

Rancang Bangun Robot Pembersih Tanaman Gulma Padi Otomatis

Muhamad Zaydi Muhazzab
15112224
zaydi.4jap@gmail.com

Dr. Eng Aryuanto Soetedjo ST, MT
Pembimbing 1

M. Ibrahim Ashari ST, MT
Pembimbing 2

Abstract — Padi yang diolah dapat menghasilkan nasi yang menjadi sumber karbohidrat di dalam sebagian masyarakat di Indonesia atau bisa dikatakan sebagai makanan pokok oleh sebab itu padi bisa dikatakan sebagai bahan makanan yang penting. Sebelum diolah terkadang dana operasional petani dan keuntungannya tidak jauh berbeda sehingga tidak jarang pula petani dalam sekali panen bisa untung bisa rugi, dan juga karena dana operasional yg besar sedangkan untung yang kecil karena kalah bersaing dengan beras impor. Salah satu yang termasuk besar terdapat di dalam dana operasional yaitu ketika setelah penanaman bibit-bibit padi terdapat kemunculan tanaman pengganggu yg dapat menyerap nutrisi yang seharusnya untuk tanaman padi malah di habiskan oleh tanaman pengganggu oleh sebab itu petani meminta bantuan orang lain untuk membersihkan tanaman pengganggu tersebut (menyiang) di sinilah letak dana operasional yang cukup memakan biaya tinggi karena di sisi lain kita memberi upah untuknya terkadang juga ketika mereka berkerja dari pagi kita juga memberinya sarapan dan juga makan siang maka dari itu sebuah robot pembersih tanaman gulma padi otomatis dibutuhkan.

Fungsi robot otomatis ini dapat melakukan pekerjaan tersebut (menyiang) secara otomatis sehingga para petani tidak perlu capek atau mengeluarkan banyak dana operasional secara tidak langsung pula hasil menyiang dari robot ini dapat menjadi pupuk yang dapat menjadikan tanaman padi lebih sehat dan lebih cepat tumbuh.

Robot ini menggunakan mikrokontroler yang mengontrol motor DC yaitu sebagai penggerak robot secara otomatis serta sensor limit switch dan rotary encoder dengan keakuratan 80% pada pengujian robot bergerak lurus, 67% membersihkan tanaman gulma padi dan 50% pada pengujian berbelok ke kiri/kekanan.

Kata Kunci — arduino, motor DC, limit switch, rotary encoder

I. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman yang jika diolah dapat menghasilkan nasi dimana sejati nasi adalah makanan pokok di Indonesia, didalam nasi juga terdapat kandungan karbohidrat yang tinggi yang di butuhkan oleh tubuh manusia sebagai sumber energi terbesar dalam tubuh. Menurut (Sari, 2014) pada 15 tahun terakhir negara Indonesia yang sejatinya memiliki kekayaan alam tetapi di dalam hal pangan atau beras kita masih impor karena tidak bisa mencukupi kebutuhan di dalam negeri. Menyiang adalah kegiatan

membersihkan tanaman gulma untuk menjaga nutrisi padi akan tetapi kegiatan ini membutuhkan dana operasional yang tinggi membuat petani bisa untung dan rugi (Bailia, J, F.T., Soegoto, A, S., dan Loindong, S, S, R., 2014), padahal jika diperhitungkan dengan matang serta dimasukkannya teknologi masa kini (robotika) kita dapat mencukupi kebutuhan di dalam negeri.

Beberapa penelitian sebelumnya kegiatan penyiang dilakukan secara manual (hand weeding) membutuhkan waktu 172 jam/ha dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 25 orang/ha (Haryono, 2007). Dan menggunakan alat penyiang semi mekanis yaitu alat penyiang gasrok/landak terbuat dari kayu dan cakar penyiang menggunakan beberapa kumpulan paku yang terletak pada dasar penyiang (Sulistiyosari, 2010).

Alternatif lain menggunakan mesin penyiang bermotor (power weeder) (Buharman, 2011). Namun mesin ini masih menggunakan tenaga manusia sebagai operasional atau pengendali (manual), harga untuk alat ini masih relatif mahal dan tidak ramah lingkungan karena menggunakan bahan bakar minyak.



Gambar 1.1. Penyiang Gulma Padi Secara Manual

Berdasarkan hal tersebut penulis berinisiatif untuk merancang robot pembersih tanaman gulma padi otomatis menggunakan limit switch dan rotary encoder sebagai sensor dan motor DC sebagai penggerak yang dikontrol oleh Arduino.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kondisi Persawahan

Di area persawahan ada beberapa sistem cara penanaman padi yaitu Konvensional, Tebela, SRI (System of Rice Intensification), Pita tanam organik

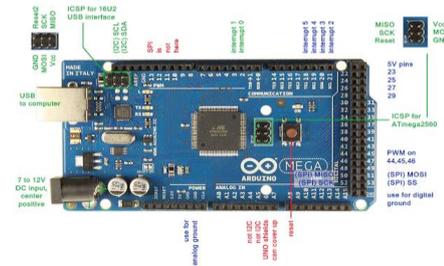
dan Jajar Legowo (Lita, Soekartomo, & Guritno, 2013). Dalam program skripsi kali akan membahas tentang SRI (*System of Rice Intensification*) karena menurut (Kurniadiningsih & Legowo, 2013) model sistem tanam seperti ini dapat meningkatkan panen padi berkisar antara 40% dibandingkan dengan model konvensional. Dengan menggunakan jarak tanam metode SRI 40cm:40cm membuat rancangan dan desain pada robot ini menjadi minimalis dan ekonomis karena kegiatan menyiang masih menggunakan cara manual yang memerlukan biaya yang cukup tinggi oleh sebab itu penulis berinisiatif menciptakan alat yang dapat mengurangi biaya operasional melalui menciptakan sebuah robot yang dapat meningkatkan kualitas padi dan menekan biaya operasional yaitu dengan Rancang Bangun Robot Pembersih Tanaman Gulma Padi Otomatis.

Agar para petani dapat mendapatkan keuntungan yang lumayan banyak serta tidak perlu mencari buruh untuk melakukan menyiang. “Robot Pembersih Tanaman Gulma Padi Otomatis” adalah sebuah robot *autonomous* yang dapat mencabut sekaligus menghancurkan tanaman hama yang ada di sekitar tanaman padi menggunakan mikrokontroler arduino serta beberapa *motor DC* sebagai penggerak dan juga menggunakan beberapa sensor yang berfungsi untuk memudahkan pekerjaan para petani.

B. Arduino Mega 2560

Arduino merupakan mikrokontroler single-board yang bersifat opensource. Hardware mikrokontroler arduino diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman wiring-based yang berbasis syntax dan library. Pemrograman wiring-based ini tidak berbeda dengan C/C++, tetapi dengan beberapa penyederhanaan dan modifikasi. Untuk memudahkan dalam pengembangan aplikasinya, mikrokontroler Arduino juga menggunakan Integrated Development Environment (IDE) berbasis processing.

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12VoltDC (Arduino, 2019).



Gambar 2.2. Penyiangan Gulma Padi Secara Manual

C. Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC (El-Hawary, 2002).



Gambar 2.3. Motor DC

D. Driver Motor L298N

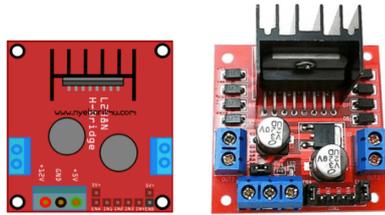
Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC.

IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper.

Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper.

Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan ic l298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan.

Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol (“Tutorial Arduino mengakses driver motor L298N,” n.d.).



Gambar 2.4. Bentuk fisik IC L298 & Modul Driver Motor L298N

E. Limit Switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open/ NO* ke *Close* atau sebaliknya dari *Normally Close/NC* ke *Open*). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau Off (Electric, 2007).

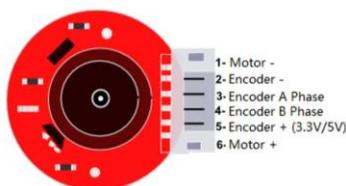


Gambar 2.5. Limit Switch

Pada robot ini limit switch digunakan untuk memberikan inputan kepada robot bahwa ada halangan di sekitar robot robot akan menghindari jika nilai dari salah satu limit switch berubah maka robot akan menghindari dari halangan tersebut.

F. Rotary Encoder

Rotary encoder adalah divais elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *Rotary encoder* umumnya digunakan pada pengendalian robot, *motor drive*, dsb (Omron).



Gambar 2.6. Rotary Encoder

Dalam robot ini rotary encoder di gunakan untuk memetakan sawah yang akan di kerjakan dengan menghitung berapa kali roda berputar serta dapat menghindari dari berbagai halangan.

G. Walking Rotary Tiller

Rotary tiller adalah sebuah alat berputar dengan memiliki bilah-bilah besi untuk menghancurkan/mencacah tanah dan tanaman, pada aplikasinya sering juga dipakai sebagai pembalik tanah, penyiang dll. Untuk *Rotary tiller* yang akan digunakan pada sawah terbuat dari plat besi setebal 0,2 mm dengan karakteristik yang dibuat untuk mencacah tanah dan menghancurkan hama tanaman pengganggu dengan digerakkan oleh sebuah motor dc yang memiliki torsi yang cukup besar sehingga dapat memutar *Rotary tiller* yang memiliki bobot cukup berat (Tharoon, Tharanitharan, Dr. Tamilselvam, 2017).



Gambar 2.5. Limit Switch

III. METODOLOGI PENELITIAN

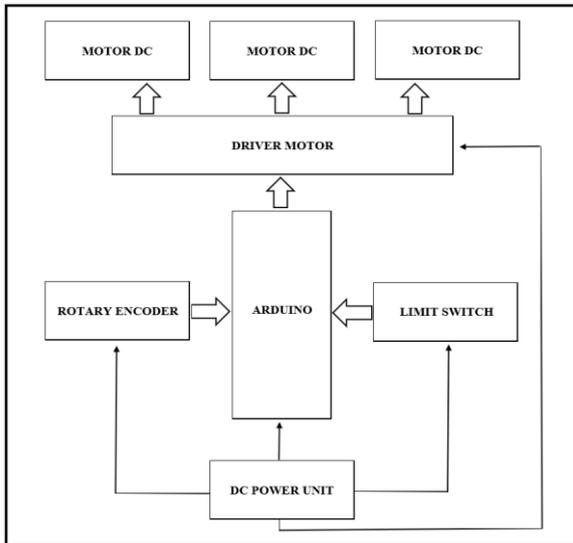
A. Pendahuluan

Pada bab ini membahas mengenai perancangan sistem, prinsip kerja sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), dan perancangan perangkat lunak (*software*).

Masing – masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai perencanaan, sehingga akan dihasilkan suatu alat dengan fungsi yang sesuai dengan perencanaan awal.

B. Perancangan System

Pada perancangan sistem, gambaran mengenai sistem robot akan dijelaskan pada diagram blok berikut:



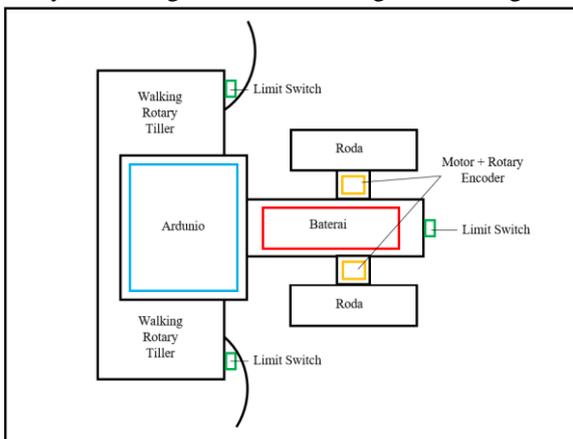
Gambar 3.2. Blok Diagram System

C. Prinsip Kerja Sistem

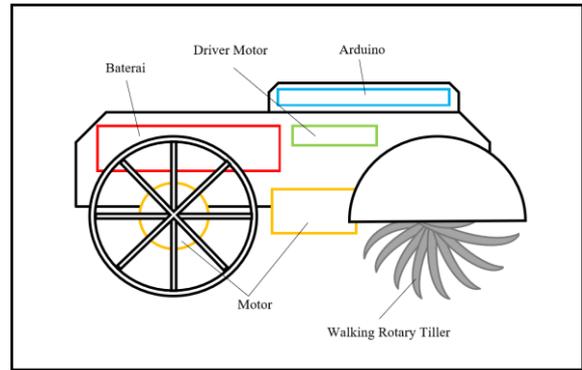
Pada blok diagram sistem (Gambar 3.1) cara kerja sistem akan di jelaskan secara menyeluruh. Perancangan sistem tersusun dalam satu blok kesatuan 3 sensor limit switch dan rotary encoder sebagai input dan 3 motor DC sebagai output. Pada blok ini 2 sensor limit switch digunakan sebagai sensor penghitung padi kiri-kanan dan acuan robot bergerak lurus, 1 sensor didepan sebagai bumper jika ada halangan. Selain menggunakan limit switch sensor lain yang digunakan adalah rotary encoder yang berfungsi sebagai pengukur jarak putaran motor.

D. Perancangan Mekanik

Pada perancangan robot pembersih tanaman gulma padi otomatis ini, menggunakan 2 roda penggerak (memiliki bilah) yang sudah dilengkapi motor DC berada dibagian depan dan 1 walking rotary tiller dengan motor DC dibagian belakang.



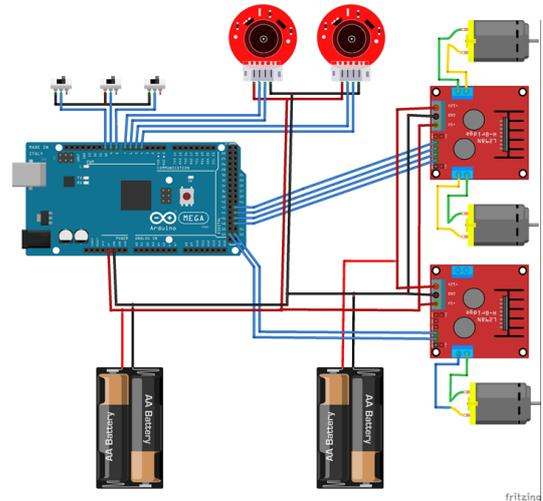
Gambar 3.4.1. Perancangan Tampak Aras



Gambar 3.4.2. Prancangan Tampak Samping

E. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

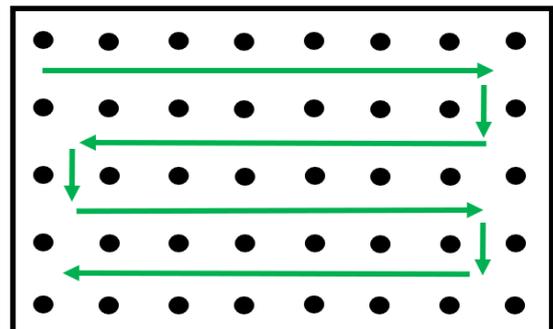
Pada sistem ini merupakan sistem blok perangkat keras robot yang terdiri dari Limit Switch, Rotary Encoder, Arduino Mega, Driver Motor dan DC Power Unit. Bagian – bagian dari Blok robot, dan dibahas mengenai konfigurasi Arduino, Limit switch dan Driver motor. Dapat dilihat pada gambar dibawah.



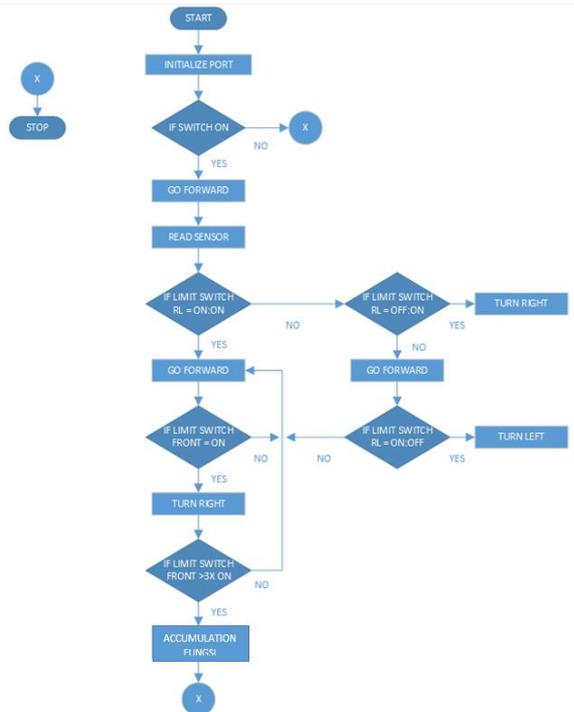
Gambar 3.5. Prancangan Perangkat Keras

F. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada pembuatan perangkat lunak robot pembersih tanaman gulma padi, perancangan dilakukan dengan teliti dan detail sesuai dengan flowchart yang telah dibuat oleh penulis. Dengan menggunakan metode fungsi pada gambar dibawah. Flowchart perancangan perangkat lunak secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 3.6.1. Pergerakan Fungsi



Gambar 3.6.2. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini tentang pengujian dan pembahasan dari system yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Tujuan dari pengujian dan pembahasan system adalah untuk mengetahui kinerja dari alat satu persatu maupun secara keseluruhan system. Pengujian kinerja alat dan keseluruhan system didasarkan pada perancangan system. Hasil dari pengujian akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari system agar sesuai dengan perancangan system.

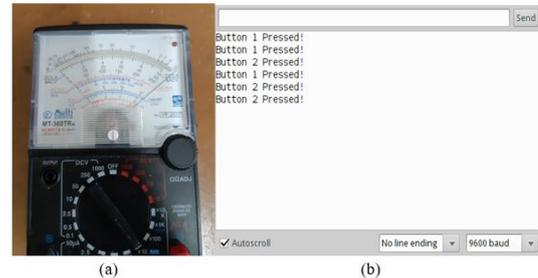
Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian masing-masing blok rangkaian. Setelah semua blok rangkaian diuji dan bekerja dengan baik, pengujian selanjutnya adalah pengujian keseluruhan system.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengujian Sensor Limit Switch
- Pengujian Counter Menggunakan Limit Switch
- Pengujian Control Motor DC Menggunakan Limit Switch
- Pengujian Robot Bergerak Lurus
- Pengujian Robot Berbelok (Kiri/Kanan)
- Pengujian Akumulasi Robot Ke Semua Area
- Pengujian Keseluruhan

B. Pengujian Sensor Limit Switch

Pada pengujian sensor Limit Switch agar dapat mengetahui keakuratan input sensor Limit Switch dengan Avometer. Logika dari sensor Limit Switch ditampilkan pada serial monitor. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.1.



Gambar 4.1 (a) Pengujian Menggunakan Alat Ukur (b) Tampilan Serial Monitor

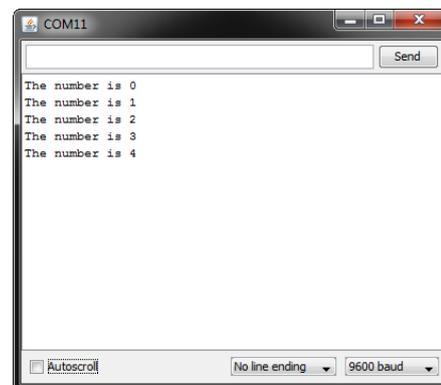
Tabel 4.1 Data Hasil Perbandingan Menggunakan Alat Ukur

Pengujian	Sensor LimitSwitch	Avometer
1	ON	ON
2	OFF	OFF
3	ON	ON
4	OFF	OFF
5	ON	ON
6	OFF	OFF

Dari hasil perbandingan antara sensor Limit Switch dan Avometer memiliki keakuratan yang pasti setelah dilakukan 6 kali percobaan.

C. Pengujian Counter Menggunakan Limit Switch

Pada pengujian counter menggunakan Limit Switch agar dapat mengetahui jumlah input dari Limit Switch. Jumlah input Limit Switch ditampilkan pada serial monitor. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan Serial Monitor

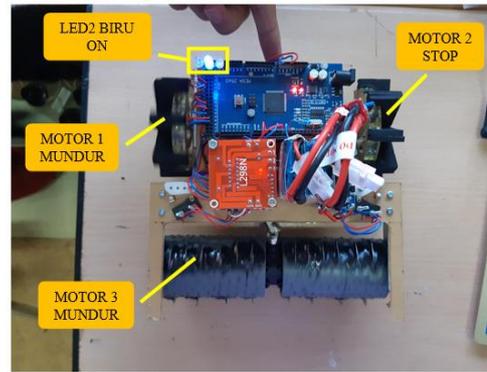
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian

Pengujian	Presh Button	Output
1	1 Kali	1
2	2 Kali	2
3	3 Kali	3
4	4 Kali	4
5	5 Kali	5

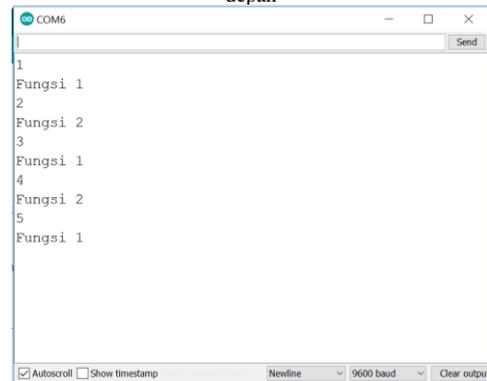
Dari hasil pengujian counter menggunakan sensor Limit Switch memiliki keakuratan menghitung jumlah yang pasti setelah dilakukan 5 kali percobaan.

D. Pengujian Control Motor DC Menggunakan Limit Switch

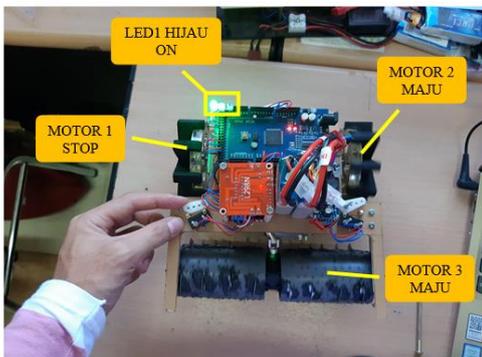
Pada pengujian control Motor menggunakan Limit Switch kiri, kanan dan depan agar dapat mengetahui output Motor dari control Limit Switch kiri, kanan dan depan. Jumlah input Limit Switch depan ditampilkan pada serial monitor. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.3.



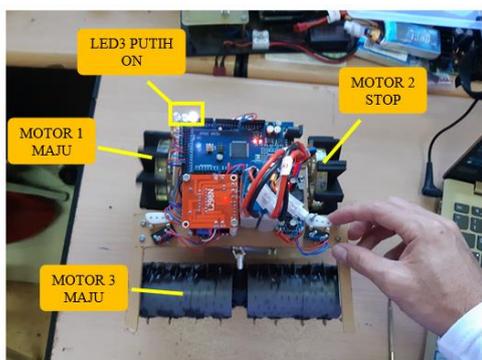
Gambar 4.5 Pengujian control Motor menggunakan Limit Switch depan



Gambar 4.6 Serial Monitor pengujian control Motor menggunakan Limit Switch depan



Gambar 4.3 Pengujian control Motor menggunakan Limit Switch kiri



Gambar 4.4 Pengujian control Motor menggunakan Limit Switch kanan

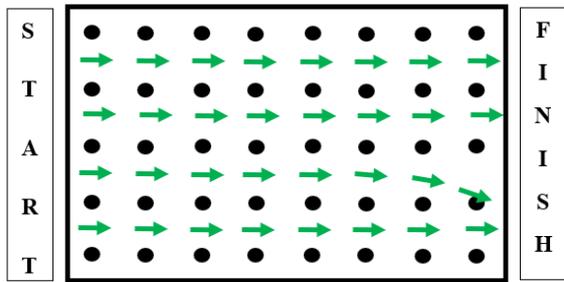
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian

Input			Output					
Switch Kiri	Switch Kanan	Switch Depan	Moror1	Motor2	Motor3	LED1	LED2	LED3
OFF	OFF	OFF	MAJU	MAJU	MAJU	OFF	OFF	OFF
ON	OFF	OFF	STOP	MAJU	MAJU	ON	OFF	OFF
OFF	ON	OFF	MAJU	STOP	MAJU	OFF	OFF	ON
ON	ON	OFF	MAJU	MAJU	MAJU	ON	OFF	ON
OFF	OFF	ON=1	MUNDUR	STOP	MUNDUR	OFF	ON	OFF
OFF	OFF	ON=2	STOP	MUNDUR	MUNDUR	OFF	ON	OFF
OFF	OFF	ON=3	MUNDUR	STOP	MUNDUR	OFF	ON	OFF
OFF	OFF	ON=4	STOP	MUNDUR	MUNDUR	OFF	ON	OFF
OFF	OFF	ON=5	MUNDUR	STOP	MUNDUR	OFF	ON	OFF

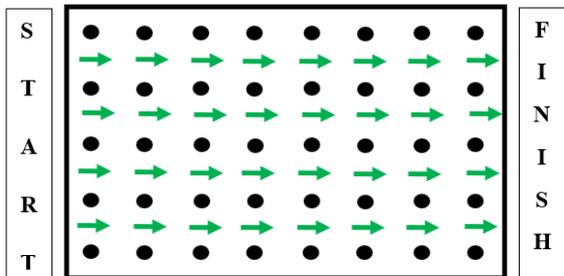
Dari hasil pengujian control Motor menggunakan Limit Switch kiri, kanan dan depan memiliki logika I/O sesuai dengan data hasil pengujian diatas robot dapat bergerak lurus, belok kiri dan belok kanan, setelah dilakukan percobaan.

E. Pengujian Robot Bergerak Lurus

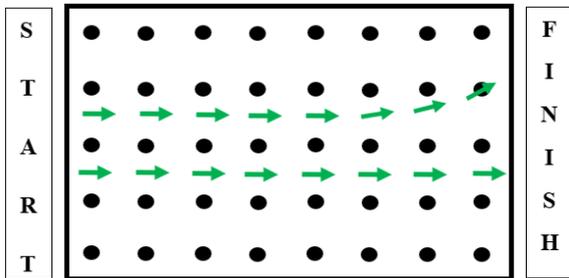
Pada pengujian Robot bergerak lurus agar dapat mengetahui keekuratan Robot bergerak lurus pada miniatur sawah 1 Meter X 1,2 Meter dengan tanah berlumpur. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.4.



Gambar 4.7 Pengujian 1 – 4 Robot bergerak lurus



Gambar 4.8 Pengujian 5 – 8 Robot bergerak lurus



Gambar 4.9 Pengujian 9 – 10 Robot bergerak lurus

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Robot Bergerak Lurus

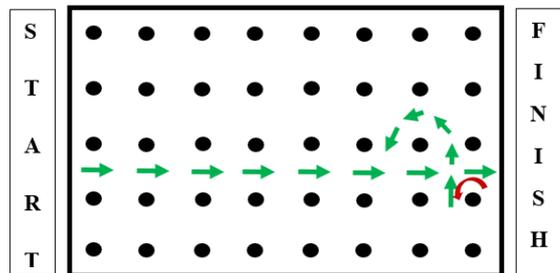
Pengujian	Arah	Keterangan
1	LURUS	BERHASIL
2	LURUS	BERHASIL
3	BELOK KANAN	GAGAL
4	LURUS	BERHASIL
5	LURUS	BERGASIL
6	LURUS	BERHASIL
7	LURUS	BERHASIL
8	LURUS	BERHASIL
9	BELOK KIRI	GAGAL
10	LURUS	BERHASIL

Dari tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat bergerak dengan lurus sesuai jalur dengan perbandingan 8 : 2 keberhasilan dan error yang menunjukkan bahwa Robot tersebut sangat baik untuk bergerak lurus pada medan berlumpur dengan keberhasilan 80% keberhasilan, Dibuktikan dengan hasil pengujian Robot bergerak lurus pada miniatur

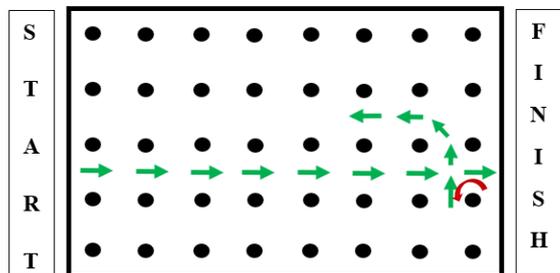
sawah 1 Meter X 1,2 Meter memiliki keakuratan 80%.

F. Pengujian Robot Berbelok (Kiri & Kanan)

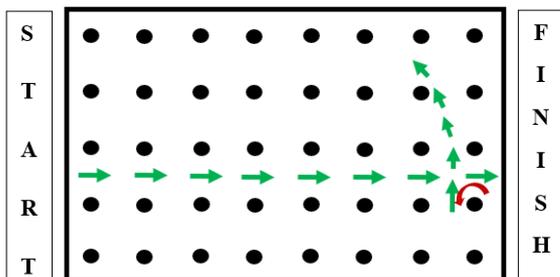
Pada pengujian Robot berbelok kekiri dan kekanan agar dapat mengetahui keekuratan Robot berbelok kekiri dan kekanan pada miniatur sawah 1 Meter X 1,2 Meter dengan tanah berlumpur. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.5.



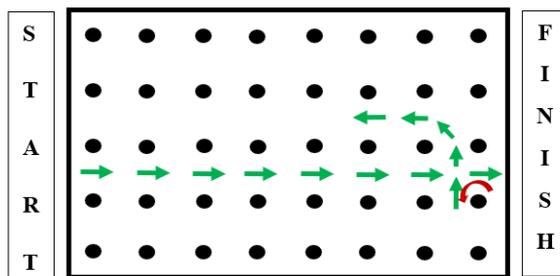
Gambar 4.10 Pengujian 1 Robot berbelok kekiri



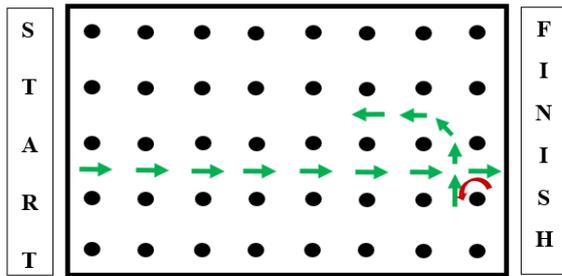
Gambar 4.11 Pengujian 2 Robot berbelok kekiri



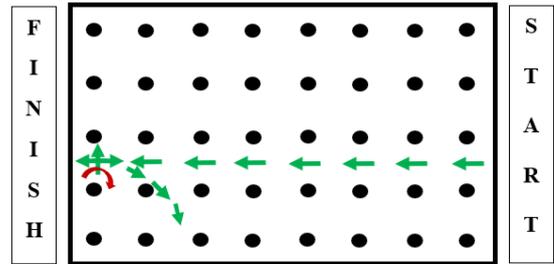
Gambar 4.12 Pengujian 3 Robot berbelok kekiri



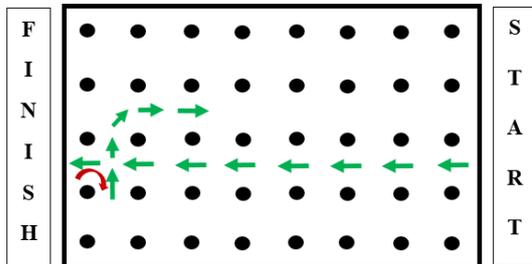
Gambar 4.13 Pengujian 4 Robot berbelok kekiri



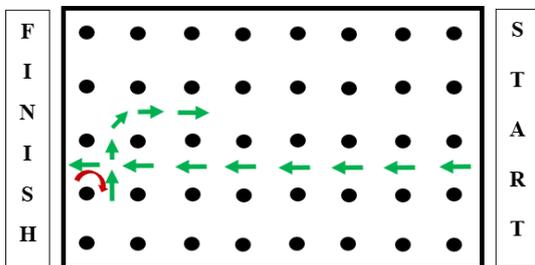
Gambar 4.14 Pengujian 5 Robot berbelok kekiri



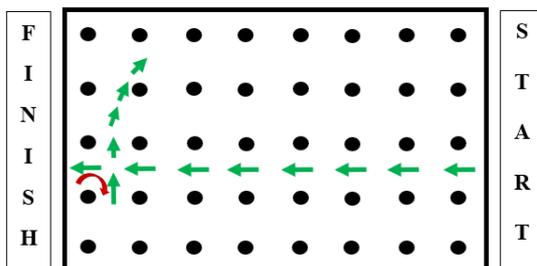
Gambar 4.15 Pengujian 10 Robot berbelok kekanan



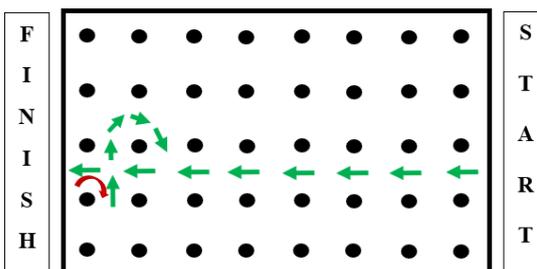
Gambar 4.15 Pengujian 6 Robot berbelok kekanan



Gambar 4.15 Pengujian 7 Robot berbelok kekanan



Gambar 4.15 Pengujian 8 Robot berbelok kekanan



Gambar 4.15 Pengujian 9 Robot berbelok kekanan

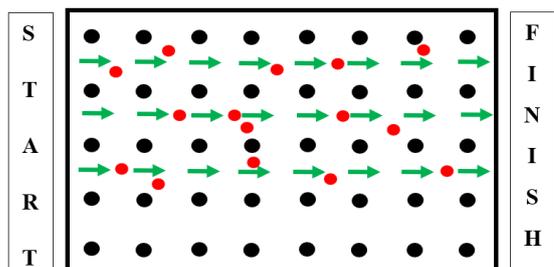
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Robot Berbelok Kekiri dan Kekan

Pengujian	Arah	Keterangan
1	OFFSET KEKIRI	GAGAL
2	BERBELOK & LURUS	BERHASIL
3	OFFSET KEKANAN	GAGAL
4	BERBELOK & LURUS	BERHASIL
5	BERBELOK & LURUS	BERGASIL
6	BERBELOK & LURUS	BERHASIL
7	BERBELOK & LURUS	BERHASIL
8	OFFSET KEKIRI	GAGAL
9	OFFSET KEKANAN	GAGAL
10	BERPUTAR KEKANAN	GAGAL

Dari tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat bergerak dengan lurus sesuai jalur dengan perbandingan 1 : 1 keberhasilan dan error yang menunjukkan bahwa Robot tersebut masih cukup baik untuk berbelok kekiri dan kekanan pada medan berlumpur dengan keberhasilan 50% keberhasilan, Dibuktikan dengan hasil pengujian Robot bergerak lurus pada miniatur sawah 1 Meter X 1,2 Meter memiliki keakuratan 50%.

G. Pengujian Membersihkan Tanaman Gulma

Pada pengujian membersihkan tanaman gulma agar dapat mengetahui keekuratan Robot membersihkan tanaman gulma pada miniatur sawah 1 Meter X 1,2 Meter dengan tanah berlumpur dan beberapa bibit gulma berukuran kecil. Hasil dari Pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.6.



Gambar 4.20 Tahap Pra Pengujian 1 – 3 membersihkan tanaman gulma

V. KESIMPULAN

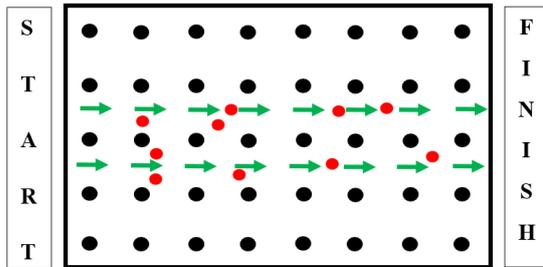
A. Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan analisa data, maka dapat disimpulkan diantaranya, yaitu :

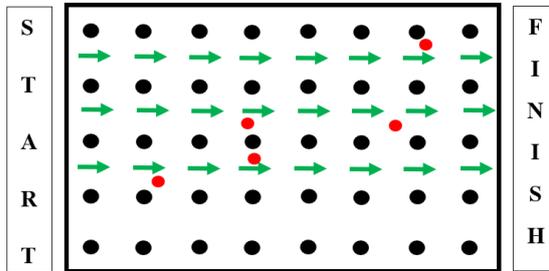
1. Robot dapat berjalan lurus pada tanah berlumpur menggunakan sensor limit switch dengan keakuratan 80% keberhasilan dan 20% error.
2. Robot dapat berbelok ke kiri lalu lurus mengikuti track dan berbelok ke kanan lalu lurus mengikuti track dengan keakuratan 50% keberhasilan dan 50% error.
3. Perbedaan track jenis tanah (terlalu kering dan terlalu basah) mempengaruhi keakuratan robot bergerak lurus maupun berbelok.
4. Pengembangan selanjutnya masih sangat diperlukan.

REFERENSI

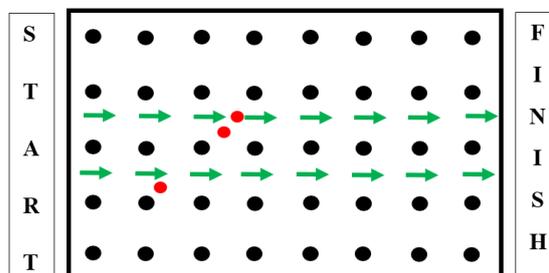
- [1] Arduino. 2013. Arduino Mega 2560.
- [2] Buharman, Harnel. 2011. Kajian Teknis Dan Ekonomis Mesin Penyiang (*Power Weeder*) Padi Di Lahan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Vol.14 No. 1 Maret 2011 : 1-10*
- [3] Electric, Schenider, Limit Switches – 101, 2007.
- [4] El-Hawary, Mohamed, 2002. Principles of Electric Machines with Power Electronic Applications, 2nd Edition.
- [5] Haryono. 2007. Modifikasi Power Weeder. Majalah elektronik KTI GW edisi 1 senin 28 September 2009.
- [6] <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560diakses> tanggal 2 Januari 2014
- [7] <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-1298n/>
- [8] Kurniadiningsih, Yanti, Legowo, Sri. 2013. Evaluasi Untung Rugi Penerapan Metode SRI (System of Rice Intensification) DI D . I . Cihea Kabupaten Cianjur Jawa Barat. Program Studi Magister Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- [9] Lita, Tifani Nova, Sardjono Soekartomo, Bambang Guritno. 2013. The Effect Of The Different Cropping Systems On Growth And Yield Of Rice (*Oryza Sativa.L*) In Lowland. Jurusan Teknologi Pertanian Univesitas Brawijaya Malang.1(4): 361-368.
- [10] Lumintang, Fatmawati Mentari. 2013. Analisis Pendapatan Petani Padi di Desa Teep Kecamatan Langowan Timur. Skripsi. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal EMBA, ISSN 2303-1174, Vol.1 No.3 September 2013, Hal. 991-998.
- [11] Omron, Technical Explanation for Rotary Encoders.
- [12] Sari, Kumala, Ratih, 2014, Analisis Impor Beras di Indonesia, Jurnal online of Conservation University.
- [13] Sulistyosari, Novi. 2010. Kajian Pemilihan Alternatif Penyiangan Gulma Padi Sawah. Teknik Mesin Pertanian dan Pangan Institut Pertanian Bogor.
- [14] Tharoon, Tharanitharan, Dr. Tamilselvam, Aravind Raj. 2017. Design and Fabrication of Rotary. International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET). 4(1): 1007-1012.



Gambar 4.21 Tahap Pra Pengujian 4 – 5 membersihkan tanaman gulma



Gambar 4.22 Tahap Pasca Pengujian 1 – 3 membersihkan tanaman gulma



Gambar 4.23 Tahap Pasca Pengujian 4 – 5 membersihkan tanaman gulma

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Membersihkan Tanaman Gulma

Pengujian	Gulma	
	Skenario (Biji)	Pembersihan
1	5 Gulma	1 Gulma
2	5 Gulma	2 Gulma
3	5 Gulma	2 Gulma
4	5 Gulma	2 Gulma
5	5 Gulma	1 Gulma

Dari tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat membersihkan tanaman gulma padi dengan peletakan gulma secara acak pada masing-masing pengujian pada gambar 4.20 - 4.23 menunjukkan bahwa Robot tersebut baik untuk membersihkan tanaman gulma padi pada medan berlumpur dengan keberhasilan 68%, Dibuktikan dengan hasil pengujian membersihkan tanaman gulma padi pada miniatur sawah 1 Meter X 1,2 Meter.