

Rancang Bangun dan Analisa Robot Tematik Simulasi Pertanian dengan Kendali *Wireless*

Ade Reza Septiadi¹, Syaiful Amri²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis

Website: www.polbeng.ac.id; Email: polbeng@polbeng.ac.id

¹aderezaseptiadi@gmail.com(*corresponding author)

²syaifulamri@polbeng.ac.id

Abstrak— Robot tematik pertanian adalah robot yang dirancang untuk melakukan simulasi menanam padi yang dikendalikan dengan jarak jauh secara nirkabel, mencabut rumput di antara batang padi dan memanen padi. Robot dirancang agar mampu melewati tanah lembek saat menanam padi dan mencabut rumput. Pada langkah pertama robot harus bergerak untuk menanam padi. Permukaan sawah dimana padi akan ditanam adalah berupa lembaran busa terbungkus kain dengan tebal 100 mm dengan daya dukung permukaan sebesar $4 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^3$. Robot harus bergerak memasuki sawah pertama (zona tanam) lalu menanam bibit padi. Setelah selesai menanam bibit padi robot bergerak menuju sawah kedua (zona penyiangan) untuk mencabut rumput yang tumbuh di antara batang padi. Setelah selesai mencabut semua rumput robot bergerak menuju sawah dengan padi yang telah siap panen (zona panen). Pada sawah terakhir ini robot harus dapat memanen padi yakni memegang dan memotong batang padi. Jarak maksimal yang dapat dijangkau dalam pengontrolan robot ini dengan kondisi tidak adanya halangan antara robot dengan joystick adalah 50 meter. Adapun tujuan dari pembuatan proyek akhir ini adalah dapat menghasilkan robot tematik pertanian yang dapat dikontrol dari jarak jauh dengan menggunakan joystick wireless. Diharapkan dengan adanya penelitian tentang robot tematik pertanian ini dapat menerapkan pelajaran dasar pemrograman dan menambah kemajuan bidang robotika dibidang pertanian. Dari hasil penelitian yang dibuat robot berhasil melakukan simulasi penanaman padi, mencabut rumput serta memanen padi.

Kata Kunci: Robot, joystick, wireless, pertanian.

Abstract— Farm thematic robots are robots designed to simulate wirelessly controlled rice over long distances, pulling grass between rice stalks and harvesting rice. Robots designed to be able to pass soft soil when planting rice and uproot grass. In the first step, the robot must move to plant rice. The surface of the paddy fields where rice will be planted in the form of foam sheets wrapped in cloth with a thickness of 100 mm with a carrying capacity of $4 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^3$. The robot must move to activate the first paddy field (planting zone) and then plant rice seedlings. After finishing planting the rice robot moves to the second rice field (weeding zone) to pull out the grass that grows between the rice stems. After finishing removing all grass robots moving towards the rice fields with rice ready to harvest (harvest zone). In this last rice field the robot must be able to harvest rice to hold and cut the rice stems. The maximum distance that can be achieved in this controlling robot with the condition that no robot with a joystick is 50 meters. The purpose of this final project is to produce agricultural thematic robots that can be controlled remotely using a wireless joystick. It is hoped that with this research on agricultural thematic robots, they can ask for basic programming lessons and add help in the field of robotics in agriculture. From the results of research made the robot managed to experiment with planting rice, pulling grass and harvesting rice.

Keywords: Robots, joystick, wireless, farm

I. PENDAHULUAN

Padat tahun 2003, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, mulai mendanai Kontes Robot Indonesia. Kontes Robot Indonesia tahun 2003 ini mengadopsi kontes yang diselenggarakan oleh ABU Robocon. Selanjutnya tahun 2004 ditambahkan divisi Kontes Robot Cerdas Indonesia yang mengadopsi kontes Robot Pemadam Api di Trinity College Amerika Serikat. Divisi pada Kontes Robot Indonesia selanjutnya bertambah hingga tahun 2018 terdapat 5 divisi yakni Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI), Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) Berkaki, Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI), Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) *Humanoid*, Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) Beroda [1].

Tema-tema pada divisi Kontes Robot Indonesia hingga tahun 2018 sebagian besar mengadopsi kontes robot sejenis yang diselenggarakan di luar negeri. Melihat kondisi dan kebutuhan nasional, mulaitahun 2019, Direktorat Kemahasiswaan Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi memprakarsai penyelenggaraan divisi baru di Kontes Robot Indonesia yakni Kontes Robot Tematik Indonesia

(KRTMI) dengan mengambil tema sesuai kebutuhan nasional yang mendesak untuk diselesaikan.

Untuk tema Kontes Robot Tematik Indonesia 2019 ini mengambil tema Robot Pertanian Padi yang mana masalah kecukupan pangan saat ini dinilai sangat penting bagi ketahanan bangsa dan negara

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mengangkat judul “Rancang bangun dan analisa robot tematik pertanian dengan kendali *wireless*”. Perancangan robot ini diharapkan agar robot dapat bergerak dengan cepat pada permukaan yang tidak rata dan dalam perancangan robot ini penulis juga memanfaatkan tekanan angin yang digunakan untuk menolak dan menarik pneumatik. Pneumatik disini dimanfaatkan sebagai pemotong dan penjepit padi dan sebagai penolak maju dan mundurnya tuas penjepit agar memudahkan operator pada saat ingin mengambil padi atau rumput yang jauh dari jangkauan penjepit itu sendiri.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan, (2008), pada “Rekayasa Rancang Bangun Sistem Pemindahan Material Otomatis Dengan Sistem Elektro Pneumatik”. Dalam jurnalnya membahas tentang merancang sebuah alat pemindah barang

dengan memanfaatkan tenaga pneumatik, sistem kerja dari alat pemindah barang tersebut hanya untuk menaikkan dan menurunkan penjepit barang yang selanjutnya memindahkan barang sesuai tempat yang diinginkan. Dari data pengujian, waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan material sekitar 20 detik untuk satu siklus proses.

Menurut penelitian yang dilakukan Peng dkk, (2016), pada “*Mechanical Design and Control System of an Omni-directional Mobile Robot for Material Conveying*”. Dalam jurnalnya ini membahas tentang perancangan mekanik robot yang mempertahankan posisi robot agar tetap pada posisi stabilnya pada saat melewati lintasan yang tidak rata. Robot ini didesain menggunakan empat buah roda mekanum yang ditambah dengan sempring pada bagian kedudukan motor agar roda tidak kaku atau tetap pada saat ada lintasan yang tidak datar. Dari data pengujian menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan lateral kurang dari 1 cm dalam satu meter, sehingga robot bisa berjalan pada garis lurus akurat.

Pada proyek ini, robot ini dirancang dengan menggunakan dua buah *rubber track* sebagai penggerak utama jalannya robot, tujuan penguasaan roda jenis roda rantai ini adalah karena memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh roda biasa. Roda jenis *rubber track* ini dapat bergerak meskipun berada pada permukaan yang tidak rata.

Konstruksi penjepit dirancang menggunakan sebuah pneumatik berukuran 10 cm, rancangan penjepit ini sendiri bertujuan agar rumput atau padi tidak mengalami goyangan pada saat dibawa, selanjutnya sebagai penggerak maju dan mundur tuas penjepit dirancang menggunakan satu buah pneumatik berukuran 10 cm, tujuan dari penggerak tuas ini sendiri agar memperpanjang jangkauan penjepit pada saat mengambil padi atau rumput yang jangkauannya lebih jauh dari jangkauan awal.

B. Blok Diagram Penelitian

Secara sistematis metode penelitian jurnal ini dijadikan dalam bentuk diagram blok, yaitu seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

C. Studi Litelatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut berisikan tentang:

- Dasar teori tentang robot pertanian.
- Sistem gerak pada robot.
- Sistem pengontrolan melalui *joystick wireless*.

Studi literatur ini adalah kumpulan dari referensi-referensi yang terdahulu dengan perumusan masalah yang ada. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian dan situs-situs di internet. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai landasan teori dalam melakukan studi dan juga dalam penyelesaian proyek ini.

D. Perencanaan Desain Mekanik

Untuk mempermudah dalam pembuatan proyek ini, makadibuat langkah-langkah perancangan untuk mempermudah dalam merealisasikan alat yang akan dibuat. Desain perancangan dibuat menggunakan *software* aplikasi *sketchup* guna untuk mendapatkan hasil desain yang 3 dimensi. Desain perancangan mekanik *body/chasis* robot dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain *body/chasis* robot

Adapun bahan yang digunakan untuk membuat mekanik *body* robot adalah terdiri dari besi holo 1cm x 1cm persegi. Penggunaan bahan untuk membuat mekanik *body* robot ini bertujuan agar robot kuat saat ber manuver ataupun berbenturan dengan benda keras.

Pada kerangka keseluruhan *body* robot digunakan besi holo 1cm x 1cm persegi. Pada lantai bawah digunakan plat alumunium dengan tebal 0,5 cm, tujuan dari penggunaan plat alumunium didasar bawah adalah sebagai penompang atau sebagai lantai tumpuan penyangga motor. Hasil mekanik *body/chasis* robot yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanik *body/chasis* robot

E. Blok Diagram Sistem Hardware

Desain sistem pada robot tematik pertanian ini terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari sitem mekanik dan komponen-komponen yang ada pada robot, sedangkan perancangan perangkat lunak terdiri dari desain sistem kontrol yang dibangun menggunakan *software Arduino IDE*, Blok diagram perancangan komponen sistem hardware robot dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan sistem hardware robot

F. Cara Kerja Sistem

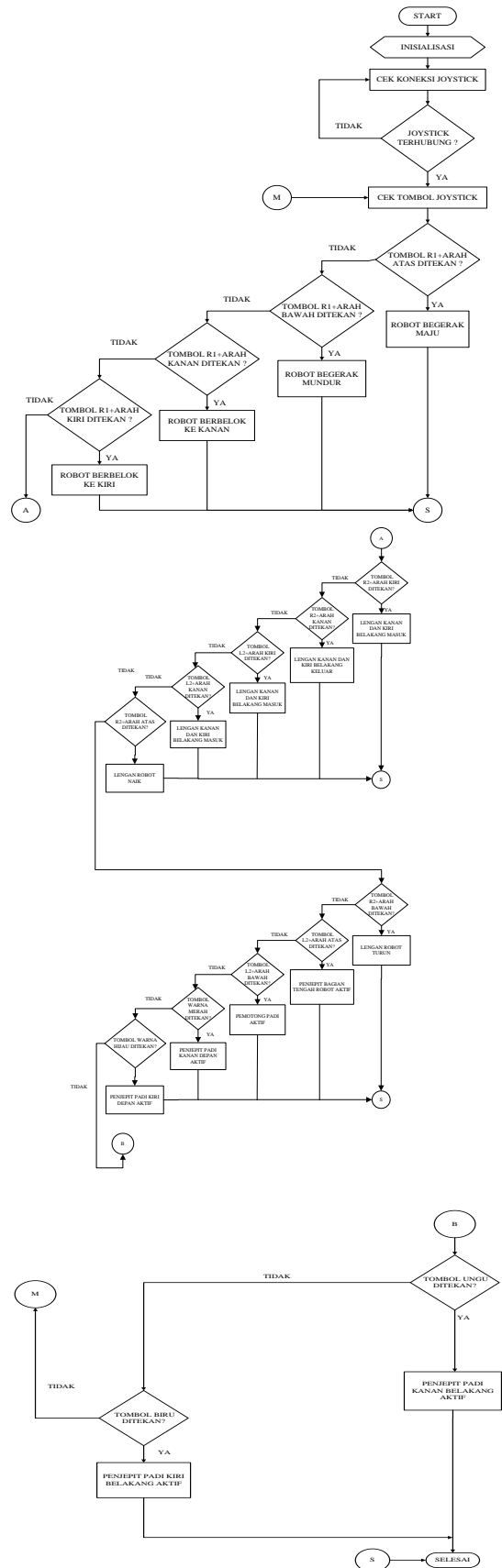
Secara garis besar robot hanya bisa dikendalikan oleh *joystick wireless* yang sudah saling terhubung dengan *receiver joystick*. Keterangan pergerakan robot dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
Fungsi tombol pada *joystick*

Tombol	Perintah
R1 + ▲	Maju
R1 + ▼	Mundur
R1 + ◀	Belok kiri
R1 + ▶	Belok kanan
R2 + ◀	Lengan kanan dan lengan kiri masuk
R2 + ▶	Lengan kanan dan lengan kiri keluar
L2 + ◀	Lengan kanan dan lengan kiri masuk
L2 + ▶	Lengan kanan dan lengan kiri keluar
L2 + ▲	Lengan naik
L2 + ▼	Lengan turun
R2 + ▲	Lengan naik
R2 + ▼	Lengan turun
R1+L1	Jepit lengan tengah
R2+L2	Gunting pemotong
○	Penjepit lengan kanan 2 (Kanan belakang)
▲	Penjepit lengan kanan 1 (Kanan depan)
◻	Penjepit lengan kiri 1 (Kiri depan)
✕	Penjepit lengan kiri 2 (Kiri belakang)

G. Algoritma Program Robot

Algoritma kontrol robot dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart kontrol robot

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan ini adalah hasil yang didapat dari tahapan-tahapan perancangan alat. Baik itu pada sistem *software* maupun sistem *hardware*. Dari hasil pembuatan mekanik robot maka hal pertama yang harus diperhatikan adalah memastikan bahwa masing-masing komponen robot sudah terpasang atau terkoneksi dengan baik, seperti *board Arduino Mega 2560*, Motor PG45, *driver* MotorBTS7960 *Driver 43A H-Bridge*, modul relay serta *valve pneumatik*.

A. Pengujian Driver Motor dan Motor PG45

Pengujian *driver* Motor BTS7960 *Driver 43 H-Bridge Driver* dilakukan dengan keluaran motor PG45 24V. Kecepatan dan arah perputaran motor sudah bisa dikontrol melalui *source code* program pada Arduino. Setelah dilakukan pengujian pada kecepatan dan arah perputaran motor maka didapatkan hasil kesimpulan dari pergerakan motor yang dihasilkan. Hasil pengujian driver motor BTS 7960 *Driver 43 H-Bridge Driver* dan motor PG45 dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
Hasil pengujian driver motorBTS7960 *Driver 43 H-Bridge Driver* dan Motor PG45

Setelah melakukan pengujian pada satu buah driver motor dan satu buah MotorPG45, langkah selanjutnya adalah pengujian pada dua buah driver motor dan dua buah Motor PG45 yang telah dipasang pada chasis robot. Arah putaran Motor PG45 akan menghasilkan suatu pergerakan pada robot. Pengujian dua buah motor dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3
Pengujian arah putaran dua buah motor pada chasis robot

Motor 1		Motor 2		Aksi pergerakan robot
LOGIC	PWM	LOGIC	PWM	
1	0	1	0	Robot Maju
0	1	0	1	Robot Mundur
1	0	1	0	Robot Putar kanan
0	1	0	1	Robot Putar kiri

Dari data pengujian pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa dengan memberi logika yang berbeda pada pin *logic driver* motor akan menghasilkan pergerakan pada robot, jika *logic* yang diberi berupa 1 dan 0 maka akan menghasilkan putaran motor searah jarum jam dan selanjutnya jika *logic* yang diberi berupa 0 dan 1 maka putaran motor akan berlawanan arah jarum jam. Pemberian input logika pada pin *logic driver* motor harus sesuai dengan aturan pergerakan robot.

B. Pengujian Modul Relay

Pada pengujian modul relay dilakukan tanpa menghubungkan keluaran soket *NC* dan *COM* pada modul relay tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa modul relay sudah berjalan dengan baik atau belum. Pada pin

IN yang terdapat pada modul relay dihubungkan ke pin 10 pada Arduino Mega 2560. Hasil pengujian modul relay dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4
Pengujian modul relay

NO	Input Logic	Vout	Output
1	0	5 V	LED on
2	1	038,4 mV	LED off

Dari data pengujian pada Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa apabila pin input pada modul relay diberikan logika 0 maka anak kontak yang awalnya *NO* menjadi *NC* dan LED pada relay menyala kemudian tegangan keluar pada pin relay menjadi 5 V. Apabila pin *input* diberikan logika 1 maka anak kontak yang awalnya *NC* menjadi *NO* dan LED pada modul relay mati sehingga tegangan keluar pada pin *relay* akan menjadi 038,4 mV.

C. Pengujian Solenoid Valve dan Silinder Pneumatik

Proses instalasi silinder pneumatik dan solenoid *valve* sangat perlu diperhatikan, karena apabila pemasangan selang angin pada silinder pneumatik dan solenoid *valve* dengan arah yang terbalik maka pada saat solenoid *valve* aktif piston silinder pneumatik tidak akan terdorong, tetapi piston silinder pneumatik akan tertarik. Setelah melakukan pengujian solenoid *valve* dengan cara manual, selanjutnya pengujian dengan cara otomatis. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan modul relay dan *supply* DC 24V. *Battery* yang digunakan adalah *battery Li-Po* DC 24V. Untuk menghubungkan dan memutuskan tegangan *battery* pada solenoid *valve* maka *socket* pada modul relay yang digunakan adalah *COM* dan *NC*. Pengujian solenoid *valve* dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5
Pengujian modul solenoid valve

Input Logic	Vout	Output
0	24 V	Solenoid valve on
1	0 V	Solenoid valve off

Vin	PWM	RPM Motor	Vout Pengukuran	Vout Perhitungan	Efisiensi
23,9 V	255	515	23,9 V	23,9 V	100 %
23,9 V	220	444	20,51 V	20,61 V	99,5 %
23,9 V	200	403	18,64 V	18,74 V	99,4 %
23,9 V	180	368	16,80 V	16,87 V	99,5 %
23,9 V	150	306	14,04 V	14,05 V	99,9 %
23,9 V	100	204	9,30 V	9,37 V	99,2 %
23,9 V	80	157	7,45 V	7,49 V	99,4 %
23,9 V	50	96	4,68 V	4,68 V	100 %
23,9 V	30	50	2,68 V	2,81 V	95,37 %
23,9 V	0	0	0 V	0 V	-

Dari data pengujian pada Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa apabila pininput pada modul relay diberikan logika 0 maka anak kontak yang awalnya *NO* menjadi *NC* dan indikator *LED* pada *relay* dan selenoid *valve* akan menyala. Apabila pin *input* diberikan logika 1 maka anak kontak yang awalnya *NO* menjadi *NC* dan indikator *LED* pada modul relay dan selenoid *valve* mati. Indikator *LED* menyala dan mati itu adalah *LED* yang berwarna hijau.

D. Pengujian Ketahanan Akumulator

Pengujian ketahanan akumulator berfungsi untuk mengetahui seberapa lama waktu pemakaian akumulator yang digunakan untuk menyuplai ke aktuatur utama, motor penggerak lengan robot serta selenoid *valve*.

Agar penggunaan robot tematik pertanian padi dapat dikalkulasikan sesuai waktu pemakaian, aktuatur utama yang digunakan adalah dua buah motor DC PG45, motor DC 12 V, serta tujuh buah selenoid *valve*.

Persamaan:

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$V = \frac{P}{I} \quad (2)$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (3)$$

Keterangan:

I : Arus (Ampere)
P : Daya (Watt)
V : Tegangan (Volt)

- Perhitungan ketahanan akumulator baterai 24 V 5200 mAh:
 $I = 25,9 \text{ W} + 28,8 \text{ W} + 2,88 \text{ W} + 2,88 \text{ W} + 2,64 \text{ W} + 2,64 \text{ W} + 2,64 \text{ W} / 24\text{V} = 3,06 \text{ Ampere}$
 Waktu pemakaian $5,2 \text{ Ah} / 3,06 = 1,69 \text{ jam}$
 Jadi sebuah baterai 24V/5200 jika digunakan untuk menyuplai energi listrik pada robot tematik pertanian dengan beban 73,66 Watt maka lama waktu pemakaiannya adalah selama 1,69 jam.
- Perhitungan ketahanan akumulator baterai 12 V 2200 mAh:
 $I = 6 \text{ W} + 6 \text{ W} + 6,36 \text{ W} + 6,36 \text{ W} / 12\text{V} = 2,06 \text{ Ampere}$
 Waktu pemakaian $2,2 \text{ Ah} / 2,06 = 1,06 \text{ jam}$
 Jadi sebuah baterai 12V/2200 mAh jika digunakan untuk menyuplai energi listrik pada robot tematik pertanian dengan beban 24,72 Watt maka lama waktu pemakaiannya adalah selama 1,06 jam.

E. Pengujian Pengisian Akumulator

Untuk charging time pada masing-masing jenis alat charge sebenarnya mempunyai perhitungan dasar ideal yang dapat dlhitug dengan menggunakan persamaan:

$$th = mahB / mA \quad (2-1) \quad (4)$$

Keterangan:

mahB : kapasitas maksimum baterai

mA : besarnya *ampere* yang diberikan *charger*
 th : total waktu dalam jam

- Perhitungan waktu pengisian akumulator 24V/5200 mAh

$$th = \frac{5200}{2500}$$

$$th = 2,08 \text{ jam}$$
 Waktu yang diperlukan untuk pengisian akumulator 24V/5200 mAh pada kondisi ideal adalah 2,08 jam.
- Perhitungan waktu pengisian akumulator 12V/2200 mAh

$$th = \frac{2200}{2000}$$

$$th = 1,1 \text{ jam}$$
 Waktu yang diperlukan untuk pengisian akumulator 12V/2200 mAh pada kondisi ideal adalah 1,1 jam.

F. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini adalah tahap akhir dalam proses punggujian pada robot. Pada saat robot pertama kali dihidupkan dan koneksi wireless terhubung maka robot siap untuk dikontrol, adapun tatacara penanaman dan panen seperti berikut:

a. Zona tanam

Pada zona tanam yang dibuat memanjang robot harus berhasil membawa dan menanam bibit padi berupa bibit plastik yang telah direkatkan dengan lempengan besi dibagian bawahnya, maka robot harus mampu menanam atau meletakkan bibit padi pada lempengan magnet yang telah dipasang pada zona tanam sebanyak enam buah.

b. Zona penyiangan

Pada zona penyiangan robot harus mampu mencabut rumput sebanyak tiga buah yang telah dibuat dan telah direkatkan menggunkan lempengan magnet dan besi

c. Zona panen

Pada zona panen robot harus dirancngn mampu memotong padi yang dibuat dengan selang plastik sebanyak tiga buah setinggi 50 cm dan harus mampu mengangkat setinggi 20 cm.

Hasil pengujian alat keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6
 Pengujian control robot

Tombol	PENGUJIAN 1		PENGUJIAN 2	
	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
R1 + ▲	✓	-	✓	-
R1 + ▼	✓	-	✓	-
R1 + ◀	✓	-	✓	-
R1 + ▶	✓	-	✓	-
R2 + ◀	✓	-	✓	-
R2 + ▶	✓	-	✓	-
L2 + ◀	✓	-	✓	-

L2 + ▶	✓	-	✓	-
L2 + ▲	✓	-	✓	-
L2 + ▼	✓	-	✓	-
R2 + ▲	✓	-	✓	-
R2 + ▼	✓	-	✓	-
R1+L1	✓	-	✓	-
R2+L2	✓	-	✓	-
○	✓	-	✓	-
△	✓	-	✓	-
□	✓	-	✓	-
×	✓	-	✓	-

- Berbasis PLC Siemens S7-1200” Institut Teknologi Sepuluh November.
[9] Novan Eka Prayoga. 2015 “Implementasi Auto Docking System Pada Mobile Robot” Institut Teknologi Sepuluh November.

IV. KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses dalam pengujian pada alat dan analisa sistem yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak maksimal pengontrolan robot tanpa adanya halangan adalah 50 meter. Jika lebih dari 50 meter, maka koneksi *joystick* dengan *reciver joystick* akan terputus atau robot tidak dapat dikontrol lagi.
2. Nilai PWM dari setiap motor berbeda karena Motor PG45 tidak memiliki nilai torsi yang sama sehingga diperlukan pengaturan nilai PWM yang tepat pada tiap Motor PG45 agar mendapatkan gerak yang akurat dari robot.
3. Pengujian alat keseluruhan pada proyek ini berhasil secara keseluruhan.
4. Jauhnya jarak pengontrolan tidak mempengaruhi waktu respon dari robot.
5. Jarak maksimal pengontrolan robot dengan adanya halangan berupa kacadan dinding hanya 25 meter, jika jangkauan jarak ditambah maka koneksi *joystick* dengan *reciver joystick* akan terputus.
6. Waktu penggunaan akumulator 24 V/2500 mAh pada robot tematik pertanian adalah 1,69 jam.

REFERENSI

- [1] Panduan Kontes Robot Tematik Indonesia 2019.
- [2] Masruri. 2018 “Rancang Bangun Robot Manual Pengambil Bola Menggunakan Joystick Wireless” Politeknik Negeri Bengkalis.
- [3] Daniel Christian Yunanto, H. 2016 “Sistem Kendali dan Pemantauan Kursi Roda Elektrik” Universitas Kristen Petra.
- [4] Annona Dieni Septiarini. 2018 “Pemodelan Matematika Kecepatan Motor DC Menggunakan Identifikasi Dengan Metode 2S” Institut Teknologi Sepuluh November.
- [5] RadiBirdayansyah, dkk. 2015 “Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino” Universitas Lampung
- [6] Sonny Rumalutur. 2016 “Rancang Bangun Sistem Kontrol Kecepatan Motor Menggunakan Sensor Suhu LM 35” Politeknik Katolik Saint Paul.
- [7] David Setiawan. 2016 “Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System” Universitas Lancang Kuning.
- [8] WahyuldangWirabudi. 2017 “Pengembangan Sistem Kontrol Gate Pada Flow Control Valve Sistem Pembangkit Daya Mikrohidro