

**TESIS**

**PENGENDALIAN TRAKTOR TANGAN JARAK JAUH  
DENGAN SISTEM ANDROID *SNOW CONE* 12.0 DI  
AGROINDUSTRI LAHAN BASAH**

***LONG-DISTANCE HAND TRACTOR CONTROLLED BY  
ANDROID SNOW CONE 12.0 SYSTEM IN  
WETLAND AGROINDUSTRY***



**Widi Handoko  
05032682327003**

**PROGRAM STUDI  
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**WIDI HANDOKO.** *Long-Distance Hand Tractor Controlled By Android Snow Cone 12.0 System In Wetland Agroindustry (Supervised by AMIN REJO and TAMARIA PANGGABEAN).*

*Modernisation of agricultural practices in Indonesia, particularly in soil cultivation for wetland areas, through developing an android-controlled hand tractor, is crucial in addressing the challenges of decreasing labour availability and decreasing agricultural land. This study evaluates the technical and financial feasibility of implementing an android-controlled hand tractor via Wi-Fi compared to manual operation. The research methodology includes testing technical capacity, cost efficiency and economic assessment. The android-based hand tractor control via Wi-Fi was found to be 100 % accurate; however, the response delay increased with the smartphone's distance from the microcontroller, up to a maximum of 100 meters. Straight-line testing indicated that android-controlled hand tractor operation tended to deviate more frequently with varied directional shifts compared to manual operation. Field efficiency for ploughing and harrowing with android control was lower than with manual processes. A five-year investment simulation financial analysis demonstrated a Net Present Value (NPV) of Rp 19.918.961,- and an Internal Rate of Return (IRR) of 28,03 %, a payback period (PBP) resulting in 1,78 years faster than manual control and a Return of Investment (ROI) of 60,15 %, though it is 10,4 % lower than conventional methods. Adoption of a remote control android-based hand tractor system is financially more advantageous than conventional systems, although improvements in the technical operational aspects of the system are necessary to support its implementation.*

## RINGKASAN

**WIDI HANDOKO** Pengendalian Traktor Tangan Jarak Jauh dengan Sistem Android *Snow Cone* 12.0 di Agroindustri Lahan Basah (Dibimbing oleh **AMIN REJO** dan **TAMARIA PANGGABEAN**).

Modernisasi praktik pertanian di Indonesia, khususnya dalam pengolahan tanah di lahan basah, melalui pengembangan traktor tangan kendali android penting untuk menghadapi tantangan berkurangnya tenaga kerja dan penyempitan lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan teknis dan finansial penerapan traktor tangan kendali android berbasis Wi-Fi dibandingkan dengan operasi manual. Metodologi penelitian mencakup pengujian kapasitas teknis lapangan, efisiensi biaya dan penilaian finansial. Pengendalian traktor tangan berbasis android melalui Wi-Fi berjalan akurat 100 %, tetapi mengalami peningkatan *delay* respon seiring dengan bertambahnya jarak *smartphone* dari mikrokontroler hingga maksimal 100 m. Uji jalan lurus menunjukkan pengendalian traktor tangan dengan android cenderung menyimpang lebih sering dengan arah yang variatif dibandingkan dengan kendali manual. Efisiensi lapangan pembajakan dan penggaruan dengan kendali android lebih rendah dibandingkan dengan proses manual. Analisis keuangan dari simulasi investasi selama lima tahun menunjukkan *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 19.918.961,- dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 28,03 % serta *payback periode* (PBP) lebih cepat 1,78 tahun dari pengendalian manual dan ROI sebesar 60,15 % atau 10,4 % lebih rendah dari metode konvensional. Adopsi sistem kendali jarak jauh traktor tangan berbasis android lebih menguntungkan secara finansial dibandingkan dengan sistem konvensional, tetapi perlu didukung oleh peningkatan pada aspek teknis operasional sistem.

**TESIS**

**PENGENDALIAN TRAKTOR TANGAN JARAK JAUH  
DENGAN SISTEM ANDROID *SNOW CONE* 12.0 DI  
AGROINDUSTRI LAHAN BASAH**

***LONG-DISTANCE HAND TRACTOR CONTROLLED BY  
ANDROID SNOW CONE 12.0 SYSTEM IN  
WETLAND AGROINDUSTRY***

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Magister Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Widi Handoko  
05032682327003**

**PROGRAM STUDI  
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGENDALIAN TRAKTOR TANGAN JARAK JAUH  
DENGAN SISTEM ANDROID *SNOW CONE* 12.0 DI  
AGROINDUSTRI LAHAN BASAH**

**TESIS**

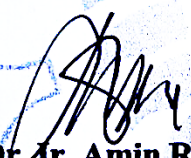
sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Magister Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Widi Handoko**  
**05032682327003**

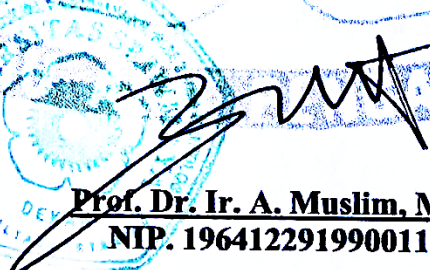
**Palembang, Desember 2024**  
**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

  
**Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.**  
**NIP. 196101141990011001**

  
**Dr. Tamarina Panggabean, S.TP., M.Si.**  
**NIP. 197707242003122003**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Pertanian**

  
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.**  
**NIP. 196412291990011001**

Tanggal seminar hasil: 19 November 2024



Tesis dengan judul “Pengendalian Traktor Tangan Jarak Jauh dengan Sistem Android *Snow Cone* 12.0 di Agroindustri Lahan Basah” oleh Widi Handoko telah dipertahankan di hadapan komisi penguji Tesis Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

- |  |                 |   |
|--|-----------------|---|
| 1. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.<br>NIP. 196101141990011001          | Ketua (.....)   |    |
| 2. Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si.<br>NIP. 197707242003122003   | Anggota (.....) |    |
| 3. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.<br>NIP. 196008021987031004              | Anggota (.....) |   |
| 4. Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si.<br>NIP. 198201242014041001 | Anggota (.....) |  |

Palembang, December 2024

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Magister Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian


Dr. Merynda Indriyani Syafutri, S.TP., M.Si.  
NIP. 198203012003122002

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widi Handoko

Nim : 05032682327003

Judul : Pengendalian Traktor Tangan Jarak Jauh dengan Sistem Android  
*Snow Cone* 12.0 di Agroindustri Lahan Basah

Menyatakan bahwa seluruh informasi dan data yang dimuat dalam Tesis ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak siapapun.



Palembang, Desember 2024



Widi Handoko

05032682327003

## **RIWAYAT HIDUP**

Widi Handoko lahir pada tanggal 15 Juli 1998 di Dabuk Rejo. Anak dari pasangan Bapak Mesiran dan Ibu Sugiyati. Penulis merupakan anak ke empat dari empat bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis yaitu di Sekolah Dasar Negeri 3 Dabuk Rejo tahun 2004-2010, kemudian pada tahun 2010-2013 penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Lempuing. Pada tahun 2013-2016 penulis melanjutkan sekolahnya ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Kayu Agung. Pada tahun 2016 diterima sebagai mahasiswa Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan lulus S1 pada tahun 2020. Pada 2023 penulis melanjutkan Pendidikan Magister Prodi Teknologi Industri Pertanian di Universitas Sriwijaya.



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt., karena rahmat, rida dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tesis dengan judul “Pengendalian Traktor Tangan Jarak Jauh dengan Sistem Android *Snow Cone* 12.0 di Agroindustri Lahan Basah.” Selawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada kekasih dan Rasul pilihan-Nya Nabi Muhammad saw. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyelesaian Tesis ini, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini.
2. Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Koordinator Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P. dan Ibu Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing serta Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr. dan Bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembahas Tesis yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga Tesis ini dapat diselesaikan.
5. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah mengajarkan ilmu yang bermanfaat selama ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Tesis ini, dengan demikian penulis menerima kritik dan saran yang membangun sehingga Tesis ini dapat menjadi lebih baik.

Palembang, Desember 2024

Widi Handoko

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah Swt., karena atas segala karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Selawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah saw. yang selalu menjadi tauladan terbaik penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ytc. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Mesiran dan Ibu Sugiyati yang selalu memberikan dukungan tanpa batas, baik dalam bentuk kasih sayang, materi, doa dan semangat.
2. Yth. Direktur Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Koordinator Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo dan Ibu Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tesis yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
6. Yth. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr. dan Bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembahas Tesis penulis yang telah bersedia memberikan inspirasi dan tanggapan serta saran dalam tesis penulis.
7. Yth. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Industri Pertanian.
8. Yth. Direktorat Riset Teknologi dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang membiayai penelitian ini, Skema Penelitian Dasar Pascasarjana (PPS) Magister, 2024.
9. Ytc, saudara-saudara kandung saya yaitu Sutoyo, Guntoro dan Agus Subowo yang senantiasa memberi dukungan dan semangat dalam setiap pencapaian hidup.
10. Ytc. Sdri. Ghirana Hananita Dauratri, Sdri. Noverdita dan Sdra. Rizky Azra yang telah menemani dan memberikan semangat motivasi selama perkuliahan ini.

11. Ytc. Teman-teman Angkatan Ganjil Prodi Magister Teknologi Industri Pertanian 2023 yang menjadi wadah bertukar ide dan pemikiran.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga Allah Swt. membalas kebaikan semuanya dengan balasan yang lebih baik lagi. Semoga Allah Swt. selalu memberkahi setiap langkah kita semua.

Palembang, Desember 2024

Widi Handoko

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Perkembangan Teknologi Traktor Tangan.....	4
2.1.1. Pengertian Traktor Tangan.....	4
2.1.2. Sejarah Perkembangan Traktor Tangan.....	4
2.1.3. Pengembangan Traktor Tangan Kendali.....	6
2.2. <i>Smartphone</i> dan Android .....	11
2.3. Koneksi Nirkabel .....	12
2.4. Modul Wi-Fi ESP8266.....	14
2.5. Perkembangan Pengolahan Tanah .....	14
2.6. Implemen Pengolahan Tanah.....	16
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Metode Penelitian.....	18
3.3.1. Jenis Penelitian.....	18
3.3.2. Alur dan Kerangka Pikir Penelitian .....	18
3.4. Evaluasi Finansial .....	22
3.4.1. <i>Net Present Value</i> (NPV).....	23
3.4.2. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	23
3.4.3. Periode Pengembalian Modal ( <i>Payback Period</i> ) .....	24
3.4.4. <i>Return on Investment</i> (ROI).....	24

	<b>Halaman</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
4.1. Sistem Kerja Pengendalian Traktor Tangan dengan Android.....	25
4.1.1. Kesesuaian Fungsi Komponen Sistem Kendali .....	26
4.1.2. Kecepatan Respon ( <i>Delay</i> ).....	27
4.2. Gerak Lurus Traktor Tangan.....	31
4.2.1. Pengujian Jalan Lurus Traktor Tangan Secara Manual.....	33
4.2.2. Pengujian Jalan Lurus Traktor Tangan dengan Kendali Android.....	34
4.3. Pengujian Unjuk Kerja.....	35
4.3.1. Lebar Kerja.....	34
4.3.2. Kecepatan Maju .....	38
4.3.3. Efisiensi Kerja.....	40
4.4. Evaluasi Finansial .....	44
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	46
5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN</b> .....	56



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Penelitian terkait kendali traktor tangan .....	9
Tabel 3.1. Prosedur pengukuran parameter teknis .....	21
Tabel 3.2. Uji unjuk kerja .....	22
Tabel 3.3. Metrik finansial .....	23
Tabel 4.1. Kesesuaian perintah aplikasi terhadap komponen mikrokontroler .....	26
Tabel 4.2. Pengukuran kecepatan maju rata-rata .....	38
Tabel 4.3. Pengukuran efisiensi kerja traktor tangan pada kecepatan sedang .....	41
Tabel 4.4. Evaluasi finansial kendali traktor tangan manual dan android .....	45

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. <i>Network Visualization</i> dari VosViewer dengan <i>Keyword</i> “ <i>Remote, Hand Tractor</i> ”.....	7
Gambar 2.2. <i>Network Link Visualization</i> dari VosViewer dengan <i>Keyword</i> “ <i>Hand Tractor</i> ” .....	8
Gambar 3.1. Sketsa Sistem Kendali. ....	18
Gambar 3.2. Traktor Tangan Kendali Android .....	19
Gambar 4.1. Desain Kotak Sistem Kontrol .....	24
Gambar 4.2. Pengukuran Waktu Respon ( <i>Delay</i> ) Fungsi Tuas Gas.....	29
Gambar 4.3. Pengukuran Waktu Respon ( <i>Delay</i> ) Fungsi <i>Clutch Handle</i> .....	30
Gambar 4.4. Pengujian Jalan Lurus Traktor Tangan Kendali Manual .....	32
Gambar 4.5. Pengujian Jalan Lurus Traktor Tangan Kendali Android.....	33
Gambar 4.6. Pengukuran Lebar Kerja dan Kedalaman Kerja .....	35
Gambar 4.7. Pengukuran Kecepatan Rata-Rata .....	38

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Populasi penduduk Indonesia tahun 2023 mencapai 278,6 juta jiwa (BPS, 2024) dan tahun 2035 diproyeksikan tumbuh hingga 308,3 juta jiwa (BPS, 2023). Konsumsi beras di Indonesia tahun 2021 mencapai 6,75 kg per kapita per bulan (Amrullah *et al.*, 2023). Pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan pangan justru diikuti oleh penyempitan lahan pertanian yang menyebabkan kesenjangan pasokan pangan. Pengurangan luas lahan pertanian global sebesar 78 juta hektar dalam rentang tahun 2000-2018 (Herdiansyah *et al.*, 2023), sedangkan di Indonesia dari tahun 2013-2019 juga mengalami penurunan luas lahan sawah dari 7,75 menjadi 7,40 juta hektar (Prayitno *et al.*, 2021). Pendorong utama berkurangnya lahan pertanian adalah urbanisasi, industrialisasi, pembangunan infrastruktur dan tingginya harga lahan perkotaan yang memicu konversi menjadi perumahan (Prabhakar, 2021). Penurunan luas lahan pertanian tersebut ditambah dengan perubahan iklim menyebabkan fluktuasi harga dan kelangkaan pangan (Toumbourou *et al.*, 2023). Tenaga kerja pertanian juga mengalami penuaan usia, di tahun 2020 sekitar 21,2 % pekerja pertanian telah berumur di atas 60 tahun, meningkat 12,6 % sejak 2005, masalah ini berdampak pada produktivitas dan inovasi pertanian. Jumlah tenaga kerja pertanian total juga mengalami penurunan dari 41,3 juta di tahun 2005 menjadi 38,22 juta di tahun 2020. Penurunan jumlah tenaga kerja pertanian disebabkan oleh berkurangnya minat generasi muda karena faktor daya saing rendah, perubahan sosial-budaya dan persepsi pertanian berupah rendah (Ngadi *et al.*, 2023). Tantangan-tantangan dalam industri pertanian terutama sektor hulu dapat diselesaikan dengan modernisasi melalui mekanisasi dan utilisasi teknologi (Guan *et al.*, 2023), tetapi adopsi teknologi di Indonesia masih rendah (Amrullah *et al.*, 2023).

Traktor tangan sebagai salah satu adopsi teknologi populer yang digunakan oleh petani karena keandalan di berbagai kondisi geografis (Ullah *et al.*, 2023). Pengoperasian traktor tangan masih didominasi oleh tenaga manusia, kegiatan ini menimbulkan aktivitas statis dan repetitif yang menyebabkan kelelahan dan risiko

gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDs) (Kongtawelert *et al.*, 2022). Pengoperasian manual traktor tangan meningkatkan kelelahan otot, risiko kesehatan akibat getaran dan bahaya kerja (Hassan *et al.*, 2023). Risiko kesehatan dan paparan lingkungan ekstrim pada tenaga pertanian menyebabkan penurunan produktivitas (Kongtawelert *et al.*, 2022).

Traktor tangan kontrol jarak jauh atau nirawak mampu mereduksi getaran yang diterima operator dan menghindari *Hand-Arm Vibration Syndrome* (HAVS) (Bagye *et al.*, 2021). Pengembangan otomatisasi pada mesin pertanian menjadi solusi karena dapat secara ekonomis menguntungkan bagi sektor agroindustri (Shockley *et al.*, 2019). Perlu pendekatan menuju otomatisasi melalui pengoperasian traktor tangan yang dikontrol dari jarak jauh dengan sistem kendali Android *Snow Cone* 12.0 berbasis jaringan WiFi di lahan basah. Perangkat Android dipilih karena biaya operasional lebih rendah dibandingkan dengan konektivitas *cloud* dan komputasi (Andreica *et al.*, 2022). Jaringan WiFi digunakan karena radius jangkauan mencapai 215 m (Zhang dan Wang, 2021) dan telah terintegrasi di dalam *smartphone* Android (Roy *et al.*, 2021). Untuk itu, perlu dikaji bagaimana traktor tangan kendali Android dapat meningkatkan produktivitas di lahan basah. Untuk itu, kondisi geografis lahan basah perlu dikaji pengaruhnya terhadap performa traktor tangan kendali android. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan pengoperasian pada tingkat uji kinerja tanpa implemen (Handoko, 2020).

Lahan basah sebagai objek otomatisasi traktor tangan dalam sektor hulu agroindustri belum pernah dikaji, penelitian saat ini hanya sebatas uji fungsional sistem kontrol (Crisnapati dan Maneetham, 2022) dan kesesuaian sistem kendali (Amagai *et al.*, 2023) tanpa penerapan di lahan sesungguhnya. Kebaruan dari penelitian ini adalah mengintegrasikan aspek teknis dan kelayakan finansial untuk traktor tangan kendali android di lahan basah yang diharapkan berkontribusi pada peningkatan produktivitas pertanian dan industri traktor tangan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana traktor kendali Android dapat meningkatkan kinerja pengolahan tanah di lahan basah?
2. Bagaimana mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan android berpengaruh terhadap kinerja pengolahan tanah di lahan basah?
3. Bagaimana kelayakan teknis dan finansial traktor tangan dengan kendali android dalam peningkatan industri traktor tangan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kenyamanan dan kinerja teknis pengoperasian traktor tangan kendali android di lahan basah.
2. Menganalisis pengaruh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 terintegrasi android terhadap kinerja pengolahan tanah dengan traktor tangan jarak jauh di lahan basah.
3. Menganalisis aspek teknis dan kelayakan finansial terhadap pengembangan traktor tangan kendali android di lahan basah.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Traktor tangan kendali android yang dihasilkan dapat bermanfaat bagi petani untuk meningkatkan kinerja pengolahan tanah di lahan basah.
2. Hasil analisis mikrokontroler dapat bermanfaat sebagai preferensi peningkatan keandalan sistem kontrol untuk penelitian selanjutnya.
3. Traktor tangan kendali android yang dihasilkan dapat menghilangkan kelelahan otot dan risiko kesehatan akibat pengoperasian manual.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbaspour-Gilandeh, M., Shahgoli, G., Abbaspour-Gilandeh, Y., Herrera-Miranda, M. A., Hernández-Hernández, J. L., dan Herrera-Miranda, I. (2020). Measuring and comparing forces acting on moldboard plow and para-plow with wing to replace moldboard plow with para-plow for tillage and modeling it using adaptive neuro-fuzzy interface system (ANFIS). *Agriculture (Switzerland)*, 10(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120633>
- Agyeman, F. O., Li, M., Ma, Z., Sampene, A. K., Dapaah, M. F., Monto, A. R., Adu, E., dan Kedjanyi, G. (2022). Agricultural mechanization as a tool to alleviate poverty in Ghana: The role of belt and road initiative. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 3(2), 417–426. <https://doi.org/10.54660/anfo.2022.3.2.11>
- Almestarihi, R., Ahmad, A. Y. A. B., Frangieh, R. H., Abualsondos, I. A., Nser, K. K., dan Ziani, A. (2024). Measuring the ROI of paid advertising campaigns in digital marketing and its effect on business profitability. *Uncertain Supply Chain Management*, 12(2), 1275–1284. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.11.009>
- Amagai, S., Fukuoka, Y., Fujii, T., Matsuzaki, Y., Hosozawa, H., Ikegami, T., Warisawa, S., dan Fukui, R. (2023). Remote operation system for novice tractor drivers for situations where automatic driving is difficult. *Journal of Field Robotics*, 40(6), 1346–1362. <https://doi.org/10.1002/rob.22173>
- Amrullah, E. R., Takeshita, H., dan Tokuda, H. (2023). Impact of access to agricultural extension on the adoption of technology and farm income of smallholder farmers in Banten, Indonesia. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 1–17. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2023-0143>
- Andreica, T., Curiac, C. D., Jichici, C., dan Groza, B. (2022). Android head units vs. in-vehicle ECUs: Performance assessment for deploying in-vehicle intrusion detection systems for the CAN bus. *IEEE Access*, 10, 95161–95178. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3204746>
- Aryansah, Y. (2020). *Hand Tractor Steering Controlled Using Android Smartphone Based on Wireless Fidelity (WiFi) Network* [Skripsi]. Universitas Sriwijaya.
- Atzeni, D., Bacciu, D., Mazzei, D., dan Prencipe, G. (2022). A Systematic Review of Wi-Fi and Machine Learning Integration with Topic Modeling Techniques. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 13). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s22134925>
- Auderset, J. (2021). Manufacturing agricultural working knowledge: The scientific study of agricultural work in industrial Europe, 1920s-60s. In *Rural History* (Vol. 32, Issue 2, pp. 233–248). Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/S095679332100011X>

- Bagye, W., Imtihan, K., Ashari, M., Fadli, S., Zaen, M. T., Zulkarnaen, M. F., Fahmi, H., Tantoni, A., Yuliadi, dan Rodianto. (2021). The potential of hand tractor controller to reduce the risk of Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1088(1), 012077. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1088/1/012077>
- Besjedica, T., Fertalj, K., Lipovac, V., dan Zakarija, I. (2023). Evolution of Hybrid LiFi–WiFi Networks: A Survey. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s23094252>
- BPS. (2023). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2020-2050 Hasil Sensus Penduduk 2020*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/05/16/fad83131cd3bb9be3bb2a657/proyeksi-penduduk-indonesia-2020-2050-hasil-sensus-penduduk-2020.html>
- BPS. (2024). *Statistik Indonesia 2024* (Vol. 52). <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/c1bacde03256343b2bf769b0/statistik-indonesia-2024.html>
- Bulgakov, V., Aboltins, A., Beloev, H., Nadykto, V., Kyurchev, V., Adamchuk, V., dan Kaminskiy, V. (2021). Experimental investigation of plow-chopping unit. *Agriculture (Switzerland)*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010030>
- Calcante, A., Oberti, R., dan Tangorra, F. M. (2023). Definition of linear regression models to calculate the technical parameters of Italian agricultural tractors. *Journal of Agricultural Engineering*, 54(4). <https://doi.org/10.4081/jae.2023.1525>
- Cheboi, P. K., Kiptum, C. K., dan Onyando, J. (2021). Effect of Tillage Techniques on Depth, Furrow Slice and Water Retention in Maugo Smallholder Rice Scheme in Kenya. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(2), 308–311. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i2.308-311.3883>
- Cheboi, P. K., Siddiqui, S. A., Onyando, J., Kiptum, C. K., dan Heinz, V. (2021). Effect of Ploughing Techniques on Water Use and Yield of Rice in Maugo Small-Holder Irrigation Scheme, Kenya. *AgriEngineering*, 3(1), 110–117. <https://doi.org/10.3390/agriengineering3010007>
- Chen, H., Xie, H., Sun, L., dan Shang, T. (2023). Research on tractor optimal obstacle avoidance path planning for improving navigation accuracy and avoiding land waste. *Agriculture*, 13(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050934>

- Chen, X., Lü, X., Wang, X., Tu, X., dan Lü, X. (2022). Design and study on the adaptive leveling control system of the crawler tractor in hilly and mountainous areas. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 66(1), 301–310. <https://doi.org/10.35633/inmateh-66-30>
- Chen, Y. C., Chen, L. W., dan Chang, M. Y. (2022). A Design of an Unmanned Electric Tractor Platform. *Agriculture (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/agriculture12010112>
- Choi, H. (2017). Imported machines in the garden: the kyöngun’gi (power tiller) and agricultural mechanization in South Korea. *History and Technology*, 33(4), 345–366. <https://doi.org/10.1080/07341512.2018.1489689>
- Cordova-Cardenas, R., Emmi, L., dan Gonzalez-de-Santos, P. (2023). Enabling Autonomous Navigation on the Farm: A Mission Planner for Agricultural Tasks. *Agriculture (Switzerland)*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/agriculture13122181>
- Crisnapati, P. N., dan Maneetham, D. (2022a). Two-dimensional path planning platform for autonomous walk behind hand tractor. *Agriculture*, 12(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122051>
- Crisnapati, P. N., dan Maneetham, D. (2022b). Two-Dimensional Path Planning Platform for Autonomous Walk behind Hand Tractor. *Agriculture (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/agriculture12122051>
- Crisnapati, P. N., Maneetham, D., dan Triandini, E. (2023). Trolls: a novel low-cost controlling system platform for walk-behind tractor. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(1), 842–858. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i1.pp842-858>
- Danso, F., Bankole, O. O., Zhang, N., Dong, W., Zhang, K., Lu, C., Shang, Z., Li, G., Deng, A., Song, Z., Zheng, C., Zhang, J., dan Zhang, W. (2023). Plough Tillage Maintains High Rice Yield and Lowers Greenhouse Gas Emissions under Straw Incorporation in Three Rice-Based Cropping Systems. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030880>
- Emeana, E. M., Trenchard, L., dan Dehnen-Schmutz, K. (2020). The revolution of mobile phone-enabled services for agricultural development (m-Agri services) in Africa: The challenges for sustainability. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su12020485>
- Gamess, E., dan Smith, B. (2020). Performance evaluation of TCP and UDP over IPv4 and IPv6 for the ESP8266 Module. *ACM International Conference Proceeding Series*, 161–169. <https://doi.org/10.1145/3409934.3409956>
- Guan, N., Liu, L., Dong, K., Xie, M., dan Du, Y. (2023). Agricultural mechanization, large-scale operation and agricultural carbon emissions.

*Cogent Food and Agriculture*, 9(1), 1–23.  
<https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2238430>

- Han, X., Kim, H. J., Jeon, C. W., Moon, H. C., Kim, J. H., dan Seo, I. H. (2021). Design and field testing of a polygonal paddy infield path planner for unmanned tillage operations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191(106567), 1. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106567>
- Handoko, W. (2020). *Performance Test of Hand Tractor Controlled by Android Smartphone Using NodeMCU ESP8266 Module Based on WiFi Network* [Skripsi, Universitas Sriwijaya]. [https://repository.unsri.ac.id/28410/2/RAMA\\_41201\\_05021181621013\\_005076105\\_0002086005\\_01\\_front\\_ref.pdf](https://repository.unsri.ac.id/28410/2/RAMA_41201_05021181621013_005076105_0002086005_01_front_ref.pdf)
- Hassan, A. S., Nalitolela, N. G., dan Majaja, B. A. (2023). Evaluation of vibration reduction isolators for hand transmitted vibration of single-axle tractors. *African Journal of Agricultural Research*, 19(7), 716–726. <https://doi.org/10.5897/ajar2022.16283>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., dan Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Herdiansyah, H., Antriyandarti, E., Rosyada, A., Arista, N. I. D., Soesilo, T. E. B., dan Ernawati, N. (2023a). Evaluation of conventional and mechanization methods towards precision agriculture in Indonesia. *Sustainability*, 15(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su15129592>
- Herdiansyah, H., Antriyandarti, E., Rosyada, A., Arista, N. I. D., Soesilo, T. E. B., dan Ernawati, N. (2023b). Evaluation of Conventional and Mechanization Methods towards Precision Agriculture in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129592>
- Hoque, M. A., Gathala, M. K., Hossain, M. M., Ziauddin, A. T. M., dan Krupnik, T. J. (2021). Modified strip tillage blades for two-wheel tractor seed drills improves maize crop establishment under conservation agriculture. *Development Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2021.100061>
- Hossen, M. A., Talukder, M. R. A., Al Mamun, M. R., Rahaman, H., Paul, S., Rahman, M. M., Miaruddin, M., Ali, M. A., dan Islam, M. N. (2020). Mechanization Status, Promotional Activities and Government Strategies of Thailand and Vietnam in Comparison to Bangladesh. *AgriEngineering*, 2(4), 489–510. <https://doi.org/10.3390/agriengineering2040033>
- Hundal, G. S., Laux, C. M., Buckmaster, D., Sutton, M. J., dan Langemeier, M. (2023). Exploring Barriers to the Adoption of Internet of Things-Based Precision Agriculture Practices. *Agriculture (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/agriculture13010163>

- Jena, P. R., dan Tanti, P. C. (2023). Effect of farm machinery adoption on household income and food security: evidence from a nationwide household survey in India. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7(1), 1–24. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.922038>
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P., dan Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. In *Artificial Intelligence in Agriculture* (Vol. 2, pp. 1–12). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2019.05.004>
- Jin, X., Ma, F., Wang, D., dan Zhu, Z. (2023). Simulation of Mouldboard Plough Soil Cutting Based on Smooth Particle Hydrodynamics Method and FEM–SPH Coupling Method. *Agriculture (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/agriculture13091847>
- Kim, Y. S., Lee, P. U., Kim, W. S., Kwon, O. W., Kim, C. W., Lee, K. H., dan Kim, Y. J. (2019). Strength analysis of a PTO (Power Take-Off) gear-train of a multi-purpose cultivator during a rotary ditching operation. *Energies*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/en12061100>
- Kim, Y. S., Lee, S. D., Baek, S. M., Baek, S. Y., Jeon, H. H., Lee, J. H., Kim, W. S., Shim, J. Y., dan Kim, Y. J. (2022). Analysis of the Effect of Tillage Depth on the Working Performance of Tractor-Moldboard Plow System under Various Field Environments. *Sensors*, 22(7). <https://doi.org/10.3390/s22072750>
- Kitamura, S., Albouy, D., Boppart, T., Cantoni, D., Casaburi, L., De Janvry, A., De Quidt, J., Jones, C. I., Kudamatsu, M., Kurosaki, T., Lagerlöf, N.-P., Nakamura, E., Papaioannou, E., Peters, M., Robinson, J. A., Stiglitz, J., Strömberg, D., Takii, K., Teshima, K., dan Weinstein, D. (2022). Tillers of Prosperity: Land Ownership, Reallocation, and Structural Transformation. *Center on Japanese Economy and Business Working Papers*, 1(381), 1–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.7916/1xbq-k931>
- Komatineni, B. K., Satpathy, S. K., Venkat Reddy, K. K., Sukdeva, B., Dwivedi, U., dan Lahre, J. (2023). Development and Evaluation of Bluetooth based Remote Controlled Battery Powered Drum Seeder. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2023.100333>
- Kongtawelert, A., Buchholz, B., Sujitrarath, D., Laohaudomchok, W., Kongtip, P., dan Woskie, S. (2022). Prevalence and factors associated with musculoskeletal disorders among Thai burley tobacco farmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 2–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116779>
- Kovács, G. P., Simon, B., Balla, I., Bozóki, B., Dekemati, I., Gyuricza, C., Percze, A., dan Birkás, M. (2023). Conservation Tillage Improves Soil Quality and



- Crop Yield in Hungary. In *Agronomy* (Vol. 13, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030894>
- Kuepper, G. (2018). *Farming with Walk-Behind Tractors at Kerr Center's Cannon Horticulture Project*. <https://www.cedarfarmok.com/>
- Lamsal, R. R., Karthikeyan, P., Otero, P., dan Ariza, A. (2023). Design and Implementation of Internet of Things (IoT) Platform Targeted for Smallholder Farmers: From Nepal Perspective. *Agriculture (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/agriculture13101900>
- Lebedev, A., Shuliak, M., Khalin, S., Lebedev, S., Szwedziak, K., Lejman, K., Niedbała, G., dan Łusiak, T. (2023). Methodology for Assessing Tractor Traction Properties with Instability of Coupling Weight. *Agriculture (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture13050977>
- Li, W., Song, Z., Yang, M., Yang, X., Luo, Z., dan Guo, W. (2022). Analysis of Spatial Variability of Plough Layer Compaction by High-Power and No-Tillage Multifunction Units in Northeast China. *Agriculture (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/agriculture12101530>
- Liu, M., Wei, C., dan Xu, L. (2020). Development of cooperative Controller for dual-motor Independent drive electric tractor. *Mathematical Problems in Engineering*, 3, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/4826904>
- Maaß, O., dan Kehlenbeck, H. (2024). Cost–benefit analysis of monitoring insect pests and aerial spraying of insecticides: The case of protecting pine forests against *Dendrolimus pini* in Brandenburg (Germany). *Forests*, 15(1), 1–22. <https://doi.org/10.3390/f15010104>
- Macák, M., Galambošová, J., Kumhála, F., Barát, M., Kroulík, M., Šinka, K., Novák, P., Rataj, V., dan Misiewicz, P. A. (2023). Reduction in Water Erosion and Soil Loss on Steep Land Managed by Controlled Traffic Farming. *Land*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/land12010239>
- Manalo IV, J. A., Orcullo, L. G. F., de Leon, T. J. P., dan Baltazar, M. A. M. (2022). What Happened to PhilRice's Microtiller? A Scaling Study. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 19(2), 35–49. <https://doi.org/10.37801/ajad2022.19.2.p2>
- Mendes, J., Pinho, T. M., Dos Santos, F. N., Sousa, J. J., Peres, E., Boaventura-Cunha, J., Cunha, M., dan Morais, R. (2020). Smartphone applications targeting precision agriculture practices - A systematic review. In *Agronomy* (Vol. 10, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060855>
- Mottalib, M. A., Hossain, M. A., Hoque, M. A., Rahman, M. A., Khan, A. U., Mohammad, N., Mahmud, A. K. M. A., dan Alam, M. M. (2024). Assessment of techno-economic feasibility of conservation agriculture planter for planting of soybean in south coastal region of Bangladesh. *World Journal of Advanced*

- Research and Reviews*, 21(3), 203–218.  
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0599>
- Ngadi, N., Zaelany, A. A., Latifa, A., Harfina, D., Asiati, D., Setiawan, B., Ibnu, F., Triyono, T., dan Rajagukguk, Z. (2023). Challenge of agriculture development in Indonesia: Rural youth mobility and aging workers in agriculture sector. *Sustainability*, 15(2), 1–15.  
<https://doi.org/10.3390/su15020922>
- Noguera Cundar, A., Fotouhi, R., Ochitwa, Z., dan Obaid, H. (2023). Quantifying the Effects of Network Latency for a Teleoperated Robot. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(20). <https://doi.org/10.3390/s23208438>
- Pandey, K. R., Neupane, M. P., Joshi, Y. R., Paudel, A., dan Khatri, S. (2023). Financial analysis of apple (*Malus domestica*) production in Darchula district of Nepal. *Cogent Food and Agriculture*, 9(2), 1–19.  
<https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2272490>
- Prabhakar, S. V. R. K. (2021). A succinct review and analysis of drivers and impacts of agricultural land transformations in Asia. *Land Use Policy*, 102(105238), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105238>
- Prayitno, G., Dinanti, D., Hidayana, I. I., dan Nugraha, A. T. (2021). Place attachment and agricultural land conversion for sustainable agriculture in Indonesia. *Heliyon*, 7(e07546), 1.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07546>
- Rahman, M. B., Chakma, J. D., Momin, A., Islam, S., Uddin, M. A., Islam, M. A., dan Aryal, S. (2023). Smart Crop Cultivation System Using Automated Agriculture Monitoring Environment in the Context of Bangladesh Agriculture. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(20).  
<https://doi.org/10.3390/s23208472>
- Ramírez-Faz, J., Fernández-Ahumada, L. M., Fernández-Ahumada, E., dan López-Luque, R. (2020). Monitoring of temperature in retail refrigerated cabinets applying iot over open-source hardware and software. *Sensors (Switzerland)*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/s20030846>
- Romeo, L., Petitti, A., Marani, R., dan Milella, A. (2020). Internet of robotic things in smart domains: Applications and challenges. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 12, pp. 1–23). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20123355>
- Roy, P., Chowdhury, C., Kundu, M., Ghosh, D., dan Bandyopadhyay, S. (2021). Novel weighted ensemble classifier for smartphone based indoor localization. *Expert Systems with Applications*, 164(113758), 2–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113758>

- Santos, L., Costa, T., Caldeira, J. M. L. P., dan Soares, V. N. G. J. (2022). Performance Assessment of ESP8266 Wireless Mesh Networks. *Information (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/info13050210>
- Shockley, J. M., Dillon, C. R., dan Shearer, S. A. (2019). An economic feasibility assessment of autonomous field machinery in grain crop production. *Precision Agriculture*, 20(5), 1068–1085. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09638-w>
- Signorini, G., dan Ivey, M. L. L. (2023). Comparative feasibility analysis of mechanized equipment for vineyard operations. *HortTechnology*, 33(2), 239–246. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05147-22>
- Spaeth, M., Machleb, J., Peteinatos, G. G., Saile, M., dan Gerhards, R. (2020). Smart harrowing-adjusting the treatment intensity based on machine vision to achieve a uniform weed control selectivity under heterogeneous field conditions. *Agronomy*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10121925>
- Tangtong, C., Yoosook, W., Kongtip, P., dan Woskie, S. (2022). Risk factors associated with hand tractor related injuries among rice farmers in Thailand. *Human and Ecological Risk Assessment*, 28(1), 43–57. <https://doi.org/10.1080/10807039.2021.2014301>
- Toumbourou, T. D., Dressler, W. H., Sanders, A., Liu, E., Brown, T., dan Utomo, A. (2023). Who are the future farmers? Media representations of youth in agriculture, food security and ‘modern’ farming in Indonesia. *Asia Pacific Viewpoint*, 64(2), 188–208. <https://doi.org/10.1111/apv.12374>
- Ullah, A., Shah, A. A., Bavorova, M., Kandel, G. P., dan Kächele, H. (2023). Adoption of hand tractor technology in terrace farming: Evidence from the Hindu Kush Himalayan (HKH), Pakistan. *Heliyon*, 9(3), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14150>
- Vaccari, I., Aiello, M., Pastorino, F., dan Cambiaso, E. (2020, November 3). Protecting the ESP8266 Module from Replay Attacks. *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics, CCCI 2020*. <https://doi.org/10.1109/CCCI49893.2020.9256734>
- Vrochidou, E., Oustadakis, D., Kefalas, A., dan Papakostas, G. A. (2022). Computer Vision in Self-Steering Tractors. In *Machines* (Vol. 10, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/machines10020129>
- Wahyudi, R., dan Ariandi, M. (2024). Implementation of Hand Tractor Control Device Remotely Using Flysky Fs-I6 Remote Control. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(1), 69–73. <https://doi.org/10.33387/protk.v11i1.6741>
- Wang, Q., He, J., Lu, C., Wang, C., Lin, H., Yang, H., Li, H., dan Wu, Z. (2023). Modelling and Control Methods in Path Tracking Control for Autonomous Agricultural Vehicles: A Review of State of the Art and Challenges. In *Applied*

*Sciences (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 12). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/app13127155>

- Wang, Y., Ying, H., Yin, Y., Wang, H., dan Cui, Z. (2021). Benefits and trade-offs of tillage management in china: A meta-analysis. *Agronomy*, 11(8).  
<https://doi.org/10.3390/agronomy11081495>
- Wang, Z., Wang, M., dan Nie, W. (2023). Design of a Dual-Band WiFi Antenna Using the Theory of Characteristic Modes and Nested Chinese Characters. *Electronics (Switzerland)*, 12(16).  
<https://doi.org/10.3390/electronics12163465>
- Widodo, A., Imron, M. A., dan Nurhayati, N. (2020, October 3). Performance Evaluation of ESP8266 for Wireless Nurse Call System. *Proceeding - 2020 3rd International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering: Strengthening the Framework of Society 5.0 through Innovations in Education, Electrical, Engineering and Informatics Engineering, ICVEE 2020*.  
<https://doi.org/10.1109/ICVEE50212.2020.9243178>
- Yang, M., Sun, X., Deng, X., Lu, Z., dan Wang, T. (2023). Extrapolation of Tractor Traction Resistance Load Spectrum and Compilation of Loading Spectrum Based on Optimal Threshold Selection Using a Genetic Algorithm. *Agriculture (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/agriculture13061133>
- Zhang, J., dan Wang, Y. (2021). Design of remote control device using wireless sensor network and its use in intelligent monitoring of farmland information. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 122(2021).  
<https://doi.org/10.1186/s13638-021-01997-1>
- Zinkevich, A. V. (2021). ES8266 microcontroller application in wireless synchronization tasks. *Proceedings - 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2021*, 670–674. <https://doi.org/10.1109/ICIEAM51226.2021.9446411>