

Penerapan Traktor Remote Control dengan Sistem Pengisian Energi Panel Surya pada Desa Tanahbaru Kabupaten Karawang

Luxe Oktafia Permadani¹, Desvita Elvira Anyeler², dan Annisa Rahmadani³, Dian Budhi Santoso⁴
^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang 41361
e-mail: oktafialuxe@gmail.com

Abstrak— Pertanian merupakan salah satu sektor industri terbesar di Indonesia. Kabupaten Karawang yang dikenal sebagai kota padi memiliki potensi besar pada sektor persawahan. Berdasarkan survei pada Maret 2024, Desa TanahBaru memiliki luas sawah mencapai 573 hektar dan menjadi mata pencaharian utama sekitar 75% penduduknya. Namun, sistem pertanian yang masih mengandalkan traktor konvensional dengan tenaga manusia dinilai kurang efisien karena tingginya biaya operasional yang tidak sebanding dengan harga jual padi. Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya efisiensi kerja dan tingginya ketergantungan terhadap tenaga manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem traktor remote control berbasis energi surya sebagai solusi peningkatan efisiensi pertanian di Desa TanahBaru. Metode penelitian meliputi observasi lapangan, wawancara dengan petani setempat, serta studi literatur terkait teknologi smart farming. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali, motor servo sebagai aktuator, serta remote FlySky untuk pengendalian jarak jauh. Sumber energi utama berasal dari aki 12 V yang dapat diisi ulang melalui charging station berbasis panel surya. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem traktor remote control berbasis energi surya berpotensi meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia.

Kata kunci: *Traktor remote control, Energi surya, Panel surya, Efisiensi pertanian*

Abstract— Agriculture is one of the largest industrial sectors in Indonesia. Karawang Regency, known as the “rice city,” has significant potential in the agricultural sector, particularly in rice farming. Based on a survey conducted in March 2024, TanahBaru Village has a total rice field area of 573 hectares and serves as the primary source of livelihood for approximately 75% of its population. However, the agricultural system, which still relies on conventional tractors operated manually, is considered inefficient due to high operational costs that are not proportional to the relatively low price of rice. This condition results in low work efficiency and a high dependence on human labor. This study aims to design and implement a solar energy-based remote-controlled tractor system as a solution to improve agricultural efficiency in TanahBaru Village. The research methods include field observations, interviews with local farmers, and a literature review related to smart farming technology. The designed system utilizes a microcontroller as the main control unit, a servo motor as the actuator, and a FlySky remote control for remote operation. The primary energy source is a 12 V battery that can be recharged through a solar panel-based charging station. The results indicate that the proposed solar-powered remote-controlled tractor system has the potential to enhance operational efficiency and reduce dependence on human labor.

Keywords: *Remote-controlled tractor, Solar energy, Solar panel, Agricultural efficiency*

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor industri terbesar dan terpenting di Indonesia. Sektor ini tidak hanya menjadi pilar utama dalam pemenuhan kebutuhan pangan nasional, tetapi juga berperan besar dalam menyerap tenaga kerja serta menjadi sumber penghidupan utama bagi sebagian besar masyarakat di pedesaan. Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, mencakup kontribusi terhadap pendapatan nasional, penyerapan tenaga kerja, penyediaan pangan, dan menjadi basis pertumbuhan ekonomi di wilayah pedesaan [1]. Salah satu wilayah yang memiliki potensi besar dalam sektor ini

adalah Kabupaten Karawang, yang dikenal sebagai "kota padi" karena kontribusinya yang signifikan terhadap produksi beras nasional. Di dalamnya terdapat Desa TanahBaru, sebuah desa yang memiliki luas sawah mencapai 573 hektar dan menjadi mata pencaharian bagi sekitar 75% penduduknya. Potensi ini menjadikan Desa TanahBaru sebagai kawasan strategis dalam pengembangan sistem pertanian yang lebih efisien dan modern.

Namun demikian, sistem pertanian yang diterapkan di desa ini masih mengandalkan metode konvensional, seperti penggunaan traktor manual yang membutuhkan tenaga manusia dalam pengoperasiannya. Kondisi ini

menyebabkan tingginya biaya operasional dan rendahnya efisiensi kerja, terutama di tengah harga jual hasil panen seperti padi yang tidak selalu stabil. Sektor pertanian semakin tidak menarik bagi generasi muda, sehingga muncul gejala kekurangan tenaga kerja produktif di pedesaan, di mana tenaga kerja yang tersisa cenderung didominasi oleh penduduk usia tua [2].

Dalam menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan inovasi teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Smart Farming*. Sejalan dengan hal tersebut, pengembangan traktor berbasis kendali jarak jauh (*remote control*) pada lahan sawah telah terbukti menjadi solusi mekanisasi yang relevan. Pengolahan tanah sawah membutuhkan efisiensi waktu mengingat keterbatasan waktu pengolahan yang tersedia bagi petani, dan traktor nirawak berbasis *remote control* menjadi salah satu jawaban atas permasalahan tersebut [3]. Untuk mendukung keberlanjutan operasionalnya, sistem ini perlu didukung oleh sumber energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan solusi yang potensial di Indonesia mengingat letak geografisnya di daerah tropis yang menerima sinar matahari secara berkelanjutan, serta tidak menghasilkan polusi udara dan memiliki cadangan energi yang tidak terbatas [4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem traktor *remote control* berbasis energi surya sebagai solusi atas masalah efisiensi pertanian di Desa Tanah Baru. Sistem ini dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *remote control* FlySky yang terhubung dengan *receiver* dan motor servo untuk mengatur pergerakan traktor. Energi utama sistem berasal dari aki 12 V yang dapat diisi ulang melalui *charging station* berbasis tenaga surya yang terdiri atas panel surya 580 WP, *Solar Charge Controller* (SCC), serta komponen pendukung seperti rangka baja ringan dan atap pelindung. Pengisian aki menggunakan panel surya telah terbukti mampu mengisi baterai 12 V secara efektif dengan memanfaatkan intensitas sinar matahari yang tersedia [5].

II. STUDI PUSTAKA

A. Smart Farming

Smart farming atau pertanian cerdas merupakan pendekatan modern dalam sektor pertanian yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Konsep ini memanfaatkan *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Big Data* untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keberlanjutan pertanian di era Revolusi Industri 4.0 [6].

B. Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu relatif singkat, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Berbeda dengan energi fosil yang terbatas dan berdampak besar terhadap lingkungan, energi terbarukan lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [7].

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi surya karena letaknya berada di daerah tropis yang menerima sinar matahari secara berkesinambungan sepanjang tahun.

C. Panel Surya

Panel surya merupakan teknologi yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui prinsip efek fotovoltaik. Ketika cahaya matahari mengenai material semikonduktor seperti silikon, elektron akan terlepas dan menghasilkan arus listrik searah (DC) [8].

Arus listrik tersebut dapat disimpan dalam baterai atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter agar dapat digunakan pada peralatan listrik. Berdasarkan sistem penggunaannya, panel surya diklasifikasikan menjadi sistem *on-grid*, *off-grid*, dan *hybrid* [9].

Dalam penelitian ini, *charging station* dirancang menggunakan panel surya LONGi 580 Wp sebagai sumber energi utama. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* yang digunakan terdiri atas panel fotovoltaik, *Solar Charge Controller* (SCC) tipe MPPT, dan aki Zeus 12 V sebagai media penyimpanan energi. Panel surya berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik, SCC berperan mengatur dan menstabilkan proses pengisian baterai, sedangkan aki digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan. Kinerja pengisian aki 12 V dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang diterima panel surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengisian aki berkapasitas 12 V/55 Ah dapat dicapai dalam waktu sekitar 4–5 jam, bergantung pada kondisi cuaca dan tingkat pencahayaan selama pengujian.

D. Teknologi Remote Control pada Mesin Pertanian

Remote control merupakan teknologi yang memungkinkan pengendalian mesin dari jarak jauh menggunakan sistem komunikasi nirkabel seperti *radio frequency* (RF). Sistem ini terdiri dari *transmitter*, *receiver*, dan aktuator seperti motor servo yang mengubah sinyal kendali menjadi gerakan mekanis [10].

Pada penelitian ini, sistem kendali jarak jauh menggunakan *remote* FlySky FS-i6 dengan *receiver multi-channel* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Pengendalian jarak jauh berbasis *radio frequency* pada alat mekanisasi pertanian padi memungkinkan operator untuk mengendalikan gerakan mesin dari posisi aman tanpa harus berada langsung di atas lahan yang berlumpur, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi kerja [11]. Sistem kendali nirkabel pada traktor prototipe memungkinkan komunikasi *real-time* antara operator dan mesin; berdasarkan pengujian transmisi data, tidak terdapat jeda (*gap*) yang signifikan antara perintah yang dikirim dan respons yang diterima oleh sistem aktuator [12].

E. Komponen Sistem Traktor Remote Control

Sistem traktor *remote control* terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain *receiver multi-channel*, motor servo torsi tinggi, *step-down converter*, kipas pendingin DC 12V, serta baterai lithium-ion sebagai sumber daya utama. Penggunaan baterai lithium-ion memberikan keunggulan dalam efisiensi energi, bobot yang lebih ringan, dan daya tahan yang lebih tinggi dibandingkan baterai konvensional [12].

Sistem traktor *remote control* yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk mendukung pengoperasian traktor dari jarak jauh. Sistem kendali menggunakan *receiver*

FlySky multi-channel yang berfungsi menerima sinyal dari *transmitter* dan meneruskannya ke aktuator sesuai perintah pengguna.

Aktuator yang digunakan berupa motor servo torsi tinggi PDI-HV2060MG dengan torsi hingga 80 kg·cm. Tiga unit servo dipasang pada sistem, yaitu dua unit untuk mengendalikan mekanisme kopling dan rem, serta satu unit untuk sistem kemudi traktor. Penggunaan servo torsi tinggi dipilih karena mampu menghasilkan gaya yang cukup besar untuk menggerakkan tuas kendali traktor, terutama saat beroperasi pada lahan sawah yang berlumpur [13].

Kebutuhan daya sistem dipenuhi oleh aki Zeus 12V yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi seluruh komponen elektronik dan aktuator. Aki ini terhubung dengan *charging station* berbasis panel surya sehingga dapat diisi ulang secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik PLN.

Untuk menjaga kestabilan suplai daya, sistem dilengkapi dengan dua unit *DC step-down converter* berkapasitas 20A yang berfungsi menyesuaikan tegangan keluaran aki sesuai kebutuhan komponen elektronik. Penggunaan konverter DC-DC memungkinkan distribusi daya yang lebih efisien dan stabil selama proses operasi.

Sebagai sistem pengamanan, rangkaian juga dilengkapi dengan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) DC yang berfungsi memutus arus secara otomatis ketika terjadi arus lebih (*overcurrent*) atau hubung singkat (*short circuit*). Selain itu, beberapa komponen pendukung seperti *servo arm horn*, kabel kopling, kabel rem, *panel box*, kipas DC 12V, kabel NYAF, dan kabel *jumper*.

III. METODE

A. Pendekatan Penulisan

Penulisan ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, yakni pendekatan yang menghasilkan data berupa narasi dan deskripsi yang diperoleh melalui pengamatan, telaah dokumen, dan wawancara [14]. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bermaksud mengukur variabel secara statistik, melainkan membangun pemahaman mendalam tentang konsep *smart farming* dan pemanfaatan energi terbarukan pada pertanian di pedesaan, khususnya di Desa Tanah Baru.

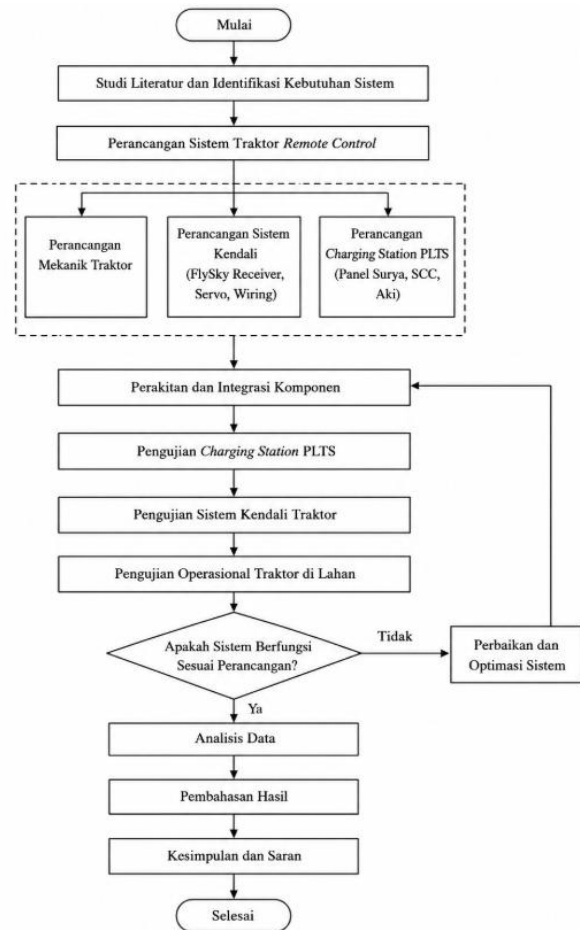
B. Teknik Pengumpulan dan Jenis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua teknik yang saling melengkapi. Pertama, studi pustaka (*library research*), yaitu penelusuran sumber literatur cetak maupun digital yang relevan, mencakup buku ilmiah, jurnal penelitian, laporan akademik, dan artikel yang membahas penerapan *smart farming* serta energi terbarukan di sektor pertanian. Teknik ini berfungsi membangun landasan teoritis sekaligus memetakan perkembangan teknologi yang telah dikaji sebelumnya [15].

Kedua, observasi lapangan, yang dilakukan secara langsung di Desa Tanah Baru untuk memperoleh data kontekstual mengenai kondisi sosial, ekonomi, dan praktik pertanian masyarakat setempat [16]. Hasil observasi ini digunakan untuk mengonfirmasi, melengkapi, dan menghubungkan temuan dari studi pustaka dengan realita

yang ada di lapangan, sehingga potensi penerapan teknologi dapat diidentifikasi secara lebih akurat.

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

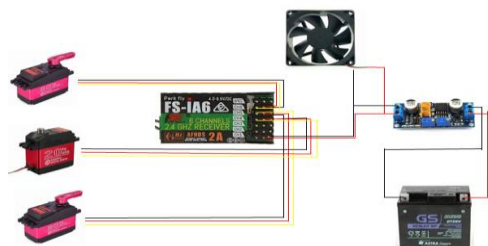
Diagram alir ini menggambarkan tahapan proses penelitian yang berfokus pada perancangan dan pengujian traktor berbasis *remote control* dengan sistem pengisian daya PLTS. Proses dimulai dengan studi literatur dan identifikasi kebutuhan sistem, yang bertujuan mengumpulkan informasi teoritis sebagai dasar perancangan, termasuk konsep *smart farming*, sistem kendali, dan pemanfaatan energi surya.

Setelah itu, dilakukan perancangan sistem traktor *remote control* yang mencakup tiga sub-perancangan secara paralel, yaitu: (1) perancangan mekanik traktor, (2) perancangan sistem kendali (*FlySky Receiver*, Servo, Wiring), dan (3) perancangan *Charging Station* PLTS (Panel Surya, SCC, Aki). Ketiga sub-perancangan ini kemudian masuk ke tahap perakitan dan integrasi komponen.

Tahap selanjutnya adalah serangkaian pengujian yang dilakukan secara bertahap, meliputi pengujian *Charging Station* PLTS, pengujian sistem kendali traktor, dan pengujian operasional traktor di lahan. Setelah pengujian, dilakukan evaluasi: apakah sistem berfungsi sesuai perancangan? Jika tidak, dilakukan perbaikan dan optimasi sistem, lalu proses pengujian diulang kembali. Jika ya, penelitian dilanjutkan ke tahap analisis data, kemudian pembahasan hasil, dan diakhiri dengan kesimpulan dan saran. Setelah seluruh tahapan selesai, penelitian dinyatakan selesai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

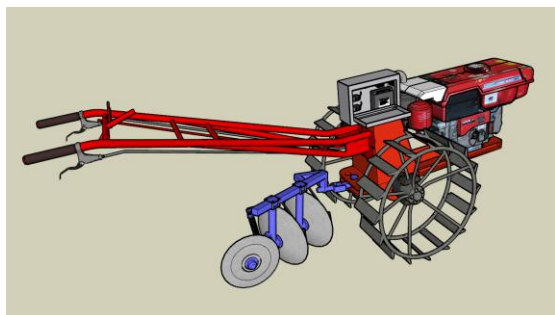
A. Rancangan Traktor Remote Control dengan Sistem Pengisian Energi Panel Surya



Gambar 2. Skema Rangkaian Sistem Traktor Remote Control



Gambar 3. Design Rangkaian Sistem Traktor Remote Control



Gambar 4. Design Traktor Remote Control

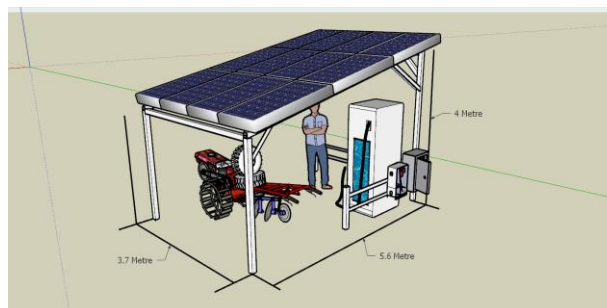
Pada bagian studi pustaka, telah dijelaskan berbagai komponen utama dalam sistem traktor *remote control* yang digunakan. Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan beberapa perangkat elektronik dan mekanikal yang bekerja secara sinergis untuk menghasilkan kendali jarak jauh yang efektif terhadap traktor pertanian. Aki (ACCU) berfungsi sebagai sumber tegangan utama bagi seluruh sistem, menyuplai daya ke semua komponen yang terpasang. Tegangan dari aki kemudian diturunkan menggunakan modul *step-down*, sebelum dialirkan ke kipas DC 12V yang berfungsi mendinginkan udara panas dalam *box* panel sistem agar suhu operasional tetap terjaga dalam batas aman [17].

Sebagai pusat kendali, digunakan *receiver* FlySky i6 10 *channel* yang berperan menerima sinyal dari *remote* dan mengatur perintah ke aktuator secara *real-time*. Untuk menggerakkan sistem secara mekanis, dipasang tiga buah servo dengan kapasitas berbeda sesuai fungsinya: servo 20kg digunakan untuk menarik tuas gas traktor, serta dua servo 80kg yang masing-masing berfungsi sebagai penggerak kemudi kanan dan kiri. Ketiga servo ini dipilih berdasarkan kebutuhan torsi yang berbeda pada tiap fungsi

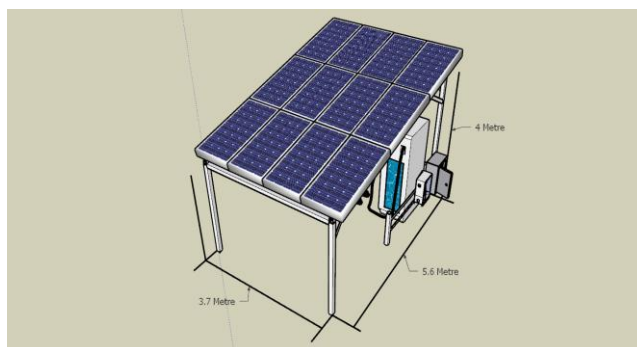
pengendalian [17]. Seluruh komponen bekerja secara terintegrasi agar traktor dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan efektif dan efisien. Spesifikasi teknis selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Komponen Utama Sistem Traktor Remote Control

Komponen	Spesifikasi
Aki (ACCU)	12V / 45Ah
Modul Step-Down	Input 12V → Output 5V
Kipas DC	12V
Receiver FlySky i6	10 channel
Servo kemudi	80kg × 2 unit
Servo gas	20kg × 1 unit
Panel Surya	580WP × 2 unit
MPPT Controller	60A
MCB	Sesuai kapasitas sistem



Gambar 5. Design Charging Station Tampak Serong Kanan



Gambar 6. Design Charging Station Tampak Atas

Selanjutnya, salah satu implementasi penting dalam sistem ini adalah pembangunan *charging station*, yakni sebuah fasilitas pengisian daya yang dibangun menggunakan bahan *hollow* baja ringan dan dirancang khusus untuk beroperasi berbasis tenaga surya. Kehadiran *charging station* ini menjadi komponen krusial karena memastikan ketersediaan energi operasional traktor tanpa bergantung pada sumber listrik konvensional. Fasilitas ini dilengkapi dengan dua unit panel surya berkapasitas 580WP yang bertugas mengonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik.

Energi listrik yang dihasilkan kemudian dikontrol menggunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) 60A, yaitu sebuah pengendali daya yang berfungsi mengoptimalkan daya keluaran panel surya dengan cara menjaga kerja panel pada titik daya maksimum, sehingga efisiensi energi dapat dimaksimalkan sesuai dengan kondisi penyinaran yang tersedia. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) sebagai perangkat proteksi yang secara otomatis memutus aliran arus apabila terjadi kondisi abnormal seperti lonjakan arus atau hubung singkat, demi menjamin keamanan sistem kelistrikan secara keseluruhan. Hasil pengujian kinerja *charging station* secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kinerja Charging Station Tenaga Surya

Parameter Pengujian	Hasil
Kapasitas panel surya	$2 \times 580 \text{ WP} = 1.160 \text{ WP}$
Tegangan keluaran panel surya	$\pm 24\text{V}$ (kondisi optimal)
Arus pengisian maksimum (MPPT)	60A
Waktu pengisian penuh aki	4–5 jam
Kapasitas Aki	12V / 45Ah
Luas lahan yang dapat dioperasikan	hingga 2 hektar per pengisian

Dalam satu siklus pengisian daya selama kurang lebih 4 hingga 5 jam, sistem ini mampu mengisi baterai aki secara penuh. Energi yang tersimpan tersebut kemudian dapat dimanfaatkan untuk mendukung operasi traktor dalam kegiatan pembajakan lahan hingga seluas 2 hektar.

B. Penerapan Traktor Remote Control kepada Para Petani



Gambar 7 Rangkaian sistem kelistrikan charging station

Setelah dilakukan serangkaian penelitian, perancangan, dan pengembangan, berhasil diwujudkan sebuah sistem traktor yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *remote control*. Sistem ini merupakan hasil modifikasi mendalam dari traktor konvensional yang telah dilengkapi dengan berbagai perangkat tambahan, sehingga

mampu beroperasi secara optimal tanpa memerlukan kendali langsung dari pengemudi yang berada di lapangan.

Penggunaan teknologi ini membawa perubahan yang cukup signifikan dalam proses pembajakan sawah, terutama dari sisi efisiensi kerja dan kenyamanan petani. Traktor dengan kendali jarak jauh memungkinkan petani mengoperasikan alat berat tanpa harus turun langsung ke lahan yang berlumpur, sehingga mengurangi beban fisik sekaligus meningkatkan keselamatan kerja.

Untuk memvalidasi klaim efisiensi secara objektif, dilakukan uji coba langsung di lahan sawah Desa Tanah Baru. Pengujian dilakukan dengan mengukur parameter teknis pembajakan meliputi kedalaman bajakan, lebar kerja, waktu pengolahan per petak, dan luas lahan yang mampu diolah dalam satu hari. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan traktor konvensional pada kondisi lahan yang sama. Parameter kedalaman dan lebar bajakan mengacu pada standar pengukuran yang digunakan pada penelitian traktor kendali otomatis sebelumnya, yakni kedalaman bajakan 10–20 cm dan lebar simpangan 38–54 cm [18]. Hasil uji coba disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Metodologi dan Kondisi Uji Coba Lapangan

Aspek	Keterangan
Lokasi uji coba	Lahan sawah Desa Tanah Baru
Jenis tanah	Sawah basah / lahan irigasi
Luas petak uji	1 hektar per sesi pengujian
Jumlah sesi uji	2 sesi (traktor konvensional & remote control)
Parameter yang diukur	Kedalaman bajakan, lebar kerja, waktu, luas/hari

Tabel 4 Perbandingan Parameter Objektif Hasil Bajakan

Parameter	Traktor Konvensional 1	Traktor Remote Control	Selisi h
Kedalaman bajakan rata-rata	10–15 cm	15–20 cm	+5 cm
Lebar kerja per lintasan	30–38 cm	38–54 cm	+16 cm
Keseragaman kedalaman	Tidak konsisten	Konsisten	-
Waktu pengolahan per hektar	± 8 jam	± 4 jam	50% lebih cepat
Kapasitas lahan per hari	1 hektar	2 hektar	2× lipat
Kebutuhan operator di lahan	Harus turun langsung	Tidak perlu	-
Beban fisik petani	Tinggi	Berkurang signifikan	-

Kerataan Hasil Bajakan	Kurang Merata	Lebih Merata	-
Sumber Energi Pengisian	BBM	Panel surya (terbarukan)	-



Gambar 8. Pelatihan petani dalam pengoperasian traktor remote control di lahan sawah



Gambar 9. Pengendalian traktor menggunakan remote control FlySky di area persawahan

Berdasarkan hasil uji coba di lapangan, data pada Tabel 4 membuktikan secara objektif bahwa traktor *remote control* mampu membajak hingga 2 hektar dalam satu hari, dua kali lebih luas dibandingkan traktor konvensional yang hanya mampu menyelesaikan 1 hektar per hari. Peningkatan kapasitas ini didukung oleh lebar kerja per lintasan yang lebih besar (38–54 cm) serta kedalaman bajakan yang lebih konsisten pada kisaran 15–20 cm, sehingga pengolahan tanah berlangsung lebih merata dan efisien [17][18]. Konsistensi kedalaman bajakan ini menjadi indikator objektif bahwa hasil pembajakan traktor *remote control* lebih unggul secara teknis dibandingkan traktor yang dioperasikan secara manual.

Keunggulan ini membuktikan bahwa sistem traktor otomatis tidak hanya mempercepat proses pembajakan, tetapi juga menghasilkan kualitas pengolahan lahan yang lebih baik dari sisi kedalaman dan keseragaman bajakan. Apabila teknologi ini diterapkan secara konsisten dan

berkelanjutan, maka proses pembajakan sawah dapat dilakukan secara lebih cepat, merata, hemat energi, dan ramah lingkungan, sehingga mampu mendukung transformasi menuju sistem pertanian modern yang lebih produktif dan berdaya saing tinggi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan uji coba lapangan sistem traktor *remote control* berbasis energi terbarukan di Desa Tanah Baru, Kabupaten Karawang, sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional kegiatan pertanian secara signifikan.

Sistem kendali yang mengintegrasikan *receiver* FlySky i6 10 channel, servo kemudi 80kg, dan servo gas 20kg berhasil mengendalikan traktor dari jarak jauh secara efektif dan *real-time*. Hasil uji coba lapangan membuktikan bahwa traktor *remote control* mampu mengolah lahan hingga 2 hektar per hari, dua kali lebih efisien dibandingkan traktor konvensional yang hanya mampu menyelesaikan 1 hektar per hari. Secara teknis, kedalaman bajakan yang dihasilkan lebih konsisten pada kisaran 15–20 cm dengan lebar kerja per lintasan mencapai 38–54 cm, sehingga keseragaman pengolahan tanah lebih terjamin dibandingkan pengoperasian manual. Pengoperasian jarak jauh ini sekaligus mengurangi beban fisik petani, menurunkan risiko kecelakaan kerja di lahan berlumpur, dan membantu mengatasi keterbatasan tenaga kerja di sektor pertanian.

Dari sisi energi, *charging station* berbasis panel surya dengan total kapasitas 1.160 WP (2×580 WP) yang dilengkapi MPPT 60A mampu mengisi penuh aki 12V/45Ah dalam waktu 4–5 jam, cukup untuk mendukung operasi pembajakan hingga 2 hektar dalam satu siklus kerja tanpa ketergantungan pada listrik PLN maupun bahan bakar fosil. Penerapan sistem ini membuktikan bahwa pertanian berbasis *smart farming* yang mandiri secara energi, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dapat diwujudkan di tingkat desa.

REFERENSI

- [1] R. F. Dewi, P. H. Prihanto dan J. K. Edy, "Analisis penyerapan tenaga kerja pada sektor pertanian di Kabupaten Tanjung Jabung Barat," *E-Jurnal Ekonomi Sumberdaya Dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 19-25, 2016.
- [2] I. Setiawan, "Peran sektor pertanian dalam penyerapan tenaga kerja di Indonesia," *Jurnal Geografi Gea*, vol. 6, no. 1, April, 2006.
- [3] H. Poerwenty, R. Reta, A. Adriani, S. Muliani, M. Kadir dan S. Syamsia, "Uji Efektifitas Pengolahan Tanah Menggunakan Traktor Nir-Awak (Remote Control) pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Maros," *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 10, no. 1, pp. 45-48, 2025.
- [4] A. Setyawan dan A. Ulinuha, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 24, no. 1, pp. 23-28, 2022.
- [5] J. Setiyono dan S. Sulanjari, "Analisis kinerja panel surya dalam pengisian aki berkapasitas 12 volt/55 ampere," *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan*, vol. 2, no. 2, pp. 7-13, 2022.
- [6] A. Khaidar, "Integrasi Teknologi Internet Of Things Dalam Smart Farming Sebagai Strategi Digitalisasi Pertanian Menuju Era Industri 4.0," *Improve*, vol. 17, no. 2, pp. 34-40, 2025.
- [7] F. D. Kundaryanti, P. A. R. Sari dan W. Kurniawati, "Upaya Peralihan Negara Indonesia dalam Mengembangkan Energi Terbarukan," *CAHAYA: Journal of Research on Science Education*,

- vol. 1, no. 2, pp. 63-71, 2023.
- [8] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah dan I. F. Huda, "Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10-14, 2018.
- [9] S. T. Bakhtiar, S. Salahuddin, M. T. Ir H Jufriadi, S. Rusli, S. T. Yusman, S. T. Fadhli dan S. T. Muhammad Nasir, Sistem Robotika untuk Mekatronika, Ebukune Litera Media.
- [10] L. Mudihartini, G. A. Istiqomah, M. S. Setiowati, E. J. Negara, R. Avrihan, R. Z. Rizqulloh, B. M. Chakim dan S. Sugianto, "Rancang Bangun Robot Arm Dengan Kontrol Jarak Jauh Berbasis Radio Frequency Untuk Peningkatan Efisiensi Pertanian Padi," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 13, no. 2, pp. 131-139, 2025.
- [11] P. E. Broto, "Rancang Bangun Sistem Ground Control Station (GCS) Sebagai Sistem Kontrol Pada Traktor Pembajak Sawah," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 13, no. 1, pp. 151-159, 2025.
- [12] S. Siyoto dan M. A. Sodik, Dasar metodologi penelitian, literasi media publishing, 2015.
- [13] U. Latifa dan J. S. Saputro, "Perancangan robot arm gripper berbasis arduino uno menggunakan antarmuka labview," *Barometer*, vol. 3, no. 2, pp. 138-141, 2018
- [14] M. Fajri, "Peningkatan Kesejahteraan Petani melalui Penerapan Teknologi Pertanian Berbasis Smart Farming di Desa Durian Kecamatan Janapria," *UNITY: Journal of Community Service*, vol. 1, no. 2, pp. 25-29, 2025.
- [15] B. K. Petani, "Implementasi Nilai-nilai Pancasila dalam Membangun," *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, vol. 12, no. 2, pp. 332-339, 2023.
- W. Kamal, H. Syam dan J. Jamaluddin, "Perancangan sistem pengendali kemudi otomatis traktor roda dua dengan penerapan FPV (First Person View)," *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 2, pp. 207-216, 2021.
- [16] W. Kamal, H. Syam dan J. Jamaluddin, "Perancangan sistem pengendali kemudi otomatis traktor roda dua dengan penerapan FPV (First Person View)," *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 2, pp. 207-216, 2021.
- [17] R. F. Lestari, B. S. Kaloko dan A. Mulyadi, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) sebagai Pelacak Daya Puncak pada Panel Surya untuk Optimasi Pengisian Baterai".
- [18] Z. Mardinata dan Z. Zulkifli, "Analisis kapasitas kerja dan kebutuhan bahan bakar traktor tangan berdasarkan variasi pola pengolahan tanah, kedalaman pembajakan dan kecepatan kerja," *AgriTech*, vol. 34, no. 3, pp. 354-358, 2014.