



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Perancangan Dan Pengujian Model Mobil Robot Penanam Bibit Kangkung

Rizki Aulia Nanda^{1*)}, Arhami¹⁾, Rudi Kurniawan¹⁾

¹⁾Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No.7, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh,
Aceh 23111

*Email: nandarizki777@gmail.com

Abstrak

Penanaman bibit kangkung sesuai prosedur dilakukan dengan proses menajuk, proses menajuk memakan waktu yang lama, sehingga membuat petani melakukan penaburan bibit untuk mempersingkat waktu peanaman, namun berpotensi terjadi gagal panen akibat bibit tidak tertanam. Tujuan penelitian ini yaitu membangun mobil robot penanam bibit kangkung. Metode yang diperlukan dalam membangun mobil robot ini meliputi, penghitungan rata-rata bedengan, perancangan mobil robot, perakitan, dan pengujian. Dari metode tersebut maka diperoleh hasil yang meliputi desain dan analisis desain, hasil pembuatan/perakitan, hasil pengujian dan hasil penanaman. Desain mobil robot memiliki ukuran sesuai ukuran rata-rata bedengan yang digunakan petani yaitu $1,6 \times 1,4 \times 0,5$ m, hasil analisis menunjukkan beban maksimum robot 28,80 kg dengan perpindahan maksimal 3,266 mm yang membuat *chassis* masih aman digunakan. Proses perakitan mobil robot meliputi komponen elektronika dan komponen *chassis* sesuai dengan hasil desain dan perancangan. Robot yang telah dirakit dilakukan pengujian. Pengujian elektronika menampilkan keluaran arus sebesar 3A, tegangan 12 volt dan tahanan 5,4 ohm, pada penggunaan baterai dengan kapasitas 7,4 Ah yang dapat bekerja selama 4,5 jam dengan menggunakan stepdown supaya arus stabil membuat kecepatan stabil dan tidak membuat komponen mobil robot hangus akibat loncatan tegangan. Karena mobil robot bekerja secara autonomous maka pengujian vision juga diperlukan sebagai indra penglihatan gerak pada mobil robot. Selama 4,5 jam mobil robot dapat menanam bibit dengan luas lahan 4,7 hektar (4788 m²).

Kata kunci: Mobil robot, robot pertanian, Tes robot

Design and Testing Mobile Robot Spinach Water Seed Planting

Rizki Aulia Nanda^{1*}, Arhami¹, Rudi Kurniawan¹

¹Magister of Mechanical Engineering Syiah Kuala University

Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No.7, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh,
Aceh 23111

*Email: nandarizki777@gmail.com

Abstract

Planting water spinach seeds according to the procedure is carried out by the process of crowning, the process takes a long time, so it makes farmers sow seeds to shorten the planting time, but there is a potential for crop failure due to not planting the seeds. The purpose of this research is to build a mobile robot water spinach seed planting. The methods needed to build this robot car include calculating the average bed, designing a robot car, assembling, and testing. From this method, the results obtained include design and design analysis, manufacturing/assembly results, testing results, and planting results. The mobile robot design has a size according to the average size of the beds used by farmers, namely $1.6 \times 1.4 \times 0.5$ m, the analysis results show that the robot's maximum load is 28.80 kg with a maximum displacement of 3.266 mm which makes the chassis still safe to use. The robot car assembly process includes electronic components and chassis components in accordance with the design and design results. The assembled robot is tested. Electronic testing displays a current output of 3A, a voltage of 12 volts, and a resistance of 5.4 ohms, on the use of a 7.4 Ah battery that can work for 4.5 hours using stepdown so that the current is stable to make the speed stable and does not make robot car components scorched due to voltage jumps. Because robot cars work autonomously, vision testing is also needed as a sense of motion in robot cars. During 4.5 hours the robot car can plant seeds with a land area of 4.7 hectares (4788 m²).

Keywords: Mobile robot, agricultural robot, robot testing

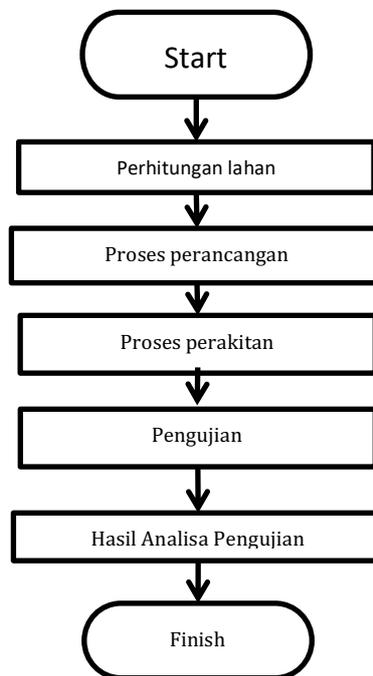
PENDAHULUAN

Penanaman bibit kangkung merupakan salah satu proses yang dilakukan oleh petani yang dikenal dengan nama “menajuk kangkung”. Menajuk kangkung adalah menanam bibit kangkung, baik pada sepetak tanah atau sebagian tanah. Pada umumnya bibit kangkung ditanam pada lubang tanam dengan jarak 20 cm x 20 cm untuk ruang tumbuh kangkung. Setiap lubang terdiri dari 4 atau 5 benih di dalamnya guna menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Tanah yang sudah tercampur dengan pupuk kandang digunakan untuk menutup lubang tanah dan proses tersebut membutuhkan waktu yang lumayan lama, waktu yang dibutuhkan rata-rata 90 menit/12 meter² bedengan. Pada saat ini para petani hanya menabur bibit di atas sepetak tanah dan tidak menutupi bibit dengan tanah demi menghemat waktu. Hal tersebut proses penanaman dan membuat hasil panen yang tidak optimal. Sehingga timbul

pemikiran penulis merancang, membuat dan menguji sebuah alat yang dapat digunakan untuk membantu petani menanam bibit kangkung tersebut. Alat ini dinamakan mobil robot autonomous penanam bibit kangkung. Dengan adanya perancangan mobil robot autonomous penanam bibit kangkung tersebut, petani dapat menjalankan robot dan secara otomatis akan menanam bibit sesuai dengan petunjuk penanaman dan pemrograman pada robot tersebut, yang dapat menghemat waktu dalam proses penanaman. Dalam pengembangan alat otomasi atau robot pertanian yang bekerja secara autonomous telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, namun pengembangan robot dibidang pertanian berbeda-beda, sesuai kebutuhan petani di daerah tersebut. Salah satunya penelitian Julian Sanchez tentang penyemprotan dan pembibitan dengan menggunakan mobil robot dan dapat bergerak secara autonomous (Julian Sanchez *et al.*, 2019). Dengan beberapa penelitian mobil robot yang telah ada sebelumnya maka pengembangan mobil penanam bibit kangkung dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan petani penanam bibit kangkung.

METODE PENELITIAN

Dalam perakitan mobil robot penanam bibit kangkung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur metod penelitian

Dari Gambar 1 dapat di jelaskan dimulai dengan mengukur lahan dengan menggunakan persamaan percentile sehingga didapat rata-rata terkecil dan ukuran tersebut mengacu pada ukuran desain. Persamaan 1 merupakan persaaan yang digunakan.

$$P_{95} = \bar{x} + 1,65(\sigma)$$

$$P_{50} = \bar{x}$$

$$P_5 = \bar{x} - 1,65(\sigma) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: P₉₅ = Nilai persentil terbesar
P₅₀ = Nilai persentil rata-rata
P₅ = Nilai persentil terkecil

Persentil atau *percentile* adalah membagi data menjadi 100 sama banyak. Data yang terbagi sama banyak dibatasi sebuah nilai. Pada kuartil, empat data yang dibagi menjadi sama banyak dibatasi 3 tiga nilai kuartil yaitu kuartil atas, kuartil tengah, dan kuartil bawah. Pada penelitian ini persentil yang di ambil sebesar 5% dimana hanya mengambil rata-rata terkecil, ukuran persentil 5% berada paling rendah di grafik(Aras *et al.*, 2019).

Selanjutnya proses perancangan, dalam proses perancangan diperlukannya sebuah konsep yang dapat mendukung kinerja robot, yaitu konsep desain, desain meliputi komponen-komponen mobil robot penanam bibit kangkung, dalam proses perancangan diperlukan analisis dari desain dengan menggunakan persamaan kesetimbangan untuk menentukan berat terpusat pada robot yaitu(Salimin *et al.*, 2018):

Gaya

Gaya merupakan aksi sebuah benda pada benda lain dan umumnya ditentukan oleh titik kerjanya, besarnya dan arahnya.

$$F=m \cdot g(N) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: F=Gaya(N)

- m = Massa(kg)
- g = Gravitasi (m/s²)

Menghitung Reaksi Tumpuan

Reaksi tumpuan harus seimbang dengan beban kongsruksi. Perhitungannya boleh dilakukan dengan menggunakan persamaan statis syarat keseimbangan.

$$\sum FH = 0 \text{ (Jumlah gaya horizontal sama dengan nol)}$$

$$\sum FV = 0 \text{ (Jumlah gaya vertical sama dengan nol)}$$

$$\sum M = 0 \text{ (jumlah momen pada ujung batang sama dengan nol).}$$

Moment Inersia

Momen Inersia adalah ukuran dari besarnya kecendrungan berotasi yang ditentukan oleh keadaan benda atau partikel penyusunnya.

$$I = \frac{(2 \cdot b^2)h^2 t_1 t_2}{b \cdot t_1 + h \cdot t_2} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan : I = Momen inersia

b = Lebar penampang stalbush (mm)

h =Tinggi penampang stalbush (mm)

t1 = Tebal penampang 1 (mm)

t2 = Tebal penampang 2 (mm)

Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang.

$$\delta = \frac{F \cdot a(3L^2 - 4a^2)}{48 \cdot E \cdot I} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan : F = Gaya (N)

L = Luas penampang

E = Modulus elastisitas baja (200 Mpa)

I = Moment inersia

a = luas penampang dibagi 2

Konsep Tegangan

Tegangan adalah gaya persatuan luas penampang

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan : σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (mm²)

Dengan persamaan yang digunakan tersebut dapat dilakukan analisi hasil desain dan menjadi acuan utama dalam memperoleh bentuk mobil robot.

Selanjutnya dilakukan proses perakitan. Ada dua perakitan yang dilakukan yaitu perakitan komponen dan perakitan *chassis* dan penampungan. Perakitan komponen lebih mengacu pada sistem kelistrikan mobil robot dan vision robot, dalam proses perakitan kelistrikan menggunakan persamaan hukum ohm dapat dilihat pada persaan 6 yaitu(Budi *et al.*, 2010):

Persamaan Dasar Elektronika

Sistem kelistrikan menggunakan persamaan dasar yang saling berhubungan yaitu tegangan, arus dan tahanan, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = I \times R \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan: V = Tegangan (Volt)
I = Arus (Ampere)
R = Resistansi (Ω)

Perakitan *chassis* dan penampungan mengacu pada proses manufaktur produk. Setelah proses perakitan selesai maka dilakukan pengujian. Dimana pengujian dilakukan pada bedengan tanah yang digunakan untuk menanam bibit kangkung. Hasil yang diperoleh berupa kelistrikan, vision robot dan hasil penanaman. Dalam sistem kelistrikan mobil robot diperlukan pengembangan berupa teknologi yang mencakup Mekanik robot, elektronika dan informasi, mekanik yaitu cara mobil robot dalam melakukan kerjanya, elektronik yaitu sistem kelistrikan mobil robot dan informasi berupa sistem vision pemograman robot untuk bekerja secara autonomous.

Persamaan Vision

Pengujian vision robot perlu diterapkan, dalam penerapan robot vision sangat berhubungan pada *computer vision*. *Computer vision* merupakan teknologi yang paling penting dalam pengembangan robot yang interaktif di masa yang akan datang. *Computer vision* merupakan bidang pengetahuan yang berfokus pada bidang sistem kecerdasan buatan dan berhubungan dengan akuisisi dan pemrosesan image dengan menggunakan sistem HVS *color space*, , penggunaannya pada pengambilan intensitas warna pada nilai R G dan B (Xiaochun Wang *et al.*, 2019). Dengan persamaan:

$$H = \begin{cases} \left(0 + \frac{G-B}{Max-Min}\right) \times 60 \text{ if } R = MAX \\ \left(2 + \frac{B-R}{Max-min}\right) \times 60 \text{ if } G = MAX \\ \left(4 + \frac{R-G}{Max-Min}\right) \times 60 \text{ if } B = MAX \end{cases} \dots\dots\dots(7)$$

$$S = \frac{Max-Min}{Max} \dots\dots\dots(8)$$

$$V = max \dots\dots\dots(9)$$

Dari persamaan 7, 8 dan 9 dapat dijelaskan bahwa nilai Max adalah nilai maksimum (R,G,B), dan Min adalah minimum

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dari penelitian ini akan dimulai dengan menganalisa pengukuran lahan, proses desain, perakitan dan hasil analisa pengujian mobil robot penanam bibit kangkung.

Perhitungan lahan

Dari proses pengukuran didapat rata-rata sebesar 257, 792 dan standar deviasi sebesar 70,91 dan hasil tersebut akan dimasukkan ke persamaan 1 yaitu didapat ukuran terkecil dengan lebar yaitu:

$$\begin{aligned} P_5 &= \bar{x} - 1,65(\sigma) \\ &= 257,79-1,65(70,91) \\ &= 140,78 \end{aligned}$$

Dengan ukuran tersebut menjadi acuan sebagai ukuran lebar mobil robot mengikuti ukuran terkecil pada bedengan tanah penanam kangkung.

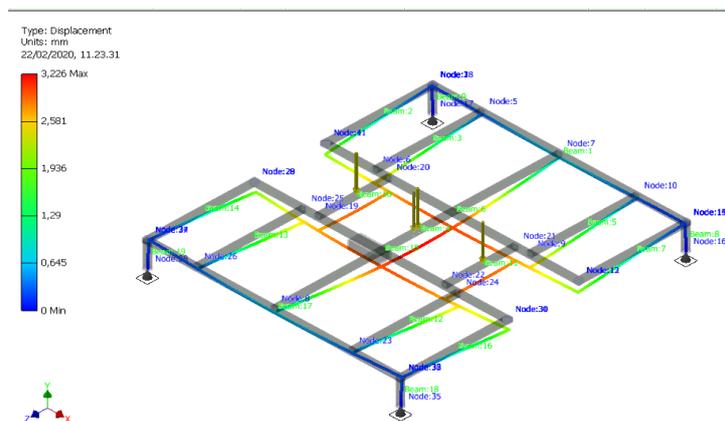
Proses perancangan

Dalam proses perancangan dimulai dengan proses desain mobil robot penanam bibit kangkung, adapun komponen yang didesain meliputi *chassis*, penampungan bibit kangkung, komponen kelistrikan (Arduino, motor *driver*, PIXY CAM, baterai, motor DC, roda dan tombol power.) dengan ukuran maksimal 1,6 m x 1,4 m x 50 cm (p x l x t) adapun hasil desain dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil desain mobil robot penanam bibit kangkung

Proses desain menggunakan software autodesk Inventor professional 2016. Setelah dilakukan proses desain maka selanjutnya menghitung beban-beban keseluruhan yang diterima oleh *chassis*, total berat seluruhnya adalah 28,80 kg. dengan menggunakan persamaan gaya maka 284,09 N. Hasil dari analisis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Analisis Desain

Dari Gambar 3 dapat disimpulkan terjadi reaksi pada bagian tengah *chassis* mobil robot penanam bibit kangkung dengan nilai *displacement* maksimal sebesar 3,266 mm dan dapat disimpulkan *chassis* tersebut aman digunakan karena perpindahan yang terjadi tidak menjadi kerusakan. Aplikasi yang digunakan yaitu *Software Autodesk Inventor Professional 2016* analisis maka yang diperlukan hanya beban dan gaya yang diterima oleh *chassis* tersebut.

Proses perakitan

Ada dua proses perakitan yaitu perakitan komponen dan perakitan *chassi* dan penampungan. Gambar 4 merupakan hasil perakitan *chassis* dan Gambar 5 penampungan bibit.



Gambar 4. *Chassis*



Gambar 5. Penampungan bibit

Selanjutnya perakitan pada komponen kelistrikan mobil robot penanam bibit kangkung. Pada Gambar 6 perakitan kelistrikan komponen mobil robot.



Gambar 6. Komponen kelistrikan

Dengan melihat konsumsi daya pada setiap-setiap komponen, maka dengan menggunakan persamaan 6 dapat menghitung berapa total konsumsi daya dan lamanya penggunaan. Pada Tabel 1 merupakan konsumsi daya pada komponen mobil robot.

Tabel 1. Daya tiap-tiap komponen

Nama	Daya (Watt)
Daya pada Arduino Mega	0,45
Daya pada Monster Moto Shield	0,25
Daya pada <i>Step Down</i>	0,25
Daya pada <i>Pixy Cam</i>	0,5
Motor DC	16,8
Total	20

Mobil penanam bibit kangkung menggunakan baterai aki 12 Volt dengan kapasitas penyimpanan 7,5 Ah. Maka perlu diperhitungkan dalam waktu selama satu jam untuk mendapatkan lama waktu pemakaian mobil robot dengan menggunakan baterai tersebut. Adapun perhitungannya adalah: $7,5 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = 90 \text{ Wh}$, jadi penggunaan baterai tersebut 90 watt perjam. Adapun konsumsi daya komponen mobil robot penanam bibit kangkung adalah: $90 \text{ Wh} / 20\text{W} = 4,5 \text{ H}$. Jadi kesimpulannya adalah penggunaan mobil robot dengan menggunakan baterai aki 7,5 Ah dapat digunakan selama 4,5 jam. Setelah hasil perakitan mobil robot dapat dilihat pada Gambar 7.

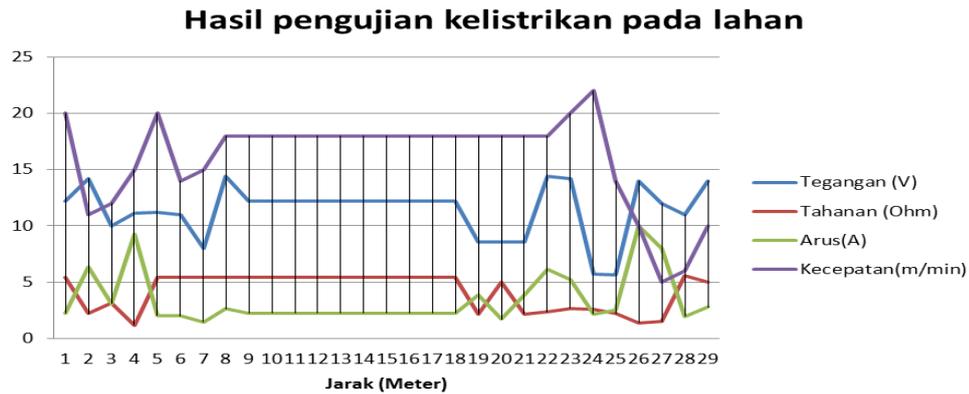


Gambar 7. Hasil perakitan mobil robot penanam bibit kangkung.

Pengujian mobil robot

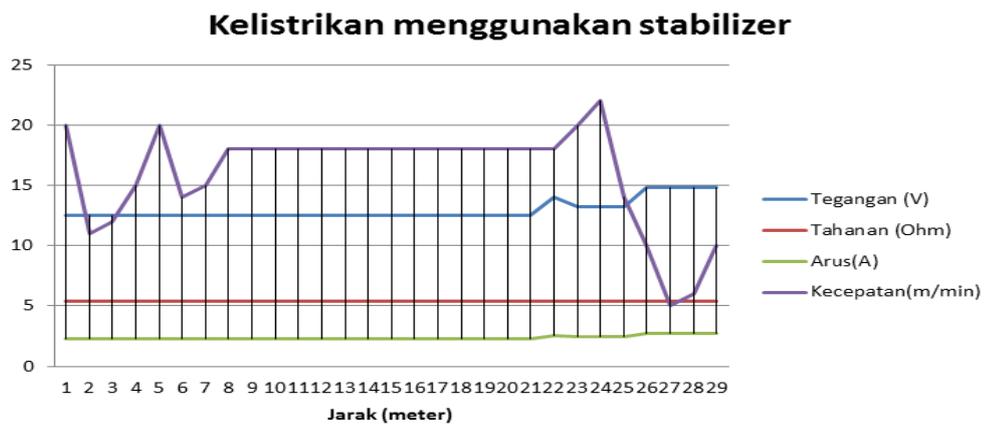
Pengujian mobil robot dilakukan pada lahan penanam bibit kangkung. Hasil pengujian diteliti pada saat mobil robot melakukan proses penanaman yang meliputi pengujian kelistrikan, vision robot, dan hasil proses penanaman.

Adapun dari pengujian kelistrikan mobil robot adalah dapat dilihat pada Gambar 8.



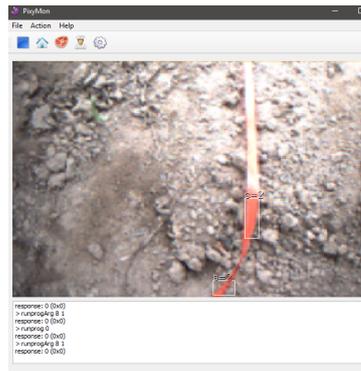
Gambar 8. Pengujian kelistrikan

Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa pada saat robot beroperasi pada tidak adanya kestabilan kecepatan, tegangan, resistansi dan arus. Hal ini terjadi karena pengaruh faktor permukaan tanah yang tidak rata membuat kelistrikan terjadi loncatan yang tidak beraturan, kejadian ini sangat berpengaruh pada keselamatan pada kelistrikan. Loncatan tertinggi pada kelistrikan yaitu 14 volt dengan keluaran arus tertinggi 10 ampere. Dengan kejadian ini solusi yang ditawarkan untuk membuat jaringan listrik stabil adalah menggunakan stabilizer, stabilizer yang digunakan adalah *Stepdown*. Dengan mengeset keluaran 12 volt dan resistansi 5,4 ohm maka arus keluaran stabil.



Gambar 9. Pengujian kelistrikan menggunakan *stabilizer*

Dari Gambar 9 dapat disimpulkan dengan menggunakan stabilizer *stepdown* maka tegangan yang diperlukan dapat diatur, pengaturan yang diperlukan yaitu tegangan sebesar 12 volt dan resistansi 5,4 ohm. Selanjutnya pengujian pada vision, pembacaan vision dapat dilihat pada Gambar 10.



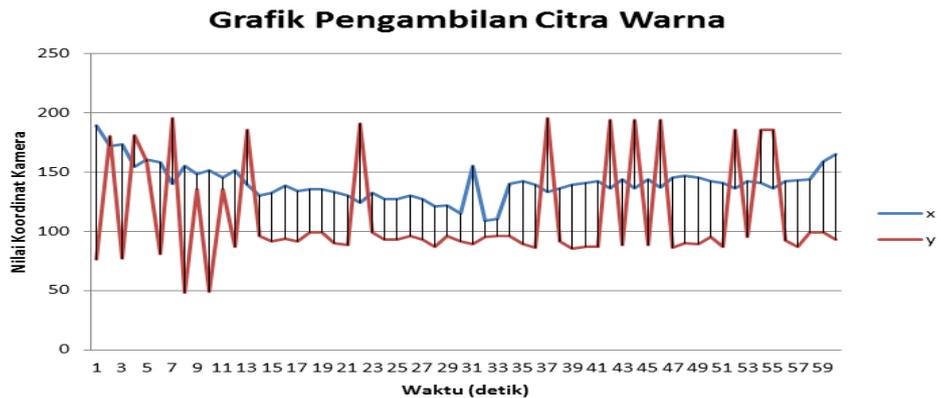
Gambar 10. Pengujian vision

Dari hasil pengujian maka ditampilkan grafik koordinat posisi X dan Y pada pengambilan citra warna pada mobil robot penanam bibit kangkung. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil pengujian vision

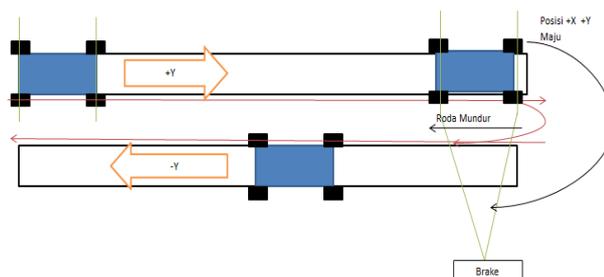
Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa pada saat pengambilan citra warna pada kamera terjadi eror pembacaan dikarenakan kontras kamera yang begitu terang dan kalah dari cahaya matahari yang begitu terang, pada pengujian ini kecerahan pada *pixy cam* yaitu 171. Hasil pembacaan yang error sangat berpengaruh pada gerak mobil robot penanam bibit kangkung, ketika error meningkat secara tiba-tiba maka mobil robot akan berbelok ke kanan dan kekiri secara tiba-tiba. Solusi yang untuk mengatasi error pengambilan citra yaitu dengan menurunkan kotras kamera dari 171 menjadi 104. Pada Gambar 12 merupakan hasil pengujian vision yang kontrasnya diturunkan.



Gambar 12. Pengujian vision kontras 104

Dari Gambar 12 dapat dijelaskan bahwa, dimana posisi x menghasilkan nilai koordinat yang stabil, dengan demikian pembacaan sensor kamera menjadi stabil dan membuat mobil robot penanam bibit kangkung dapat bekerja sesuai perintah dari pembacaan sensor warna, pada Gambar 12 posisi Y masih belum beraturan dikarenakan pembacaan blok begitu besar membuat keluaran nilai koordinat juga menjadi besar.

Peninjauan kelistrikan dan vision sangat diperlukan pada pengujian ini, karena kelistrikan sangat berpengaruh pada komponen-komponen mobil robot. Apabila mengalami tegangan yang berlebih maka komponen akan hangus. Pada pengujian vision juga diperlukan karena berpengaruh pada gerak mobil robot. Untuk gerak mobil robot dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Gerak mobil robot

Pada Gambar 13 dapat dijelaskan bahwa robot bermula bergerak ke arah posisi +Y, pada vision robot, pembacaan vision dapat dilihat pada Gambar 13. selanjutnya robot terus bergerak maju sehingga vision melihat pita pada berbelok ke arah +X dan +Y, pada saat berbelok roda di sebelah kiri melakukan pemberhentian sejenak dan bergerak mundur dan posisi roda kanan bergerak maju, hali ini membuat robot berbelok secara radius mengikuti pita warna. Pada saat itu posisi menjadi -Y, pada pemograman robot posisi pembacaan vision pada -Y menunjukkan arah maju. Berikut merupakan saat pengujian pada belokan robot. Proses gerak mobil robot dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Proses jalan mobil robot

Dari proses gerak tersebut terjadi proses mekanisme penanaman bibit secara otomatis, dimana pintu penampungan terbuka secara otomatis pada jarak tanam 20 cm maka bibit akan tumpah dan masuk pada lubang yang telah dilubangin oleh garpu tanah yang ada pada mobil robot penanam bibit kangkung. Proses penumpahan bibit dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Mekanisme pembuka tutup otomatis

Dengan mekanisme tersebut maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil Penanaman

Dari Gambar 16 dapat dijelaskan bahwa hasil penanaman tersebut tidak mengenai pada garpu tanah hal ini terjadi akibat kontur tanah yang tidak rata maka membuat beberapa bagian tidak terbentuk lubangnya, pada Gambar 17 hasil bibit yang terkena Garpu tanah.



Gambar 17. Hasil penanaman yang sesuai

Dari Gambar 17 maka dapat dijelaskan bahwa pelubangan yang dilakukan oleh garpu tanah merupakan posisi kontur tanah yang tinggi, jadi kesimpulannya adalah kontur tanah yang rata sangat berpengaruh pada proses pelubangan bibit. Maka dari itu pada pengujian bedengan dengan ukuran 15 meter x 1,4 meter menghasilkan 248 bagian bibit yang tumpah dan tertutup pupuk kandang, setiap lubang menumpahkan 4 hingga 6 bibit, dalam waktu penanaman kurang lebih 1 menit, hal ini sudah diatur pada sistem kontrol penutup pada mobil robot penanam bibit kangkung. Karena pengujian hanya pada satu bedengan saja maka perhitungan pengujian hanya di asumsikan saja, sesuai perhitungan pada persamaan 6 telah dijelaskan bahwa pengoperasian robot dapat berlangsung selama 4 jam. Dengan demikian dari pengujian tersebut menyisakan waktu 3 jam 58 menit (228 menit). Maka dari 228 menit \times 21 m² (luas lahan yang diuji) = 4788 m².

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan mobil robot ini dapat membantu para petani dalam menanam bibit kangkung yang tepat dan cepat secara autonomous, sesuai dari hasil proses pengujian. Dengan memperhatikan beberapa aspek seperti perancangan, sistem pembuatan (kelistrikan dan komponen) dan pengujian (kelistrikan, vision dan penanaman), maka mobil robot penanaman kangkung dapat bekerja selama 4 jam dengan kinerja seluas 4,7 hektar. Dengan ini petani dapat terbantu dalam menanam bibit kangkung, dan diharapkan dengan pengembangan alat ini dapat menanam segala jenis bibit.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus dkk. 2017. Robot Pendeteksi Bola Dengan Latar Statis Menggunakan Kamera PIXY CAM CMU 5 Berbasis Arduino. Prosiding SRNT Poltek Negeri Banjarmasin, ISSN 2341-5662.
- Avital Bechar dan Clement Vigneault. 2016. *Agricultural robots for field operations: Concepts and components*. Biosystems Engineering 149(2016) 94-III.
- Aras dkk. 2019. Perancangan Meja Laptop *Portable* yang Ergonomis Untuk Penyandang *Cerebral Palsy* dengan Pendekatan Antropometri. *Jurnal Inovator*, Vol. 2, No.1 (2019) 16–19.
- Mahardika, Eddo. 2018. Rancang Bangun *Electric Container Crane* Sebagai Sarana Bongkar Muat Di Terminal Petikemas Berbasis PLC Omron CPIE. *Jurnal Teknik*. Tangerang. Vol.7, No. 2, Juli-Desember.
- Pohan Malik Raudin. 2016. Rancang Bangun Rangka Mobil Sistem Penggerak Pedal. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

- Widodo dan Paulus. 2010. *Membuat Sendiri Robot Humandoid*. Penerbit Media Komputindo Jakarta
- Hermosilla dkk. 2019. *A Mechatronic Description of an Autonomous Mobile Robot for Agricultural Tasks in Greenhouses*. *Departamento de Ingeniería Rural, Departamento de Lenguajes y Computación, University of Almería, Spain*.
- Budiharto. 2010. *Robotika Teori + Implementasi*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Xiaochun Wang, Xiali Wang, Don Mitchell Wilkes. 2019. *Machine Learning-based Natural Scene Recognition for Mobile Robot Localization in An Unknown Environment*. eBook Xubang Shen Chinese National Academician. ISBN 978-981-13-9216-0, ISBN 978-981-13-9217-7.
- Salimin, Samhuddin, Ismail Adha. 2018. *Perancangan dan Analisa Simulasi Pembebanan Chassis Sepeda Wisata Untuk Dua Penumpang Menggunakan Software Autodesk Inventor 2017*. Vol. 3, No. 3, September 2018 e-ISSN: 2502-8944. ENTHALPY-
Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin.