



Prototipe Alat Penyemai Otomatis Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Pada Media Tanam Rockwool

Prototype Of Automatic Seeding Tool For Pakcoy (Brassica Rapa L.) Plants On Rockwool Planting Media

Kadek Gandhi Juniarta, I Made Anom Sutrisna Wijaya*, Ni Nyoman Sulastri, dan I Putu Gede Budi Sanjaya

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

ABSTRAK

Pertanian modern semakin membutuhkan otomatisasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Salah satu tanaman bernilai ekonomis tinggi yang banyak dibudidayakan adalah pakcoy, dengan media tanam seperti *rockwool* yang mendukung pertumbuhan seragam. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja prototipe alat penyemai otomatis benih pakcoy pada media tanam *rockwool* dengan berfokus pada efektivitas, efisiensi, dan akurasi. Alat ini dirancang untuk menanam sebanyak 91 benih dalam satu siklus penanaman dengan ukuran *rockwool* 26 cm x 15 cm x 2 cm. Alat ini mampu menanam 13 benih secara serentak dan melakukan perulangan sebanyak 7 kali untuk satu siklus. Pada penanaman benih ini terdapat 6 unit dalam melakukan penanaman serentak ini antara lain wadah benih, unit kontrol, pengumpan benih, penggerak *rockwool*, jalur dan pelubang *rockwool* serta pembersih pengumpan. Benih pakcoy yang digunakan berkisar 1 mm hingga 3 mm. Alat ini memiliki basis mikrokontroler berupa arduino mega dan CNCshield v3, motor Servo MG996R dan motor Stepper Nema 17 sebagai penggerak serta Limit Switch sebagai sensor perubah logika. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan penyemai rata-rata 86,81%, waktu satu siklus 2 menit 38 detik, dan penempatan benih yang akurat dengan deviasi ± 1 mm. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat semai otomatis ini memiliki kinerja yang baik dan memiliki efektivitas, efisiensi dan akurasi dalam mendukung semai tanaman pakcoy. Inovasi ini diharapkan memiliki potensi untuk diterapkan dalam skala lebih besar guna meningkatkan produktivitas pertanian modern di Indonesia.

Kata Kunci: benih, otomatisasi, pakcoy, *rockwool*, semai

ABSTRACT

Modern agriculture increasingly requires automation to enhance productivity and efficiency. One of the high-economic-value crops widely cultivated is pakcoy, with growing media such as *rockwool* that support uniform growth. This study aims to design and evaluate the performance of a prototype automatic seeding device for pakcoy seeds on *rockwool* growing media, focusing on effectiveness, efficiency, and accuracy. The device is designed to plant 91 seeds in a single planting cycle using *rockwool* of dimensions 26 cm x 15 cm x 2 cm. It is capable of planting 13 seeds simultaneously and repeating the process seven times for one cycle. The system consists of six main units that perform simultaneous seeding: seed container, control unit, seed feeder, *rockwool* driver, *rockwool* track and perforator, and feeder cleaner. The pakcoy seeds used range from 1 mm to 3 mm in size. The device is based on a microcontroller using an Arduino Mega and CNC Shield v3, with an MG996R servo motor, a Nema 17 stepper motor as the actuators, and limit switches as logic state sensors. Test results show an average seeding success rate of 86.81%, a cycle time of 2 minutes 38 seconds, and accurate seed placement with a deviation of ± 1 mm. The findings conclude that this automatic seeding device demonstrates good performance with effectiveness, efficiency, and accuracy in supporting pakcoy seedling. This innovation is expected to have potential for large-scale application to increase the productivity of modern agriculture in Indonesia.

Keywords: automation, pakcoy, *rockwool*, seed, seeding

*Corresponding author:

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

Email: anomsw@unud.ac.id

Masuk: 21 Agustus 2025;

Direvisi: 21 Agustus 2025;

Diterima: 10 Oktober;

Terbit: 30 April 2026

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan sektor penting dalam suatu negara karena kebutuhan pokok dapat tercukupi dengan memanfaatkan hasil mentah dari sektor pertanian. Salah satu komoditas yang semakin diminati adalah pakcoy (*Brassica rapa L.*). Sawi jenis pakcoy sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai menu masakan, salah satunya karena batang dan daunnya yang lebih lebar daripada sawi hijau biasa (Wibowo dan Asriyanti, 2013). Pakcoy juga merupakan jenis sayuran yang memiliki permintaan konsumsi yang tinggi, sehingga memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan (Afthansia dan Maghfoer, 2018). Salah satu usaha untuk meningkatkan produktivitas tanaman sawi pakcoy yaitu dengan budidaya secara hidroponik, terutama pada lingkungan yang sempit (Siswandi dan Sarwono, 2013). Media dalam budidaya hidroponik memiliki fungsi sebagai tempat penyangga larutan nutrisi serta sebagai penopang akar tanaman (Suryani, 2015). Dalam budidaya tanaman ini, media tanam modern seperti *rockwool* telah menggantikan metode tradisional berbasis tanah karena kemampuannya yang baik dalam menyimpan air dan udara untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Lebih dari 98% air dan unsur-unsur hara dapat diserap oleh tanaman dalam sistem hidroponik dengan *rockwool* sebagai media tanam (Bussell dan McKennie, 2004). Air juga mudah terlepas dari serat-serat *rockwool* sehingga struktur *rockwool* memberikan rasio air dan udara yang optimum bagi pertumbuhan tanaman.

Seiring perkembangan teknologi, otomatisasi dalam sektor pertanian menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi. Salah satu teknologi tersebut adalah penyemai otomatis, alat yang dirancang untuk menempatkan benih secara presisi pada media tanam dengan pengaturan jarak dan kedalaman yang seragam. Penyemai otomatis tidak hanya mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual, tetapi juga meningkatkan konsistensi dalam pembibitan. Pada penelitian milik Sriwongras dan Dostál (2014), sistem penyemaian digunakan untuk benih pepaya, yang menunjukkan efisiensi pelepasan benih sebesar 79% dan waktu operasi penaburan benih 7,88 kali lebih cepat dibandingkan penaburan dengan tangan manusia.

Walaupun sistem penyemai otomatis seperti yang dikembangkan oleh Sriwongras dan Dostál (2014) untuk benih pepaya menunjukkan efisiensi tinggi, alat tersebut memiliki keterbatasan bila diterapkan pada benih kecil seperti pakcoy (*Brassica rapa L.*) yang memerlukan presisi tinggi dalam satu benih per lubang dan kedalaman tanam yang dangkal, yaitu sekitar 0,2–1,3 cm (ShunCy, 2023). Sistem yang dirancang untuk media tanah atau tray konvensional belum tentu mampu menjaga keseimbangan kelembapan dan aerasi optimal pada media *rockwool*, yang memiliki struktur serat unik untuk menyimpan air dan udara secara simultan (Lyine Agriculture, 2024; Singh et al., 2022). Selain itu, perbedaan ukuran dan bobot benih membuat mekanisme drop benih pada alat untuk tanaman lain rawan meletakkan lebih dari satu benih atau justru melewatkan lubang semai, sehingga berisiko menurunkan tingkat perkecambahan.

Pada tanaman pakcoy, tahap pembibitan merupakan fase kritis yang sangat memengaruhi kualitas dan produktivitas hasil panen (Pratiwi dan Utami, 2023). Inovasi berupa penyemai otomatis yang dirancang khusus untuk media tanam seperti *rockwool* diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan, baik dalam efisiensi kerja maupun hasil produksi. Pada umumnya teknologi berfungsi untuk membantu dan meringankan pekerjaan manusia yang dalam hal ini, khususnya pekerjaan pada bidang pertanian yaitu menyemai benih agar petani dapat menghemat tenaga dan waktu sehingga dapat mengerjakan hal lain agar bisa lebih produktif (Darmawan et al., 2022). Berdasarkan paparan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplemen-tasikan alat penyemai otomatis yang efektif dan efisien untuk pembibitan tanaman pakcoy menggunakan media tanam *rockwool*. Dengan pengembangan teknologi ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata

dalam mendorong pertanian modern yang berkelanjutan di Indonesia, sekaligus meningkatkan daya saing petani dalam memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat.

METODE

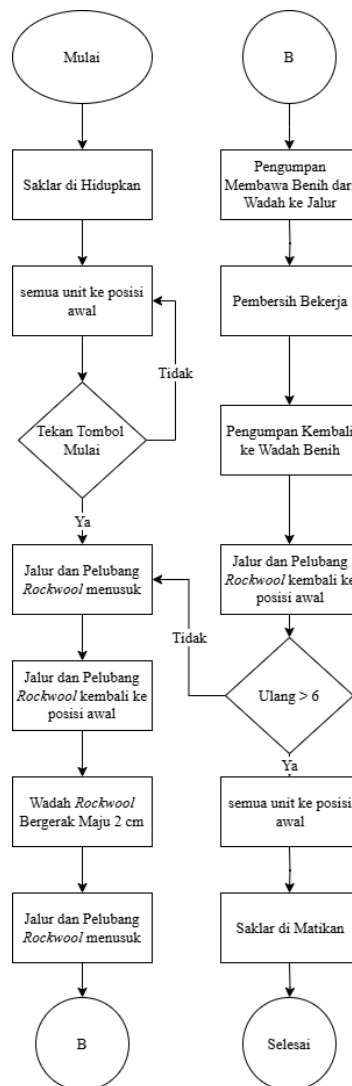
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Sudirman. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan april 2023 sampai dengan bulan Juli 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk merancang alat ini adalah Mesin Las, *Chain Saw*, Penggaris, Penggaris Siku, Magnet Siku, Gunting Besi, Obeng Gunting, Bor, Tang, Gergaji Besi, Laptop, Multimeter, *Solder*, Perangkat Lunak *Fritzing*, Perangkat Lunak *Arduino IDE*, Perangkat Lunak *Sketchup*. Adapun Bahan Yang Digunakan Adalah Arduino Mega, CNC Shield V3, *As Seng Shaft*, *Linear Bearing*, Motor Driver A4988, Motor Stepper Nema 17, Motor Servo MG966R, Lem, Kawat, Power Supply 12V 20A Dan 5V 2A, Kabel *Jumper*, Benih, *Rockwool*, *As Drat*, Baut, Mur, *Couple Holder*, *Shaft Support Rod Holder*, Plat Besi, Aluminium Profile 2020 V Slot, *Lead Screw T8 Nut*, Linear Ball Bearing Dan Bread Board.

Diagram Alir Software



Gambar 1. Diagram Alir Software

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini memiliki rancangan fungsional dan struktural untuk membantu bagaimana mekanisme dari alat semai otomatis. Perancangan fungsional terdiri dari unit penggerak wadah *rockwool*, unit jalur benih dan pelubang *rockwool*, unit pengumpan, unit pembersih pengumpan, unit kontrol dan wadah benih. Masing – masing unit memiliki fungsi dimulai dari penggerak wadah *rockwool* berfungsi sebagai penentu titik koordinat tanam. Unit jalur benih dan pelubang *rockwool* berfungsi sebagai penanaman benih pada *rockwool*. Unit pengumpan berfungsi untuk menghantarkan benih dari wadah menuju unit jalur benih dan pelubang *rockwool*. Wadah benih berfungsi sebagai penyimpan benih dan sortasi jumlah benih pada pengumpan. Unit pembersih pengumpan berfungsi sebagai pembersih benih yang terhambat saat unit pengumpan mengantarkan benih. Dan unit kontrol sebagai pusat perintah dari pergerakan setiap unit.

Perancangan struktural pada alat ini meliputi rangka penyangga berupa aluminium profil v slot 2020 pada rangka dasar penopang alat. Untuk jalur pergerakan pada unit penggerak wadah *rockwool* dan unit jalur benih dan pelubang *rockwool* menggunakan as drat yang diputar oleh Motor Stepper Nema17 dengan prinsip perubahan gerak putar menjadi gerak linier (gerak translasi). Menurut (Siregar dan Kaelani, 2017) Setelah melakukan pembuatan mekanik, rangkaian elektronika, mekanik dan melakukan percobaan untuk merubah gerakan rotasi ke gerakan translasi, diperoleh hasil kesalahan sebesar 1,5 %. Pada unit pembersih dan unit pengumpan digerakan menggunakan Motor Servo MG996R yang menggunakan prinsip *rack and pinion*. (Panchanathan dan Huang, 2023; Rajasekar et al., 2015) mengatakan mekanisme *rack and pinion* mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear secara efisien. Mekanisme ini banyak digunakan dalam sistem mekanik untuk penentuan posisi yang presisi dan transmisi daya karena kesederhanaan dan keandalannya. Pada wadah benih memiliki silikon halus sebagai sistem sortasi. Pada unit kontrol dihubungkan menggunakan *jumper* menuju setiap unit yang telah dilengkapi motor penggerak dan *limit switch*. Pada setiap unit menggunakan akrilik sebagai rangka yang dihubungkan ke rangka mesin yang berupa aluminium profil v slot 2020.

Uji Fungsi dan Uji Kinerja

Uji fungsi prototipe dilakukan dengan menguji setiap bagian dari prototipe semai untuk memastikan bahwa setiap fungsi berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Pada pengujian unit penggerak wadah *rockwool*, diuji perpindahan titik tanam pada media tanam *rockwool* dan perpindahan kembali ke posisi awal. Untuk unit jalur benih dan pelubang *rockwool*, fokus pengujian adalah pada kedalaman lubang yang dibuat dan ketepatan jalur benih yang masuk ke dalam lubang tersebut. Pengujian unit pengumpan melibatkan pengamatan jumlah benih yang dipindahkan dari wadah benih menuju jalur benih, serta proses sortasi dari wadah benih. Terakhir, pada unit pembersih, pengujian dilakukan untuk memastikan fungsinya, yaitu dapat melintasi unit pengumpan dan kembali ke posisi awal.

Uji kinerja alat dilakukan dengan menguji kerja mesin keseluruhan menggunakan 10 sampel. Hasil yang didapat meliputi waktu yang dibutuhkan, daya keluaran, efisiensi dan akurasi dari prototipe ini. Pada akurasi, benih yang dihitung sebagai keberhasilan adalah benih yang tertanam pada satu petak *rockwool* dengan jumlah satu benih. Kegagalan dihitung dari benih yang berjumlah lebih atau kurang dari satu dan benih yang mengalami kecacatan fisik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe Penyemai Otomatis Tanaman Pakcoy Pada *Rockwool*

Hasil dari rancang bangun merupakan prototipe penyemai otomatis tanaman pakcoy pada media tanam *rockwool* dapat dilihat pada Gambar 2. terdapat 3 proses yaitu penggerak alas, pelubang *rockwool*, dan pengumpan benih.



Gambar 2. Prototipe Alat Semai Otomatis Tanaman Pakcoy Pada Media Tanam *Rockwool*

Saat prototipe dihidupkan, daya listrik mengaktifkan Arduino Mega, CNC Shield V3, dan Servo MG996R, memulai tahap persiapan. Jika unit tidak berada di koordinat 0, motor akan menggerakkan unit menuju posisi awal hingga limit switch tertekan, menandakan kesiapan sistem untuk tahap penanaman.

Tahap penanaman dimulai dengan menekan tombol pemicu. Unit pelubang *rockwool* melubangi baris pertama, kemudian kembali ke koordinat 0, mengirim sinyal bahwa siklus penanaman siap dimulai. Selanjutnya, penggerak wadah *rockwool* bergerak sejauh 2 cm (526 langkah motor stepper X-axis). Mikrokontroler memerintahkan unit pelubang dan jalur benih bergerak ke koordinat 1 untuk melubangi dan menyediakan jalur benih secara bersamaan.

Pengumpan bergerak dari wadah benih ke jalur benih (koordinat 1) untuk mengantar benih, diikuti oleh unit pembersih yang memastikan lubang pengumpan bebas hambatan. Setelah tugas selesai, semua unit kembali ke posisi awal, dan wadah *rockwool* bergeser untuk baris berikutnya. Siklus ini berulang hingga tujuh baris selesai, setelah itu sistem kembali ke tahap persiapan untuk *rockwool* baru.

Pengujian Fungsi Unit

Unit Penggerak Alas *Rockwool*

Pengujian dilakukan dengan menekan tombol mulai, pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan mengukur jarak yang didapat menggunakan penggaris. Pada tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran perpindahan unit penggerak alas *rockwool*.

Pengujian Kembali ke titik koordinat 0 juga dilakukan dengan menekan tombol mulai. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali ketika alas *rockwool* telah meninggalkan titik koordinat 0. Pada tabel 2 menunjukkan unit kembali ke posisi awal.

Tabel 1. Uji Coba Unit Penggerak Alas ke Koordinat 1

No	Tombol mulai	Jarak Perbaris Tanam
1	HIGH	2 cm
2	HIGH	2 cm
3	HIGH	2 cm
4	HIGH	2 cm

5	HIGH	2 cm
6	HIGH	2 cm
7	HIGH	2 cm
8	HIGH	2 cm
9	HIGH	2 cm
10	HIGH	2 cm

Tabel 2. Uji Coba Unit Penggerak Alas Kembali ke Koordinat 0

No	Tombol mulai	Selisih Jarak
1	HIGH	± 1 mm
2	HIGH	± 1 mm
3	HIGH	± 1 mm
4	HIGH	± 1 mm
5	HIGH	± 1 mm
6	HIGH	± 1 mm
7	HIGH	± 1 mm
8	HIGH	± 1 mm
9	HIGH	± 1 mm
10	HIGH	± 1 mm

Pada struktur dari unit ini memiliki titik tumpu terlemah sebagai pacuan untuk mengetahui batasan ketahanan beban dari *rockwool* dan saat unit jalur dan pelubang *rockwool* melubangi *rockwool*. Titik tumpu terlemah terdapat pada akriliki yaitu 70 – 110 MPa (Laminated Plastics Distributors dan Fabricators, 2006). Gambar 3 menunjukkan hasil dari unit penggerak wadah *rockwool*.

Unit Jalur Benih dan Pelubang *rockwool*

Pengujian akan dilakukan dengan menekan tombol mulai, pengujian dilakukan sebanyak 10 kali kemudian pegamatan akan dilakukan dengan mengukur kedalam lubang *rockwool* serta unit pelubang telah mencapai titik koordinat 1 dan kembali ke koordinat 0. Pada tabel 3 menunjukkan unit pelubang melubangi *rockwool* dan kedalaman lubang yang dihasilkan.

Pada struktur unit jalur dan pelubang *rockwool* memiliki struktur agar mampu melubangi *rockwool* 13 titik secara bersamaan. Pelubangan *rockwool* memerlukan kekuatan $\pm 0,5$ MPa sedangkan berat dari unit ini sebesar ± 564 gram. Komponen yang memiliki kekuatan terendah pada unit merupakan motor stepper nema 17 dengan torsi sebesar 5Ncm (MotionKing, 2012) jika di konversi ke MPa adalah 6,37 MPa/titik. Pada gambar 4 menunjukkan hasil dari unit jalur dan pelubang *rockwool*.

Unit Pengumpan

Pengujian pada unit pengumpan menggunakan tombol mulai untuk menggerakkan servo MG996R pada sisi kiri dan kanan pengumpan serta pada unit pembersih. Pengumpan akan mengarahkan benih menuju jalur pada pelubang kemudian kembali dan pengumpan akan di tancap dengan kawat pada unit pembersih untuk memastikan tidak terdapat benih yang tersangkut pada pengumpan. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol sehingga pengumpan mengarahkan benih dari titik koordinat 0 yaitu wadah benih dan menuju titik koordinat 1 yaitu jalur pelubang menuju *rockwool*. Pada Tabel 4 menunjukkan pengumpan berpindah ke koordinat 1 kemudian dibersihkan oleh unit pembersih dan kembali ke posisi awal. Pada unit pengumpan memiliki komponen terlemah adalah servo MG996R yaitu 9.4 kgf·cm (Wurfel, 2015).

Tabel 3. Uji Coba Unit Pelubang

No	Saklar tombol	Mencapai titik koordinat 1 dan Kembali ke koordinat 0	Kedalaman Lubang pada <i>rockwool</i>
1	HIGH	YA	± 6 mm

2	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
3	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
4	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
5	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
6	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
7	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
8	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
9	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$
10	HIGH	YA	$\pm 6\text{mm}$



Gambar 3. Unit Penggerak Wadah *Rockwool*



Gambar 4. Unit Jalur benih dan Pelubang *Rockwool*

Servo mengalami hambatan pada gesekan akrilik saat melakukan tugasnya. Pada penelitian yang telah dilakukan (Siregar dan Kaelani, 2017) mengatakan bahwa koefisien dari akrilik dengan beban 20 N sebesar 3.06μ dan Pada 30 N koefisien gesek adalah 2.62μ . Pada unit ini memberikan tekanan sebesar ± 10 N dengan menggunakan interpolasi linier didapatkan berkisar $3,5\mu$. Pada gambar 5 menunjukkan hasil dari unit pengumpan.

Hasil Akhir Pengujian Keseluruhan

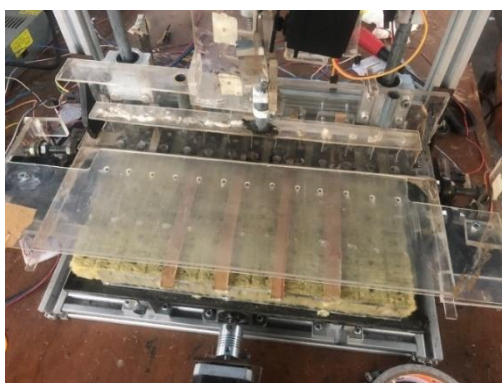
Hasil pengujian keseluruhan adalah dengan menggabungkan semua unit untuk bergerak terintegrasi sesuai dengan tahapannya sehingga membentuk satu siklus. Pengujian keseluruhan ini menguji kapasitas kerja mesin dan persentase keberhasilan benih menuju *rockwool* dengan jumlah yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan 10 kali perulangan siklus atau 10 sampel dan menghitung jumlah keberhasilan benih pada *rockwool*. Pada tabel 30 menunjukkan hasil dari uji coba prototipe dimulai dari menghidupkan mesin lalu pengisian *rockwool* pada prototipe. Kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol mulai dan mengganti *rockwool* kembali ketika setiap siklus penanaman telah selesai.

Pada tabel 5 menunjukkan hasil dari penanaman prototipe dengan perulangan sebanyak 10 kali pada *rockwool* yang berbeda secara berturut – turut. Dengan menggunakan persamaan efektivitas didapatkan hasil persentasi adalah 86,81%. Dengan waktu yang diperlukan Adalah 1564 detik (26 menit 4 detik). Deviasi dari ketepatan benih pada *rockwool* memiliki rata-rata $\pm 0,1$ mm yang di ukur dengan mistar.

Pada uji coba penyemaian benih dengan metode manual pada *rockwool* dilakukan dengan 10 kali perulangan untuk menanam benih pada *rockwool* ukuran 26 cm x 15 cm. Persentase keberhasilan penyemaian benih metode manual adalah 100% dengan total waktu 7030 detik (117 menit 10 detik). Pada tabel 6 menunjukkan hasil setiap *rockwool* yang ditanami dengan manual.

Tabel 4. Uji Coba Pengumpan

No	Tombol	Titik koordinat 0	Titik koordinat 1	Jumlah benih	Benih Terangkut
1	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
2	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
3	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
4	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
5	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
6	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
7	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
8	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
9	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0
10	HIGH	$\pm 0,1$ mm	$\pm 0,1$ mm	13	0



Gambar 5. Unit Pengumpan Benih

Tabel 5. Uji Coba Keseluruhan

No	Kegagalan	keberhasilan	Waktu (detik)
1	12	79	170
2	14	77	170
3	8	83	152
4	13	78	170
5	15	76	156
6	11	80	149
7	6	85	148
8	16	75	147
9	8	83	146
10	17	74	156
Total	120	790	1564

Tabel 6. Uji Coba Manual

No	Kegagalan	Keberhasilan	Waktu (detik)
1	0	91	700
2	0	91	705
3	0	91	710
4	0	91	695
5	0	91	703
6	0	91	700
7	0	91	706
8	0	91	709
9	0	91	698
10	0	91	704
Total	0	910	7030

Tabel 7. Spesifikasi prototipe semai otomatis

No	Uraian	Spesifikasi
1	Daya konsumsi	$\pm 40,099$ W
2	Arus mode standby	0.22 A
3	Arus mode use	2,6 A
4	Pwer Supply	12V 20A dan 5V 2A
5	Total benih	91 benih
6	Dimensi	P 30 x L 30 x T 46 sentimeter

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, Berdasarkan hasil penelitian rancang bangun pada prototipe alat semai otomatis memiliki dimensi 46 cm x 30 cm x 30 cm. Dengan motor penggerak motor Stepper Nema 17 dan Servo MG966R. Mikrokontroler Arduino Mega dan CNC Shield V3. Memiliki 6 unit diantaranya unit penggerak *rockwool*, unit jalur dan pelubang *rockwool*, unit pengumpan, unit pembersih, wadah benih, dan unit kontrol. Prototipe alat semai otomatis tanaman pakcoy pada media tanam *rockwool* memiliki kinerja baik dengan tingkat efektivitas 86,81%. Pada efisiensi, prototipe ini memiliki efisiensi waktu sebanyak 4,5 lebih cepat dari metode manual. Tingkat akurasi pada alat berkisar 1 mm.

Saran

Pada prototipe ini memiliki penurunan pada tingkat keberhasilan akibat sistem sortasi yang mengandalkan kekuatan kelenturan pada silikon yang memiliki kelemahan pada benih yang memiliki keringanan dengan selisih hingga 1:3. Disarankan jika memiliki unit pencengkram benih secara dinamis yang mampu mencengkram dengan ukuran benih yang tidak sama sebagai penggantian sortasi menggunakan silikon.

DAFTAR PUSTAKA

- Afthansia, M., dan Dawam Maghfoer, M. (2018). Respons Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Berbagai Konsentrasi Nutrisi dan Media Tanam Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(9), 2233–2240.

- Bussell, W. T., dan McKennie, S. (2004). *Rockwool* in horticulture, and its importance and sustainable use in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32(1), 29–37. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514277>
- Darmawan, I., Rusdinar, A., dan Suratman, F. Y. (2022). Penyemai Benih Otomatis Untuk Rover Pertanian Pintar. *E-Proceeding of Engineering*, 9(5), 2175–2183.
- Laminated Plastics Distributors dan Fabricators. (2006). *Technical Data Sheet - Acrylic (PMMA)*. 9763360. <https://laminatedplastics.com/acrylic.pdf>
- MakeltFrom. (n.d.). *No Title*. <https://www.makeitfrom.com/>
- MotionKing. (2012). *2 Phase Hybrid Stepper Motor*. 1106.
- Mulyo, J. H., Sugiyarto, dan Widada, A. W. (2015). Households' Food Security and Food Self Sufficiency in the Rural Marginal Area of Bojonegoro Regency. *Agroekonomi*, 26(2), 121–128.
- Panchanathan, L., dan Huang, S. C. (2023). Design and Analysis of Compliant Rack and Pinion Using Compliant Contact Rolling Joint †. *Engineering Proceedings*, 38(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2023038036>
- Pratiwi, A. F., dan Utami, S. W. (2023). Percepatan Waktu Pembibitan Pakcoy dengan Teknologi Rumah Semai. *J-Innovation*, 12(1), 25–29. <https://doi.org/10.55600/jjpa.v12i1.178>
- Siregar, R. R. B., dan Kaelani, Y. (2017). Studi Eksperimental Kedalaman Aus dan Koefisien Gesek Akibat Stick-Slip pada Reciprocating Wear. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 268–271. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.27208>
- Siswandi, dan Sarwono. (2013). Uji Sistem Pemberian Nutrisi Dan Macam Media Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa L*) Hidroponik. *Agronomika*, 08(01).
- Sruwongras, P., dan Dostál, P. (2014). Efficiency test and economic analysis of seeder for papaya-sowing tray. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(1), 239–243. <https://doi.org/10.11118/actaun201462010239>
- Suryani, R. (2015). Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah Mudah, Bersih dan Menyenangkan. In *ARCITRA*. ARCITRA.
- Wibowo, S., dan Asriyanti, A. (2013). Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3), 159–167. <https://jurnal.polinela.ac.id/index.php/JPPT/article/viewFile/180/149>
- Wurfel, M. M. (2015). Datasheet SG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo. *Electronic Caldas*, 6 V, 1–2.