunakan untuk mengukur beban kerja fisik seorang pekerja, serta menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan Denyut Nadi Kerja (DNK) yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban *cardiovascular* (%CVL). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai beban *cardiovascular* (%CVL) adalah sebagai berikut : (Utami, 2012)

$$\% \text{ CVL} = \frac{100(\text{denyut nadi kerja} - \text{istirahat})}{\text{denyut nadi max} - \text{denyut nadi istirahat}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan (200-umur) untuk wanita. Klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler adalah sebagai berikut :

1. < 30% = Tidak terjadi kelelahan
2. 30 - <60% = Diperlukan perbaikan
3. 60 - <80% = Kerja dalam waktu singkat
4. 80 - <100% = Diperlukan tindakan segera
5. > 100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

Laju pemulihan denyut nadi dipengaruhi oleh nilai *absolute* denyut nadi pada ketergantungan pekerjaan (*the interruption of work*), tingkat kebugaran (*individual fitness*), dan pemaparan panas lingkungan. Jika nadi pemulihan tidak segera tercapai maka diperlukan redesign pekerjaan untuk mengurangi tekanan fisik. Redesain tersebut dapat berupa variabel tunggal maupun keseluruhan dari variabel bebas (*tasks*, organisasi kerja, dan lingkungan kerja) yang menyebabkan beban tugas tambahan (Tarwaka, 2004).

2.10. Konsumsi Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar pada tahap pengolahan tanah pasti berbeda. Keadaan lahan yang sudah lama tidak terolah membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pembongkaran dan pembalikan karena memiliki kepadatan yang cukup tinggi. Ukuran lahan juga berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar, dimana luas lahan yang kecil dengan traktor yang besar dapat membuat banyak waktu yang terbuang, pada saat traktor berputar waktu terbuang dan bahan bakar juga terbuang (Assa et al., 2013). Menurut Prayudyanto dkk (2008), menyatakan bahwa kecepatan kendaraan dan konsumsi BBM mempunyai hubungan yang kuat. Semakin cepat maju traktor maka konsumsi BBM akan semakin meningkat pula. Tingginya kecepatan traktor dikarenakan piston lebih banyak membakar BBM.

Semakin banyak BBM yang dibakar maka semakin banyak tenaga yang dihasilkan sehingga semakin cepat kendaraan bergerak. Hal yang serupa menurut (Georing et al., 2004) yaitu konsumsi bahan bakar tergantung pada ukuran traktor dan beban, semakin berat beban yang ditarik maka semakin besar tenaga yang dibutuhkan dan semakin besar pula konsumsi bahan bakarnya. Konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam liter/jam. Konsumsi bahan bakar dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Konsumsi bahan bakar} = \frac{\text{volume penambahan}}{\text{waktu kerja}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan : V = volume penambahan (liter)

T = waktu kerja (jam)

2.11. Uji T (*Paired t-test*)

Uji T digunakan untuk menguji data yang berdistribusi normal, membandingkan dua mean untuk menentukan apakah perbedaan rata-rata tersebut berbeda nyata, melihat sejauh mana pengaruh secara parsial dari variabel bebas terhadap variabel terikat guna mengukur/menghitung perbedaan dari dua atau beberapa mean antar kelompok. Uji T lebih sering digunakan untuk data yang jumlahnya lebih sedikit yaitu kurang dari 30 (Monotalu et al, 2018).

Uji t terbagi dalam tiga jenis yaitu satu sample, dua sample data independent dan dependent.

- 1). Uji t satu sample digunakan untuk membandingkan nilai mean populasi yg dianggap sebagai mean standar.
- 2). Uji t tidak berpasangan (*indepent sample t-test*) digunakan untuk menganalisis dua subjek yg berbeda satu sama lain dilakukan terhadap 2 sampel yang berbeda untuk mengetahui apakah ada perbedaan secara signifikan kelompok A dengan kelompok B.
- 3). Uji t berpasangan (*dependent t-test*) digunakan untuk menguji perbedaan mean dari 2 kelompok data yang saling dependent, yang sifatnya eksperimental

yaitu membandingkan skor “sebelum” dan “sesudah” percobaan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan dari dua buah sampel.

Uji-t berpasangan (*paired t-test*) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus berpasangan adalah satu individu atau objek penelitian dikenai dua buah perlakuan yang berbeda (Monotalu et al, 2018). Dalam penelitian ini, objek penelitiannya adalah traktor tangan. Perlakuan pertama adalah berupa kontrol, yaitu tidak memberikan perlakuan sama sekali terhadap objek penelitian (traktor tangan), sedangkan pada perlakuan kedua yaitu objek penelitian (traktor tangan) diberikan perlakuan berupa pemasangan alat kendali nirkabel berupa *remote control bluetooth android*. Berikut ini Rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan uji t, antara lain :

$$t. \text{ hitung} = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{d}}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan : \bar{D} = nilai rata2 selisih

$S_{\bar{d}}$ = standar deviasi

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

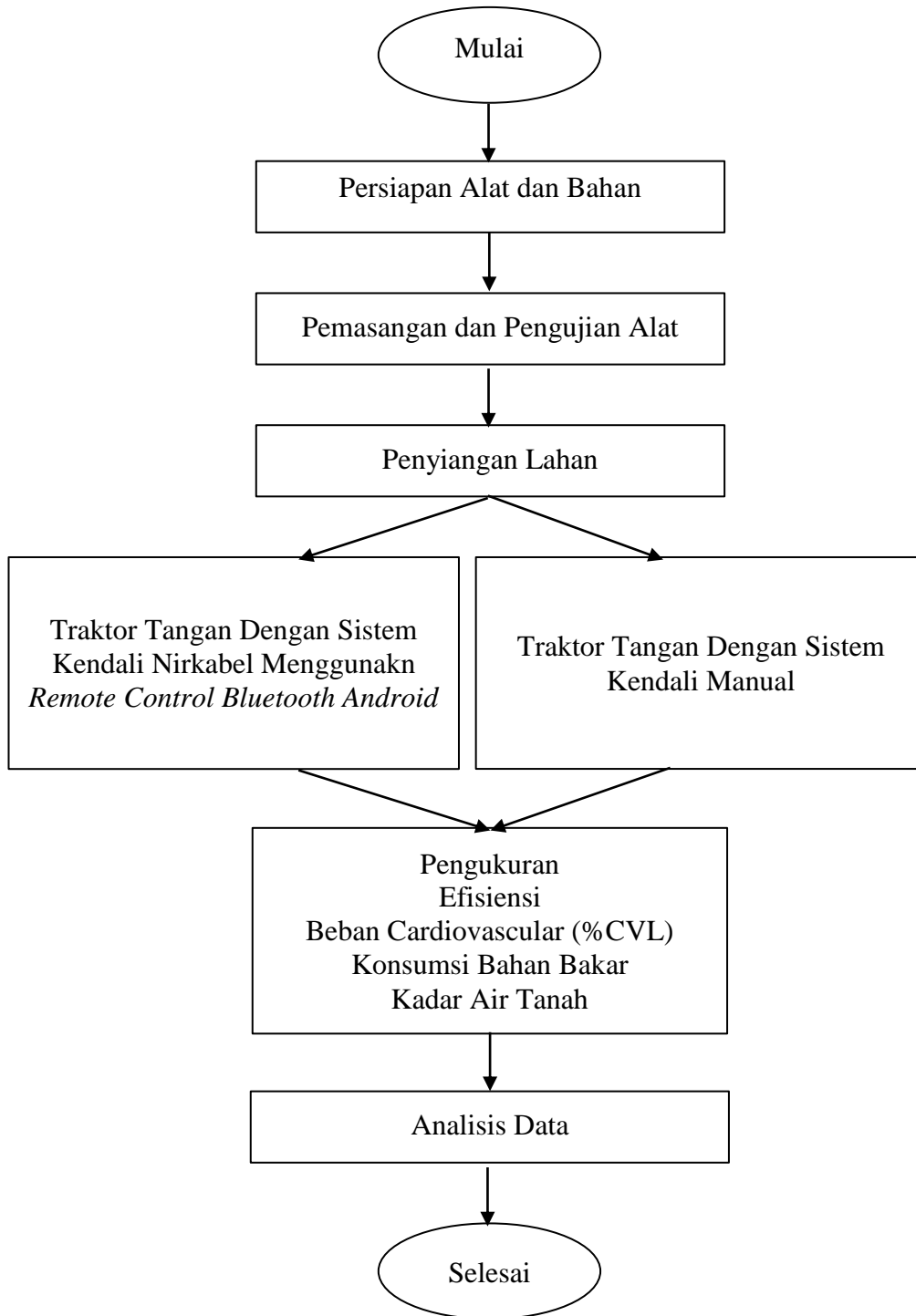
Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021 sampai dengan September 2021 di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, *smartphone*, cangkul, tali rafia, patok kayu, implemen bajak singkal, alat tulis, stopwatch, roll meter, beban pemberat 39 kg, timbangan digital, gelas ukur, cawan dan oven. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah traktor tangan, aplikasi *bluetooth rc car*, lahan, tanah, instalasi kotak *actuator* dan transmisi, serta kotak panel kendali rangkaian.

3.3. Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian akan dilakukan seperti pada diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram alir penelitian.

3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini semua alat dan bahan yang akan digunakan di cek kondisinya, dipastikan semuanya dalam keadaan normal dan layak digunakan. Untuk lahan yang akan digunakan juga dilakukan pengamatan kondisi awal lahan seperti keberadaan vegetasi pada permukaan lahan, maupun semak-semak di sekitar lahan untuk di lakukan penyiangan, karena apabila dibiarkan akan mempengaruhi hasil pengambilan data. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Darun et al (1983) yang mengatakan bahwa keberadaan vegetasi pada lahan sangat dipenuhi oleh semak-semak yang dapat menghambat proses pengolahan tanah sehingga terdapat kehilangan kecepatan maju traktor yang diakibatkan melengketnya semak-semak pada bajak singkal.

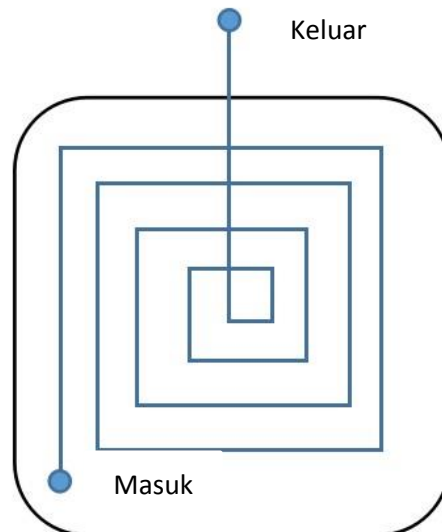
3.3.2. Perakitan dan Pemasangan Alat Kendali

Pada tahap ini semua instalasi kotak *actuator* pengendali dan transmisi dipasangkan pada bagian traktor, yang dilanjutkan dengan penyetelan dan pengkalibrasian aplikasi *bluetooth controller rc car* yang telah diinstal pada *smartphone* agar terkoneksi dengan module *bluetooth* yang telah dipasang pada traktor tangan.

3.3.3. Pengujian Alat

Lahan yang digunakan untuk pengujian alat memiliki berbentuk persegi dengan ukuran 10 x 10 meter. Bentuk lahan dipilih menyesuaikan dengan pola pembajakan yang akan digunakan yaitu pola berkeliling. Dipilihnya pola pembajakan ini mengacu pada hasil penelitian Mardinata, (2014) yang menyatakan bahwa pola pengolahan tanah yang baik adalah pola pengolahan tanah yang meminimalisir waktu terbuang, dalam hal ini waktu berbelok merupakan waktu yang merugikan bagi kita. Jadi pola pengolahan tanah yang baik adalah pola dengan jumlah berbelok yang paling sedikit. Untuk luas petakan yang sama, jumlah belokan pada pola bolak balik rapat lebih banyak dibanding

dengan jumlah belokan pada pola berkeliling. Semakin panjang jarak tempuh traktor tangan maka akan semakin besar tenaga traktor yang dibutuhkan sehingga konsumsi BBM akan semakin besar pula, hasilnya konsumsi BBM pola bolak-balik rapat lebih besar dibandingkan konsumsi BBM pola berkeliling, begitu juga dengan tenaga traktor yang dikeluarkan dalam penyiapan lahan pertanian menggunakan pola bolak-balik rapat akan lebih besar dibandingkan dengan tenaga traktor yang dikeluarkan dalam penyiapan lahan dengan pola berkeliling. Berdasar hasil analisis: pola berkeliling lebih direkomendasikan. Pendapat ini juga diperkuat oleh pernyataan Suastawa dkk (2000), yang menyatakan bahwa pola pengolahan tanah erat hubungannya dengan waktu yang hilang karena belokan selama pengolahan tanah. Pola pengolahan harus dipilih dengan tujuan untuk memperkecil sebanyak mungkin pengangkatan alat, karena pada waktu diangkat alat itu tidak bekerja. Semakin banyak pengangkatan alat pada waktu belok, makin rendah efisiensi kerjanya. Sehingga pola berkeliling lebih direkomendasikan. Gambar pola berkeliling dapat dilihat pada Gambar 13.



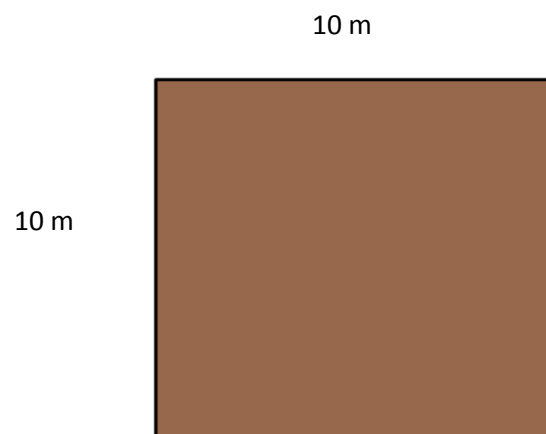
Gambar 13. Pola pembajakan berkeliling.

3.3.3.1. Efisiensi

Efisiensi merupakan perbandingan antara nilai Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) dengan Kapasitas Lapang Efektif (KLE) yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) (Yunus, 2013), Sehingga untuk dapat mengetahui efisiensi suatu alat, kita harus mengetahui nilai Kapasitas Lapang Efektif (KLE) dan Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) alat tersebut.

A). Kapasitas Lapang Efektif (KLE)

Pengukuran Kapasitas Lapang Efektif (KLE) dilakukan dengan melakukan pembajakan terhadap lahan yang sudah disiapkan dengan ukuran 10 meter persegi menggunakan pola pembajakan berkeliling. Kemudian diukur durasi waktu lamanya proses pembajakan menggunakan *stopwatch* dari awal pembajakan hingga lahan terbajak seluruhnya. Adapun bentuk dan ukuran lahan yang akan dibajak, dapat dilihat pada Gambar 14.

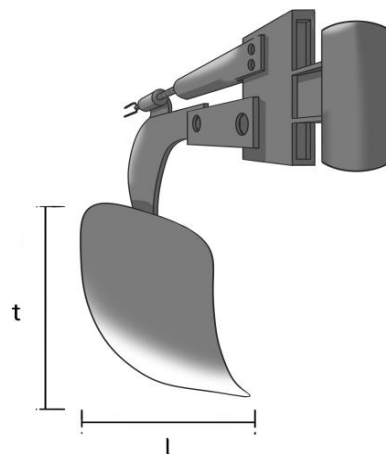


Gambar 14. Ukuran lahan pembajakan.

Setelah data luas lahan pembajakan (A) dan total waktu pembajakan (T) didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan Kapasitas Lapang Efektif (KLE) menggunakan rumus pada persamaan (2.2).

B). Kapasitas Lapang Teoritis (KLT)

Untuk menghitung nilai Kapasitas Lapang Teoritis (KLT), dibutuhkan data nilai lebar kerja aktual (W_a) dan lebar kerja teoritis (W_t) yang diperoleh dengan cara mengukur lebar tanah hasil bajakan dan lebar pisau bajak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bajak singkal menggunakan alat ukur meteran. Adapun bagian yang diukur adalah tinggi dan lebar mata bajak, seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Bajak singkal.

Data selanjutnya yang dibutuhkan adalah data slip roda traktor yang diperoleh dengan cara mengukur diameter roda kanan dan kiri (D), mengukur jarak lahan yang diolah (L) dan menjalankan traktor tangan sepanjang jarak tersebut sambil menghitung jumlah putaran roda (N). Selanjutnya data dihitung menggunakan rumus slip roda pada persamaan (2.7). Data lain yang dibutuhkan adalah data kecepatan aktual traktor (V_a) yang diperoleh dengan cara mengukur lamanya durasi perpindahan traktor dengan beban dari titik A menuju ke titik B yang diukur dengan alat ukur meteran dan stopwatch, kemudian data yang telah diperoleh tersebut dihitung menggunakan rumus kecepatan aktual pada persamaan (2.5). Semua data tersebut digunakan untuk menghitung nilai kecepatan teoritis (V_t) menggunakan rumus pada persamaan (2.4). Setelah data kecepatan teoritis didapatkan, selanjutnya dihitung menggunakan persamaan (2.3) untuk mendapatkan nilai Kapasitas Lapang Teoritis (KLT).

3.3.3.2. Beban *Cardiovascular* (% CVL)

Untuk menentukan beban *cardiovascular* (% CVL) dibutuhkan data Denyut Nadi Kerja (DNK), Denyut Nadi Istirahat (DNI) dan denyut nadi maksimal.

Pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK) dilakukan setelah operator selesai melakukan aktivitas pembajakan, sedangkan Denyut Nadi Istirahat (DNI) diukur sebelum operator melakukan aktivitas pembajakan. Pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) dilakukan dengan cara merasakan denyut jantung yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan yang dihitung menggunakan metode 10 denyut dengan metode pada persamaan (2.9) menggunakan stopwatch. Sedangkan cara untuk mengetahui denyut nadi maksimum yaitu 220 dikurangi umur operator untuk pria dan 200 dikurangi umur operator untuk wanita. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase beban kardiovaskuler (%CVL) menggunakan persamaan (2.10) untuk mengklasifikasikan level dari beban kerja yang diterima oleh operator.

3.3.3.3. Konsumsi Bahan Bakar

Sebelum melakukan pembajakan, tangki bahan bakar traktor diisi penuh dengan bahan bakar. Setelah pembajakan selesai, bahan bakar diisi kembali menggunakan gelas ukur 200 ml hingga penuh kembali, kemudian dicatat penambahan bahan bakarnya, yaitu selisih volume bahan bakar sebelum dan sesudah pembajakan. Durasi pembajakan juga dihitung menggunakan stopwatch, mulai dari awal pembajakan sampai dengan selesai. Setelah semua data diperoleh, barulah dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan rumus pada persamaan (2.11).

3.3.4. Uji T

Setelah proses pengumpulan data, selanjutnya dilakukan analisis data. Metode analisis data yang digunakan adalah metode uji t (*paired t-test*) menggunakan rumus pada persamaan (2.12). Dengan membandingkan data dari perlakuan 1

yaitu pengoperasian traktor tangan menggunakan *remote control bluetooth android* dengan perlakuan 2 yaitu pengoperasian traktor tangan dengan kendali manual, maka akan diketahui adakah perbedaan yang signifikan dari kedua perlakuan tersebut.

3.3.5. Pengukuran Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air tanah dilakukan dengan metode pengeringan menggunakan oven. Pengeringan menggunakan oven ini dilakukan minimal selama 1 x 24 jam atau lebih, hingga bobot kering tanah konstan atau tidak terjadi lagi penurunan bobot. Suhu oven yang digunakan untuk pengeringan optimal antara kisaran 100°C hingga 105°C (Pairunan et al., 1997). Sampel tanah yang akan diukur kadar airnya yaitu sebanyak lima sampel.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* memiliki nilai efisiensi sebesar 27,91%. Sedangkan traktor tangan dengan sistem kendali manual yang memiliki nilai efisiensi 37,82%. Data tersebut menunjukkan bahwa traktor tangan dengan sistem kendali manual lebih efisien dibanding traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android*.
2. Beban *cardiovascular* (%CVL) yang ditanggung oleh operator traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* dengan nilai *cardiovascular* (%CVL) sebesar 2,54%, lebih kecil dibandingkan dengan beban kerja yang ditanggung oleh operator traktor tangan menggunakan sistem kendali manual dengan nilai *cardiovascular* (%CVL) sebesar 46,08%. Data tersebut menunjukkan bahwa beban kerja yang ditanggung oleh operator traktor tangan dengan sistem kendali manual menanggung beban kerja lebih berat.
3. Konsumsi bahan bakar traktor tangan dengan sistem kendali nirkabel menggunakan *remote control bluetooth android* yaitu sebesar 0,43 liter/jam, lebih besar dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar traktor tangan dengan sistem kendali manual yaitu 0,33 liter/jam.

5.2. Saran

Remote kontrol android memiliki permukaan datar yang sulit untuk diraba, sebaiknya remote kontrol android diganti menggunakan remot type *joystick*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al farisi, S., Radite P.A.S. 2012. *Performance Test Of Wireless Controlled Mini Tractor*. Bogor Agricultural University. Bogor.
- Amin, A., Iqbal, I., Suhardi, S. 2018. Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Traktor Tangan (Ym 80) Dengan Bajak Singkal (Moldboard Plow) Pada Lahan Sawah di Desa Galesong Kabupaten Takalar. *Jurnal Agritechno*, 8(2), 124-131.
- Aryansyah, Y. 2020. *Hand Tractor Steering Controlled Using Android Smarthphone Based On Wireless Fidelity (Wi-fi) Network*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Assa, G A., Rantung., Molenaar., Ludong. 2013. *Uji Teknis Traktor Kubota Tipe M9540 Pada Pengolahan Lahan Kering di Kelurahan Wailan, Kota Tomohon*. Universitas Sam Ratu langit. Manado.
- Dadhich, H., Poudel, K.R., Dan BaralT. 2009. *Economics Of Custom Hiring Of Tractor And Tractor Driven Farm Implements In The Sunsari District Of Nepal. Thailand: International Agricultural Engineering Conference7-10 December 2009*.
- Darun, S. M., dan Sumono. 1983. *Pengantar Alat Dan Mesin-Mesin Perkebunan*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1982. *Pengolahan Tanah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Gagelonia, E.C., Cordero, J.C., Dan Tadeo, B.D. 2005. *Engineering TheCrop Establishment System For Paddy Wet Seeding. Tokyo: Farm Machinery Industrial Research Corp. Agricultural Mechanization In AsiaAfricaAnd Latin America 2005 Vol.36 (2)*.
- Goering, Carroll, E., Hansen., dan Alan, C. 2004. *Engine And Tractor Power*. Fourth Edition. USA : American Society of Agricultural Engineers.
- Grandjean. 1988. *Fitting the Task to the Man, 4th edt*, London: Taylor & Francis Inc.

- Habiburrohman, M. 2018. *The Performance Of Hand Tractor Using Two And Four Floatable Wheels On Tillage At Tidal Rice Field*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Handoko, W. 2020. *Performance Test Of Hand Tractor Controlled By Android Smatphone Using Nodemcu Esp8266 Module Based On Wi-fi Network*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Hardjosentono, M. 2000. *Mesin-Mesin Pertanian*. Jakarta: Pt Bumi Aksara.
- Harry, T. 2010. *Uji Kinerja Traktor Tangan Yanmar Tipe TF580 pada Lahan Basah dan Lahan Kering di Desa Dolok Hataran Kabupaten Simalungun*. Jurnal Teknologi Pertanian.. USU Vol. 28 (4): 23-29.
- Kadir, A. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Micro controller dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Jakarta.
- Kamal, W., Syam, H., Jamaludin. 2021. *Perancangan Sistem Kendali Kemudi Otomatis Traktor Tangan Dengan Penerapan Fpv (First Person View)*. Universitas Negri Makaar. Makasar.
- Kuipers, H . Dan Kowenhopn, L. 1983. *Pengolahan Tanah: Aplikasi Pengukuran Lapangan*. Wageningen: Agricultural University Wageningen Press.
- Mardinata, Z. 2014. *Analisis Kapasitas Kerja Dan Kebutuhan Bahan Bakar Traktor Tangan Berdasarkan Variasi Pola Pengolahan Tanah Kedalaman Pembajakan Dan Kecepatan Kerja*. Universitas Islam Riau. Riau.
- Monotalu, C.E.J.C., Yohanes, A.R.L. 2018. *Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test)*. Program Studi Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado.
- Mutia, M. 2014. *Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis Pada Operator Pemetikan Teh dn Operator Produksi Teh Hijau Di PT Mitra Kerinci*. Fakultas Teknik. Universitas Andalas. Padang.
- Nugraha, D.W.A. 2019. *Desain Kendali Remote Kontrol Untuk Setir Traktor Tangan Berbasis Aplikasi Bluetooth Android*. Universitas Lampung: Bandar Lampung
- Nugroho., Gigih P., Ary M. S., Studiawan, H. 2013. *Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino*. Jurnal Teknik Pomits vol 2. No. 1.
- Normianto, E. 1996. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya: PT. Guna Widiya.

- Pairunan A.K., Nanere J.L., Samosir S.S.R., Tangkaisari J.R., dan Ibrahim H.A., 1997. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Timur. Makassar.
- Potts, J., dan Sukittanon, S. 2012. *Exploiting Bluetooth on Android Mobile Devices for Home Security Application*. Proceedings of IEEE, University of Tennessee at Martin. USA.
- Prayudyanto, M.M., Jacob, C., Driejana, R. dan Tamin, O. Z. 2008. *Background for optimization of fuel consumption at congested using hydrodynamic traffic theory*. Proceeding Forum Studi Transportaasi Atar Perguruan Tinggi Internasional Symposium: Jember.
- Rauf. 2012. *Analisis Beban Mental Menggunakan Metode National Aeronautics And Space Administration-Task Load Index (Nasa-Tlx) Di PPPPTK Bmti Di Departemen Mesin Bandung*. Universitas Komputer Indonesia.
- Riza, M., Putra, S. 2016. *Kinerja Mesin Pengolah Tanah Pada Lahan Kering di Kampung Sri Menanti Kabupaten Wai Kanan*. Universitas Bandar Lampung. Lampung.
- Rizaldi, T. 2006. *Mesin Peralatan*. Departemen Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sakai, J. 2009. *Traktor Roda Dua. Laboraturium Alat Dan Mesin Budidaya Pertanian*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salman Dan Radit. 2014. *Performance Test Of Wireless Controlled Mini Tractor*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suastawa, I. N., Hermawan, W., Dan Sembiring, E.N. 2000. *Konstruksi Dan Pengukuran Kinerja Traktor Pertanian*. Teknik Pertanian. Bogor: Fateta Ipb.
- Syahwil, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Andi.
- Syofian, A, 2016. *Pengendalian Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino melalui Bluetooth*. Jurnal Teknik Elektro, ITP, 1 (5), 45-5.
- Tarwaka, A. Bakri dan L. Sudiajen. 2004. *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Utami. 2012. *Pengkuran Beban Kerja Psikologis dan Fisiologis yang Dialami oleh Operator pada Produk Cup di PT Indomex Dwijaya Lestari*. Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.

- Widata, S. 2015. Uji Kapasitas Kerja Dan Efisiensi Hand Traktor Untuk Pengolahan Tanah Lahan Kering. *Jurnal Agro Upy*, 6(2): 64–70.
- Widodo, S. 2008. *Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan Menggunakan Pendekatan Pengukuran Beban Kerja Fisiologis*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Wijaya, T.A. 2019. *Desain Kendali Remote Kontrol Untuk Tuas Gas Dan Tuas Transmisi Traktor Tangan Berbasis Aplikasi Bluetooth Android*. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Yunus, Y. 2004. *Tanah Dan Pengolahannya*. Alfabeta, Bandung.
- Yunus, Y. 2013. *Dinamika Mesin dan Tanah Dalam Pengoperasian Traktor*. Penerbit Alfabeta Bandung. Bandung.
- Yuswar, Y. 2004. *Perubahan Beberapa Sifat Fisik Tanah Dan Kapasitas Kerja Traktor Akibat Lintasan Bajak Singkal Pada Berbagai Kadar Air Tanah*. Banda Aceh: Pascasarjana Universitas Syiah Banda Aceh.
- Zulpayatun. 2014. *Performansi Traktor Tangan Roda Dua Modifikasi Menjadi Roda Empat Multifungsi (Pengolahan dan Penyiangan) Untuk Kacang Tanah Kabupaten Lombok Barat*. Skripsi. Universitas Mataram. Mataram.