

Pengembangan Alat Pengisi Benang Otomatis pada Jaring Rajungan untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi di Provinsi Lampung

Indra Surya, Satriadi, Riza Muhida, Muhammad Riza, Bambang Pratowo, Zein Muhamad, Kunarto, Harjono Saputro, Mulyana

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, 35143, Indonesia

Email: satriadi.20321018@ubl.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pengisi benang otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi jaring insang rajungan di Provinsi Lampung, khususnya di Dusun Kuala Seputih, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang. Alat ini dirancang untuk mengatasi permasalahan pada proses manual yang sering menyebabkan benang kusut dan memperpanjang waktu produksi. Dengan menggunakan motor stepper berkecepatan 360 RPM dan microcontroller ESP8266, alat ini mampu mengurangi waktu pembuatan jaring secara signifikan serta meningkatkan akurasi pengisian benang. Pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi dan konsistensi dalam proses produksi, mendukung peningkatan daya saing dan keberlanjutan industri perikanan rajungan di wilayah tersebut.

Kata kunci: pengisi benang otomatis, jaring rajungan, motor stepper, efisiensi produksi, microcontroller ESP8266

1 Pendahuluan

Industri perikanan di Provinsi Lampung, khususnya perikanan rajungan di Dusun Kuala Seputih, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, memiliki potensi besar untuk mendukung ekonomi lokal. Permintaan produk rajungan yang semakin meningkat memberikan peluang besar bagi sektor perikanan di wilayah ini. Namun, proses produksi jaring insang rajungan masih dilakukan secara manual, yang kerap kali menimbulkan berbagai masalah, seperti benang yang kusut dan waktu produksi yang relatif lama. Kondisi ini tidak hanya menghambat efisiensi produksi, tetapi juga mempengaruhi kualitas jaring yang dihasilkan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengembangan alat yang dapat mengotomatiskan proses pengisian benang pada jarum jaring rajungan menjadi solusi yang menjanjikan. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan, serta mempercepat waktu produksi. Dengan demikian, alat ini mampu meningkatkan

produktivitas dan kualitas produk yang dihasilkan, sehingga mendukung daya saing industri perikanan rajungan di Provinsi Lampung.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan alat pengisi benang otomatis yang menggunakan motor stepper dengan kecepatan 360 RPM dan microcontroller ESP8266 untuk mengontrol proses pengisian benang pada jaring insang rajungan. Alat ini dirancang untuk meminimalkan risiko kesalahan manusia dalam proses pengisian benang, meningkatkan konsistensi produksi, dan memperpendek waktu produksi secara keseluruhan. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat mendukung keberlanjutan sektor perikanan rajungan di wilayah tersebut dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Pengembangan alat ini membutuhkan berbagai material dan komponen untuk memastikan fungsionalitas dan keandalannya dalam proses produksi jaring. Material utama yang digunakan meliputi:

Akrilik: Sebagai bahan utama rangka alat karena sifatnya yang ringan dan mudah dibentuk.

Mur dan Baut: Digunakan untuk menyambungkan komponen-komponen alat agar kokoh dan stabil.

Batang As 8mm: Digunakan sebagai poros utama dalam sistem pergerakan.

Batang Siku Lubang Besi dan Plat Siku Segitiga Siku Lubang: Untuk mendukung struktur rangka alat agar lebih kuat dan stabil.

Microcontroller ESP8266: Berfungsi sebagai pengendali utama alat, mengatur motor stepper dan motor servo.

Driver A4988: Digunakan untuk mengendalikan motor stepper agar bergerak dengan akurasi tinggi.

Motor Stepper dan Motor Servo: Digunakan untuk menghasilkan pergerakan presisi yang dibutuhkan dalam pengisian benang secara otomatis.

Peralatan yang digunakan dalam proses perakitan dan pengujian meliputi 3D Printer, gerinda potong, bor tangan, mesin las listrik, dan solder.

2.2. Metode

Metode penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan melalui perancangan, pembuatan, dan pengujian alat pengisi benang otomatis. Langkah-langkah penelitian ini meliputi:

Perancangan Alat: Desain awal alat dibuat berdasarkan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pengisian benang pada jaring rajungan. Gambar tampak depan, samping, dan atas alat disiapkan untuk memvisualisasikan desain.

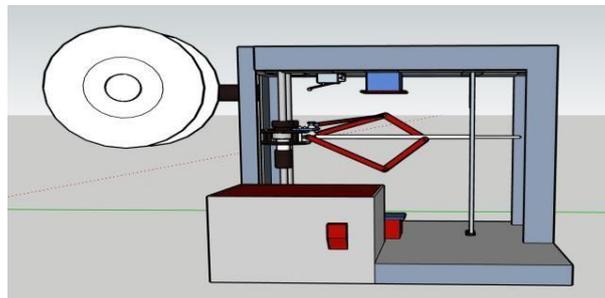
Perakitan Komponen: Komponen seperti motor stepper, motor servo, dan microcontroller ESP8266 disusun dan dirangkai sesuai dengan rancangan untuk membentuk alat yang lengkap.

Pengujian Alat: Alat diuji dalam kondisi operasional untuk menilai kecepatan motor stepper, sudut pergerakan motor servo, serta efektivitas alat dalam mengisi benang pada jaring. Pengujian dilakukan dengan mencatat waktu yang dibutuhkan dan hasil akhir kualitas pengisian benang.

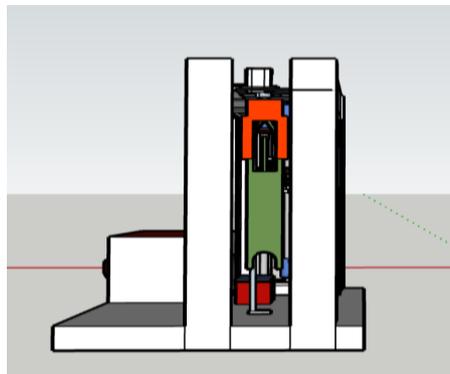
Analisis Data: Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa alat dalam hal kecepatan, akurasi, dan konsistensi. Data dianalisis untuk menentukan apakah alat memenuhi standar yang diharapkan.

Pemeliharaan Alat: Setelah pengujian selesai, alat dilakukan perawatan rutin untuk memastikan performanya tetap optimal dalam jangka panjang.

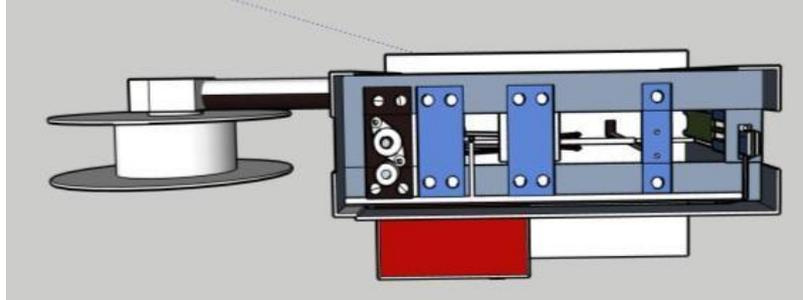
2.3. Rencana Desain



Gambar 1 Tampak Depan Alat Pengisi Benang Otomatis untuk Jaring Rajungan



Gambar 2 Tampak Samping Alat Pengisi Benang Otomatis untuk Jaring Rajungan



Gambar 3 Tampak Atas Alat Pengisi Benang Otomatis untuk Jaring Rajungan

2.4. Prinsip Kerja

Prinsip kerja alat pengisi benang otomatis untuk jaring rajungan diawali dengan proses persiapan mesin. Mesin harus dipastikan dalam kondisi baik, bersih, dan aman sebelum digunakan. Setelah itu, gulungan benang dimasukkan ke dalam alat, dan setelah alat disesuaikan agar benang dapat keluar dengan lancar tanpa hambatan. Selanjutnya, jarum dipasang pada posisi yang tepat di dalam mesin, mengikuti pola gerakan yang diinginkan untuk mengisi jaring. Alat ini memiliki pengaturan pola yang memungkinkan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan desain jaring rajungan.

Setelah semua komponen siap, mesin dihidupkan, dan pengisian benang dimulai. Proses ini berlangsung secara otomatis dengan motor stepper yang menggerakkan jarum secara berulang sesuai pola yang telah ditentukan. Selama proses pengisian, operator memantau kualitas hasil benang yang terisi pada jaring. Jika ditemukan ketidaksesuaian, mesin dapat disesuaikan atau dihentikan sementara untuk melakukan koreksi. Setelah pengisian selesai, mesin dimatikan dengan prosedur yang aman, dan dilakukan pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerja mesin dalam jangka panjang.

2.5. Flowchart Metode Penelitian

Proses pengisian benang otomatis pada alat ini dirancang melalui beberapa tahap utama. Pertama, proses persiapan mesin dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen berada dalam kondisi siap pakai. Tahap kedua meliputi pemasangan benang dan jarum pada alat, diikuti dengan pengaturan pola sesuai desain jaring yang diinginkan. Tahap ketiga adalah pengoperasian alat untuk mengisi benang pada jaring secara otomatis, dengan operator yang mengawasi proses agar kualitas tetap terjaga. Jika diperlukan, operator dapat melakukan koreksi selama proses berlangsung. Setelah proses pengisian selesai, alat dimatikan, dan tahap akhir adalah pemeliharaan mesin untuk memastikan alat siap digunakan pada kesempatan berikutnya.



Gambar 4. Diagram alir proses kerja alat pengisi benang otomatis pada jaring rajungan.

2.6. Desain Aktuator dan Pembahasan Rangkaian Mesin

Rangkaian mesin pada alat pengisi benang otomatis ini terdiri dari berbagai komponen mekanik, elektronik, dan sistem kontrol yang bekerja bersama untuk mencapai tujuan operasional. Rangkaian mesin ini memiliki dua sistem utama: sistem penggerak dan sistem kontrol. Sistem penggerak berfungsi untuk mengatur pergerakan alat sesuai pola yang telah ditentukan, sedangkan sistem kontrol bertugas mengatur kecepatan dan akurasi gerakan agar sesuai dengan kebutuhan pengisian benang pada jaring rajungan.

1. Rangka Utama Mesin (Frame):

Rangka utama mesin adalah struktur dasar yang menopang seluruh komponen alat. Rangka ini dirancang agar kuat dan stabil untuk menjaga alat tetap dalam posisi dan kondisi optimal selama beroperasi. Material yang digunakan untuk rangka adalah besi, yang dikenal kokoh dan mampu menahan beban komponen dengan baik.

2. Sistem Penggerak (Drive System):

Sistem penggerak pada alat ini terdiri dari motor stepper dan motor servo. Motor stepper digunakan karena kemampuannya untuk melakukan gerakan yang presisi dan terkontrol, yang penting untuk proses pengisian benang yang akurat. Motor servo

berfungsi untuk mengatur posisi jarum dengan akurat, memastikan jarum bergerak sesuai pola yang diinginkan.

3. Sistem Kontrol (Control System):

Sistem kontrol alat ini terdiri dari microcontroller ESP8266, driver motor A4988, dan limit switch. ESP8266 digunakan sebagai pengendali utama yang mengatur pergerakan motor stepper dan motor servo sesuai perintah. Driver A4988 bertugas memberikan sinyal langkah (step) dan arah (direction) pada motor stepper agar bergerak sesuai pola yang diinginkan. Dua unit limit switch dipasang untuk mengatur batas pergerakan motor: limit switch bawah mengontrol pergerakan motor stepper ke atas, sedangkan limit switch atas mengatur gerak motor stepper ke arah bawah.

Secara keseluruhan, desain aktuator dan rangkaian mesin ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pengisian benang pada jaring rajungan, mendukung proses produksi yang lebih cepat dan konsisten.

3 Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil pengujian dan analisis kinerja alat pengisi benang otomatis untuk jaring rajungan. Pembahasan meliputi evaluasi kecepatan motor stepper, ketepatan pergerakan motor servo, dan efisiensi waktu pengisian benang. Analisis ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana alat memenuhi kebutuhan produksi yang efisien dan berkualitas.

3.1. Hasil Pengujian Kecepatan Motor Stepper

Pengujian kecepatan motor stepper menunjukkan bahwa alat ini mampu mencapai kecepatan optimal sesuai dengan pengaturan pada driver A4988. Pada pengujian frekuensi pulsa 1200 Hz, motor stepper mencapai kecepatan 360 RPM, yang memberikan waktu pengisian benang yang lebih cepat dibandingkan metode manual. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan motor stepper dengan pengaturan frekuensi yang tepat dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan.

untuk menghitung kecepatan putaran (RPM), menggunakan rumus:

$$RPM = \frac{\text{frekuensi pulsa (hz)} \times 60}{\text{jumlah putaran}} \quad (1)$$

Diketahui frekuensi pulsa (Hz) adalah 1200Hz dan 200 langkah per putaran jadi cara mengetahui kecepatan putaran (RPM) adalah sebagai berikut:

$$RPM = \frac{1200 \times 60}{200}$$
$$RPM = \frac{72000}{200} = 360 \text{ RPM}$$

Jadi kecepatan putaran motor stepper pada alat ini adalah 360 RPM.

3.2. Hasil Pengujian Ketepatan Sudut Motor Servo

Pengujian ketepatan sudut motor servo dilakukan untuk menilai seberapa akurat motor dapat menggerakkan jarum dalam posisi yang diinginkan. Hasil menunjukkan bahwa motor servo dapat mencapai sudut rotasi hingga 180° dalam waktu 1 detik dengan akurasi yang tinggi. Ketepatan ini penting untuk memastikan jarum bergerak sesuai dengan pola jaring rajungan yang diinginkan, mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pola pengisian benang.

Untuk menentukan kecepatan rotasi servo, jika servo perlu bergerak dari 0 derajat ke 180 derajat dalam waktu 1000 ms (1 detik), kecepatan rotasinya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kecepatan Rotasi } (^{\circ}/s) = \frac{\text{perubahan sudut}}{\text{waktu}} = \frac{180^{\circ}}{1s} = 180^{\circ}/s \quad (2)$$

3.3. Hasil Pengujian Efisiensi Waktu Pengisian Benang

Alat ini diuji untuk mengisi benang sepanjang 40 meter dengan pemberhentian setiap 34 cm untuk menjaga konsistensi. Hasil menunjukkan bahwa waktu total yang diperlukan adalah 950,3 detik, jauh lebih singkat dibandingkan metode manual yang biasanya membutuhkan waktu berhari-hari. Kecepatan pengisian ini menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan, yang dapat meningkatkan produktivitas industri perikanan rajungan.

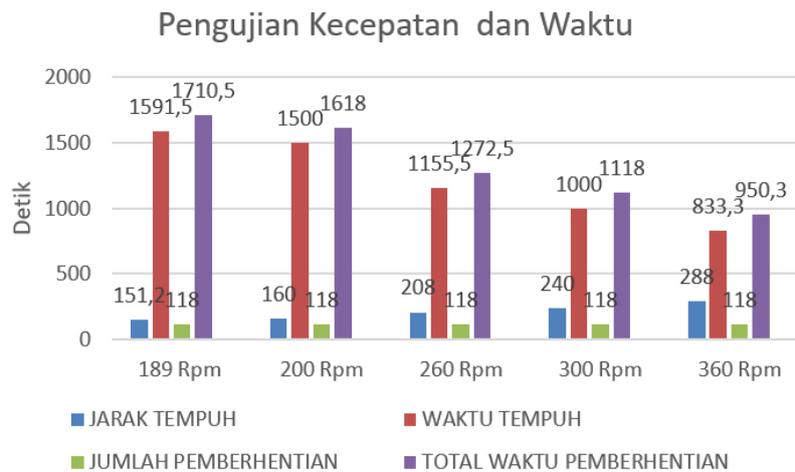
Berikut adalah tabel dan penjelasan mengenai waktu tempuh motor stepper pada kecepatan berbeda, dengan jarak benang 40 meter (4000 cm), dan pemberhentian awal setelah 20 cm serta setiap 34 cm berikutnya, dengan waktuberhenti 1 detik

Tabel 1. Hasil Pengujian kecepatan

NO	RPM motor	Jarak Tempuh per menit (cm)	Waktu Tempuh(detik)	Jumlah Pemberhentian	Total Waktu dengan Berhenti (detik)
1	189	151.2	1591.5	118	1710.5
2	200	160	1500.0	118	1618.0
3	260	208	1155.5	118	1272.5
4	300	240	1000.0	118	1118.0
5	360	288	833.3	118	950.3

Tabel hasil pengujian kecepatan menunjukkan variasi kecepatan motor stepper pada beberapa pengaturan RPM dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pengisian benang sepanjang 40 meter. Pada kecepatan yang lebih rendah, waktu

pengisian cenderung lebih lama karena jumlah putaran yang dihasilkan per menit lebih sedikit. Sebaliknya, peningkatan kecepatan motor menghasilkan waktu pengisian yang lebih singkat, menunjukkan bahwa pengaturan RPM yang lebih tinggi mampu meningkatkan efisiensi alat. Pengujian ini juga memperlihatkan jumlah pemberhentian yang diperlukan dalam setiap pengaturan kecepatan, yang mempengaruhi total waktu pengisian.

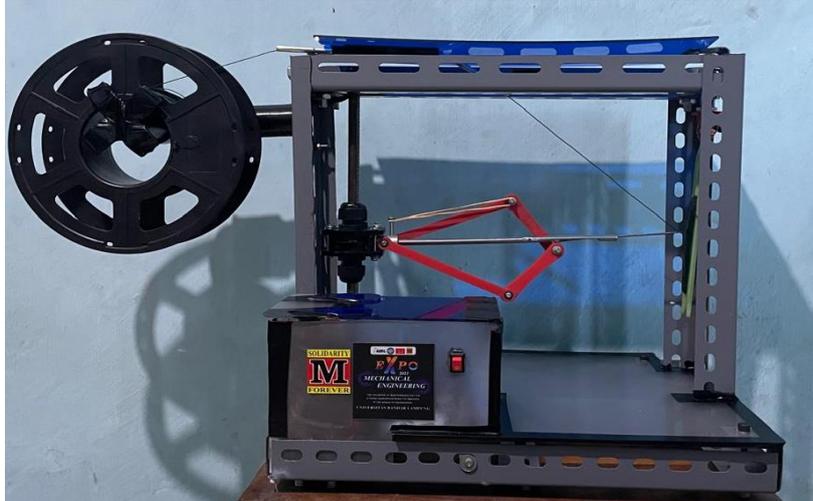


Gambar 5 Grafik Kecepatan dan Waktu

Grafik hubungan antara kecepatan motor stepper dan total waktu pengisian benang pada jaring rajungan.

3.3. Pembahasan Rangkaian Mesin

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam proses pengisian benang pada jaring rajungan. Kecepatan motor stepper yang stabil, ditambah dengan ketepatan pergerakan motor servo, memungkinkan alat ini untuk memberikan hasil yang konsisten sesuai dengan standar produksi yang diharapkan. Dibandingkan dengan metode manual, alat ini memberikan penghematan waktu yang sangat signifikan, yang berdampak positif pada biaya produksi dan daya saing produk di pasar.



Gambar 7 Mesin Pengisi Benang Jarum Jaring Rajungan.

Analisis menunjukkan bahwa alat ini tidak hanya mempercepat proses produksi, tetapi juga mengurangi risiko kesalahan manusia. Dengan pengaturan otomatisasi yang optimal, alat ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk mendukung keberlanjutan industri perikanan rajungan di Provinsi Lampung.

4 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji alat pengisi benang otomatis untuk jaring rajungan dengan menggunakan motor stepper dan microcontroller ESP8266. Pengujian menunjukkan bahwa alat ini secara signifikan meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam proses pengisian benang dibandingkan dengan metode manual. Pada kecepatan motor stepper yang optimal, yaitu 360 RPM, waktu pengisian benang sepanjang 40 meter dapat dipersingkat secara substansial, dari beberapa hari menjadi sekitar 950 detik. Hasil ini menunjukkan potensi besar alat ini dalam mempercepat proses produksi di sektor perikanan rajungan.

Keakuratan pergerakan motor servo juga terbukti mampu mencapai sudut rotasi yang diinginkan dengan cepat dan tepat, yang sangat penting untuk menjaga pola pengisian benang sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan. Pengaturan pola otomatis pada alat ini memungkinkan penyesuaian untuk berbagai kebutuhan desain jaring, sehingga meningkatkan fleksibilitas penggunaannya dalam produksi.

Dari analisis yang dilakukan, alat ini tidak hanya memberikan penghematan waktu yang signifikan tetapi juga mengurangi risiko kesalahan manusia, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan daya saing industri. Keberhasilan implementasi alat ini memberikan landasan yang kuat bagi penggunaan teknologi otomasi dalam proses produksi perikanan, khususnya di Provinsi Lampung.

Ke depan, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur sensor tambahan untuk memantau kualitas pengisian benang secara real-time, serta meningkatkan daya tahan dan kinerja komponen untuk aplikasi jangka panjang. Dengan demikian, alat pengisi benang otomatis ini memiliki potensi yang luas untuk dikembangkan sebagai solusi yang berkelanjutan dalam industri perikanan.

References

1. B. S. Putra, *Dasar-dasar Motor Stepper dan Aplikasinya*. Yogyakarta, Indonesia: Andi Offset, 2021.
2. A. Hidayat and H. Santoso, "Metode Perhitungan Kecepatan Motor Stepper dan Frekuensi Pulsa pada Sistem Kontrol," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 45–58, 2020.
3. S. Wahyu and A. Santosa, "Teknik Kontrol Motor Stepper untuk Aplikasi Industri," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 19, no. 3, pp. 150–160, 2022.
4. J. Smith, *Introduction to Stepper Motors and Controllers*. New York, NY, USA: Springer, 2018.
5. M. Kartika, A. Prabowo, and T. Sukoco, "Analisis Potensi Rajungan di Perairan Pesisir Timur Lampung," *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, vol. 15, no. 2, pp. 123–135, 2019.
6. R. Johnson, *Control Systems for Automatic Threading Machines*. Boston, MA, USA: McGraw-Hill, 2020.
7. R. C. Dorf and R. H. Bishop, *Modern Control Systems*, 13th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2017.
8. Diskominfotik Provinsi Lampung, "Potensi dan Produksi Perikanan Provinsi Lampung Tahun 2023," Pemerintah Provinsi Lampung, 2024.
9. Teknologi Industri, "Pengertian dan Perhitungan Motor Stepper," *Teknologi Industri*, 2021.
10. P. Mehta, "Design and Implementation of Automatic Threading Tools for Textile Industry," *International Journal of Automation and Control*, vol. 6, no. 2, pp. 99–108, 2021.