

Rancang Bangun Prototipe Mesin *Horizontal Packaging* Berbasis Arduino Uno

Priyo Susilo¹, Agus Saleh²

¹Mahasiswa Program Studi Mekanik Industri & Desain, Politeknik TEDC Bandung

²Dosen Program Studi Mekanik Industri & Desain, Politeknik TEDC Bandung

Email: priyosusilomid@gmail.com , abahagus@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Proses pengemasan (*packaging*) manual pada industri kecil dan menengah seringkali tidak efisien, membutuhkan waktu lama, dan bergantung pada tenaga manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe mesin *horizontal packaging* otomatis berbasis Arduino Uno yang mampu menyusun box berukuran 15×7×7 cm ke dalam kardus tipe *mailer box* secara presisi. Metode penelitian meliputi perancangan dan pembuatan sistem mekanik seperti rangka besi *hollow*, *conveyor belt*, dan sistem pendorong, serta pemrograman kontrol *conveyor belt* menggunakan Arduino Uno. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin berhasil beroperasi dengan stabil, sistem transmisi *synchronous belt* GT2 (rasio 3:1) mampu menggerakkan *conveyor belt* dan poros tanpa selip, dan unit pendorong mampu bekerja dengan mendorong 3 buah *box* untuk memasukan ke dalam *mailer box*. Namun, mesin memiliki keterbatasan pada kapasitas beban maksimal 2 kg dan ketergantungan pada *limit switch* yang rentan eror disegi mekanis. Kontribusi penelitian ini adalah solusi otomatisasi berbiaya rendah untuk industri kecil, dengan potensi pengembangan lebih lanjut seperti penambahan sensor *proximity*, kontrol PID, atau integrasi *IoT*. Prototipe ini membuktikan bahwa Arduino Uno dapat menjadi dasar efektif untuk sistem *packaging* otomatis dengan kompleksitas menengah.

Kata Kunci: Arduino Uno, Horizontal Packaging, Mesin Packaging, Motor Stepper, Otomatisasi.

ABSTRACT

Manual packaging processes in small and medium-sized industries (SMIs) are often inefficient, time-consuming, and labor-dependent. This research aims to design an Arduino Uno-based automated horizontal packaging machine prototype capable of precisely arranging 15×7×7 cm boxes into mailer-type cartons. The research methodology includes the design of a mechanical system an electrical, and a control system programmed using Arduino Uno. Testing results show that the machine operates stably, with the GT2 synchronous belt transmission system (3:1 ratio) effectively driving the conveyor belt and shaft without slippage. The pushing unit successfully positions three boxes into the mailer box. However, the machine has limitations, including a maximum load capacity of 2 kg and dependence on limit switches, which are prone to mechanical errors. This research contributes to a low-cost automation solution for small industries, with potential for further development, such as adding proximity sensors, PID control, or IoT integration. The prototype demonstrates that Arduino Uno can serve as an effective foundation for intermediate-complexity automated packaging systems.

Keywords: Arduino Uno, Horizontal Packaging, Packaging Machine, Stepper Motor, Automation.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang cepat telah melahirkan berbagai ide baru, penyempurnaan, dan cara yang lebih baik dalam melakukan berbagai hal di banyak bidang, termasuk di bidang manufaktur.

Salah satu langkah terakhir dalam mempersiapkan produk untuk dijual adalah pengemasan, yang membuat barang jadi siap untuk dikirim. Namun, meskipun langkah ini penting, prosesnya masih sangat mengandalkan tenaga manusia dan tidak dapat sepenuhnya diambil alih oleh mesin. Bahkan, lini pengemasan menggunakan lebih banyak pekerja daripada bagian proses lainnya. Masalah lainnya adalah bahwa mesin dapat bekerja jauh lebih cepat daripada manusia, yang menciptakan ketidaksesuaian antara kecepatan produksi barang dan kecepatan pengemasannya.

Oleh karena itu, penting untuk menciptakan jenis mesin pengemas baru yang dapat secara otomatis memasukkan kotak ke dalam kotak yang lebih besar dengan cepat. Tujuannya adalah untuk menghemat waktu, mempermudah pekerjaan, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia. Hal ini juga akan membantu memangkas biaya pengemasan. Karena alasan-alasan inilah, penulis ingin membangun sebuah mesin yang dapat melakukan pekerjaan pengemasan yang biasanya dilakukan secara manual dan memakan waktu lebih lama.

2. KAJIAN TEORI

2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah platform *open-source* yang dirancang untuk mempermudah pekerjaan di bidang elektronik. Platform ini terdiri atas papan mikrokontroler yang dapat diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Perangkat lunak tersebut memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengunggah kode ke papan. Arduino mampu menerima berbagai jenis sinyal masukan, baik analog maupun digital, dari sensor. Selanjutnya, informasi tersebut dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai perangkat seperti motor, menyalakan atau mematikan lampu, terhubung ke internet, serta menjalankan berbagai tugas lainnya (Burhanudin et al., 2023).

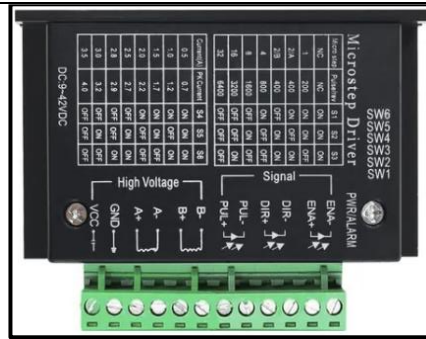


Gambar 1. Arduino Uno SMD

2.2 Motor Stepper TB6600

Secara teori, mikrokontroler memang bisa mengendalikan *motor stepper* secara langsung. Namun kenyataannya, sinyal yang dikeluarkan mikrokontroler biasanya terlalu lemah untuk menggerakkan motor dengan baik. Itulah mengapa dibutuhkan *driver motor* perangkat yang berfungsi memperkuat arus dan tegangan agar *motor* dapat bekerja optimal.

Dalam penelitian ini, digunakan *driver motor stepper* TB6600. *Driver* ini mampu mendukung arus hingga 4,5 A dengan kemampuan arus *starting* hingga 5 A, serta tegangan operasi hingga 45 Volt. Berkat spesifikasinya yang unggul, TB6600 dapat menggerakkan *motor stepper* dengan kecepatan dan torsi yang sesuai kebutuhan, seperti yang disebutkan dalam penelitian (Suryati et al., 2019).



Gambar 2. Motor Driver TB6600

2.3 Motor Stepper NEMA 23

Motor Stepper NEMA 23 adalah salah satu jenis motor stepper berukuran sedang yang sangat populer dalam aplikasi otomasi industri, terutama pada sistem yang membutuhkan kontrol posisi yang presisi. Dinamakan NEMA 23 karena mengikuti standar dimensi frame yang ditetapkan oleh National Electrical Manufacturers Association (NEMA), yaitu berukuran 57 mm x 57 mm. Motor ini banyak diaplikasikan dalam berbagai peralatan seperti mesin packaging horizontal, printer 3D, mesin CNC, dan sistem robotika karena kemampuannya menghasilkan torsi yang relatif tinggi (biasanya antara 1.2 Nm hingga 3.0 Nm) dengan resolusi step standar 1.8° per step atau 200 step per revolusi. Beberapa varian high-resolution bahkan menawarkan 0.9° per step (400 step/rev). Motor ini bekerja pada tegangan operasi 12-48V DC dengan arus per fase berkisar antara 2.0-4.5A, membuatnya cocok untuk berbagai kebutuhan industri yang memerlukan akurasi dan keandalan tinggi (Kuo, 2019).



Gambar 3. Motor Stepper NEMA 23

2.4 Dimmer DC

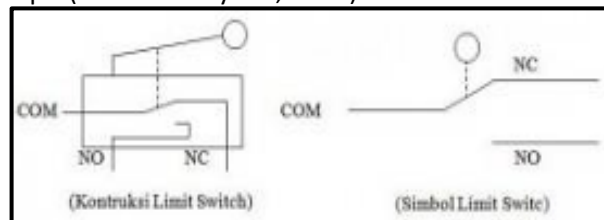
Dimmer DC sebenarnya adalah rangkaian elektronik yang terdiri dari beberapa komponen. Prinsip kerjanya adalah dengan memotong gelombang tegangan listrik yang masuk. Meski namanya identik dengan pengaturan pencahayaan (karena memang paling sering dipakai untuk mengatur terang-redup lampu), teknologi yang sama juga bisa diterapkan untuk mengontrol kecepatan berbagai perangkat listrik seperti bor, gerinda, pompa air, kipas angin, atau perangkat lain yang menggunakan motor berkumparan (Voltechno, 2021).



Gambar 4. Dimmer DC 10A

2.5 Limit Switch

Limit switch bekerja dengan prinsip yang sederhana, ketika sebuah mesin mencapai posisi atau titik tertentu, tombol pada *switch* akan tertekan. Akibatnya, rangkaian listrik dapat terputus atau tersambung bergantung pada konfigurasinya. *Switch* ini memiliki dua tipe kontak, yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). Salah satu kontak akan aktif saat tombol ditekan, mengubah status rangkaian sesuai kebutuhan. Untuk gambaran yang lebih jelas, konstruksi dan simbol *limit switch* dapat dilihat pada gambar terlampir (Saleh & Haryanti, 2020).



Gambar 5. Konstruksi *Limit Switch*

2.6 Motor DC

Putaran *motor DC* dihasilkan dari interaksi antara dua medan magnet. Medan magnet pertama berada pada stator, sedangkan medan magnet kedua dihasilkan oleh jangkar. Prinsip kerja motor ini mengikuti Hukum Faraday, di mana ketika motor berputar, jangkar juga akan berotasi di dalam medan magnet *stator*. Proses rotasi ini kemudian menginduksi tegangan pada jangkar (Hudati et al., 2021).



Gambar 6. *Motor DC*

2.7 Power Supply

Catu daya (*power supply*) ibarat "tukang listrik" yang bertugas menyuplai dan mengatur energi listrik sesuai kebutuhan perangkat yang dinyalakannya. Cara kerjanya mencakup penyesuaian level tegangan dan arus, pengaturan frekuensi, pengelolaan aliran daya, peningkatan efisiensi, pengurangan

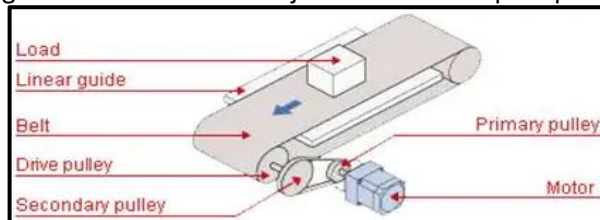
noise, perbaikan kualitas daya, serta isolasi antara sumber listrik dan perangkat. Berdasarkan jenis tegangan keluarannya, catu daya umumnya dibagi menjadi dua: arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Catu daya DC khususnya mengubah sumber listrik AC menjadi *output* DC yang stabil. Prosesnya terdiri dari tiga tahap: penyearahan (mengubah AC menjadi DC berdenyut), penyaringan (meratakan sinyal), dan regulasi (menstabilkan output meskipun tegangan input berfluktuasi atau beban berubah) (Lubis, 2001).



Gambar 7. Power Supply

2.8 Conveyor Belt

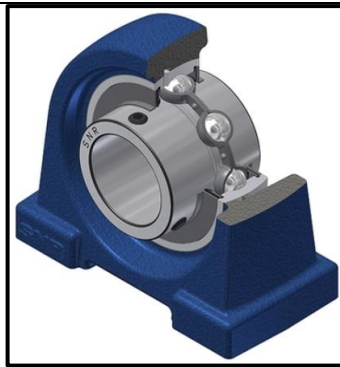
Conveyor (atau biasa disebut *compayer*) adalah sebuah mesin yang dirancang untuk memindahkan berbagai jenis material—mulai dari yang ringan hingga berat—dari satu tempat ke tempat lain. Kehadiran *conveyor* sangat membantu di lingkungan pabrik atau area industri karena mampu mengangkut barang dengan cepat dan efisien. Terutama ketika material yang harus dipindahkan terlalu berat atau bahkan berbahaya untuk dibawa secara manual, *conveyor* berperan penting dalam mengurangi risiko cedera dan menjamin keamanan para pekerja (Finoo.id, 2025).



Gambar 8. Konstruksi Conveyor Belt

2.9 Bearing

Bearing atau sering disebut laher oleh para mekanik adalah komponen kecil yang punya peran besar di dunia permesinan dan mekanika. Fungsinya seperti "panduan gerak" yang mengatur pergerakan relatif antar bagian mesin, memastikan setiap komponen bergerak tepat sesuai arah yang diharapkan. Contohnya, bearing memungkinkan poros berputar mulus pada sumbunya, sekaligus menjaga bagian yang bergerak lurus agar tidak melenceng dari lintasannya. Intinya, komponen ini bekerja untuk meminimalkan gesekan antara dua benda yang saling bergerak seperti poros dan sumbunya sambil menyangga beban dari bagian yang berputar (Furqoni, 2022).

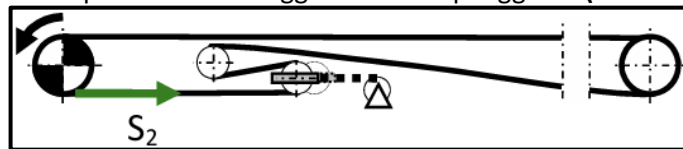


Gambar 9. Bearing UCPA

2.10 Belt Tensioning System

Sistem penegang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain *fixed take-up*, *gravity take-up*, *hydraulic/pneumatic take-up*, *automatic*, dan *follow-up tensioning*. Masing-masing memiliki karakteristik statik dan dinamik yang berbeda, serta dipilih berdasarkan panjang *conveyor*, variasi beban, dan kondisi operasi. Dalam sistem *fixed take-up*, katrol penegang tidak bergerak selama operasi dan hanya mengkompensasi deformasi permanen sabuk.

Perangkat penegang tetap (*fixed take-up devices*) adalah sistem penegang dengan posisi katrol penegang yang konstan selama operasi *conveyor*. Katrol ini hanya dipindahkan secara periodik saat *conveyor* dihentikan. Peregangan elastis pada sabuk yang dibebani oleh gaya memanjang menyebabkan penurunan gaya di zona tempat sabuk meninggalkan katrol penggerak (Kulinowski, 2011).



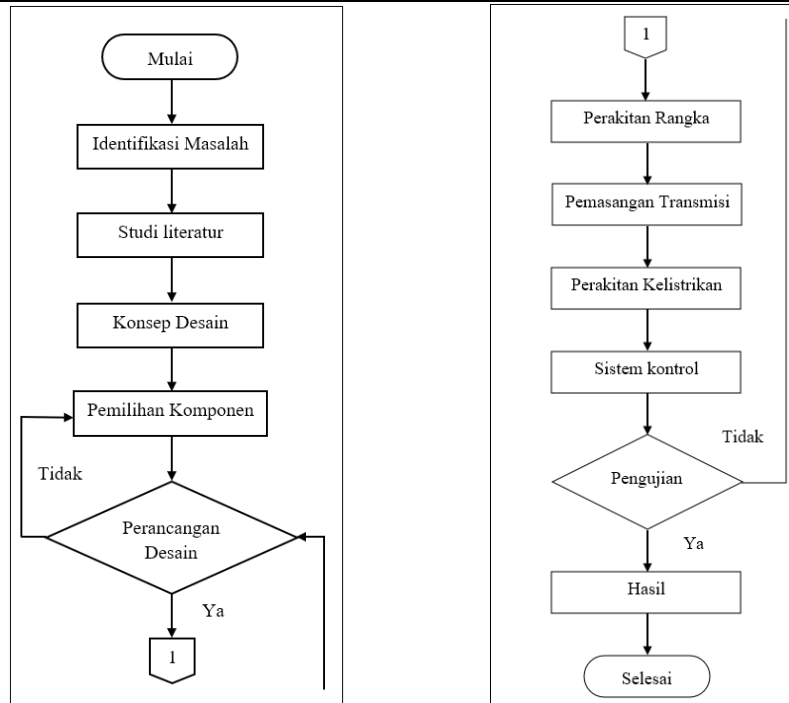
Gambar 10. Fixed Take Up

3. METODE PENELITIAN

Berikut proses dari metode penelitian pada penelitian ini:

1. Mulai
2. Identifikasi Masalah
3. Studi Literatur
4. Konsep Desain
5. Pemilihan Komponen
6. Perancangan Desain
7. Perakitan Rangka
8. Pemasangan Transmisi
9. Perakitan Kelistrikan
10. Sistem Kontrol
11. Pengujian
12. Hasil
13. Selesai

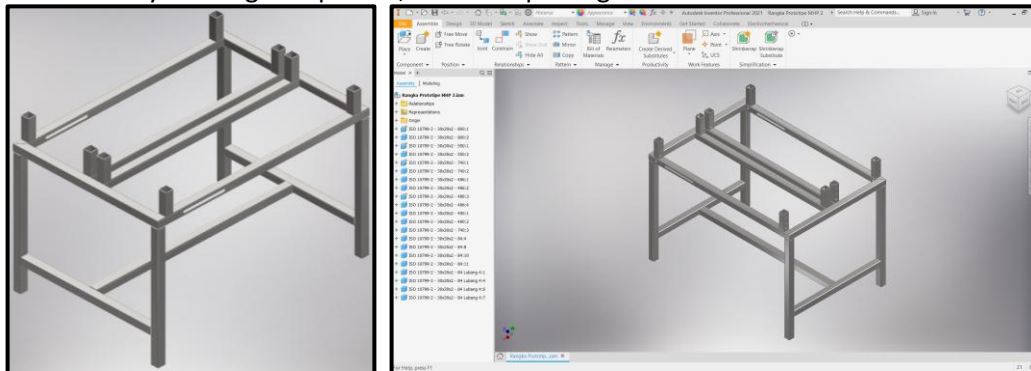
Proses diatas dapat diliha pada gambar 11.



Gambar 11. Flowchart

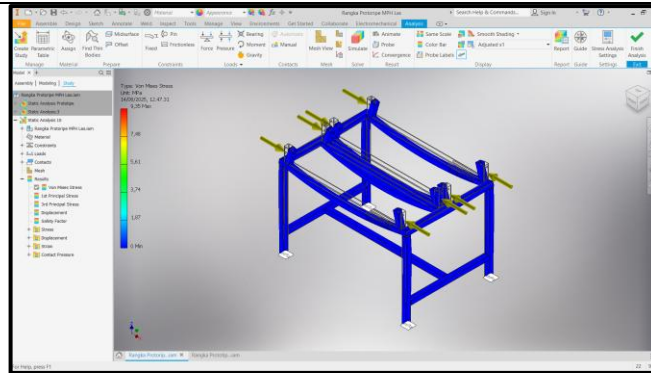
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan rangka dimulai dengan Studi Literatur untuk menentukan bentuk material, ukuran material dan jenis material yang akan digunakan. Setelah sesuai kemudian perancangan dengan *software* desain. Desain perancangan rangka menggunakan besi *hollow* dengan ukuran 30x30x1.6 mm dengan total panjang 9,46 meter. Pemilihan rangka dengan menggunakan besi *hollow* dikarenakan memiliki kelebihan yaitu ringan tapi kuat, mudah dipotong dan dilas.



Gambar 12. Desain rangka

Setelah simulasi dengan *stress analysis* hasil yang di dapatkan berupa *von mises stress* yaitu hasil dari sebuah tegangan yang terjadi. Besar tegangan *von mises stress* pada rangka besi *hollow* dengan nilai maksimal 9,35 Mpa pada beban 100N.



Gambar 13. Hasil *Stress Analysis*

Pembuatan Sistem Transmisi, prosesnya sebagai berikut:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

L_{10} = umur pakai dalam keandalan 90% (dalam juta putaran).

C = kapasitas beban dinamis (N).

P = beban ekuivalen radial (N).

p = eksponen umur pakai (3 untuk *ball bearing*, $\frac{10}{3}$ untuk *roller bearing*).

Yang dimana,

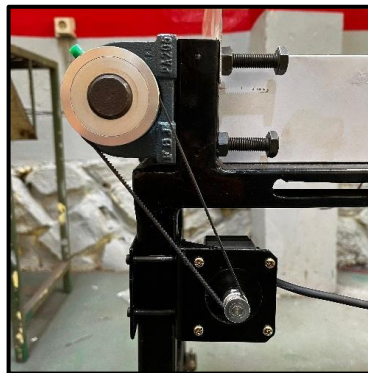
$$L_{10} = \left(\frac{14.000N}{100N}\right)^3 = 140^3 = 2.744.000 \text{ juta putaran}$$

Artinya, *bearing* UCPA 205 akan bertahan sekitar 2.744.000 juta putaran dengan keandalan 90% jika menerima beban 100 N.

1. Jam Operasional *Bearing*

$$L_{10h} = \frac{10^6 \times L_{10}}{60 \times n} = \frac{2.744.000 \times 10^6}{60 \times 100} = \frac{2.744.000.000}{6.000} = 457.333 \text{ Jam}$$

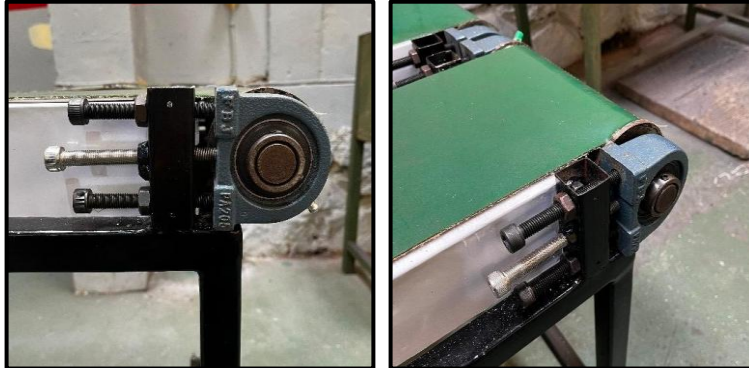
Artinya, *bearing* UCPA 205 akan bertahan sekitar 457.333 jam, 19.055 hari, 2.722 minggu, 635 bulan, 52 tahun dalam kondisi keandalan 90%.



Gambar 14. Sistem Transmisi

Belt tensioning system dipasang menggunakan *bearing* UCPA 205 berukuran 25 mm yang berfungsi sebagai penopang *poros conveyor*. Sistem ini dilengkapi dengan baut kepala L M10 dan mur M10 yang berperan dalam mengatur ketegangan *belt*. *Bearing* dipasang pada besi *hollow* yang telah dilubangi, sedangkan baut tengah digunakan untuk menyesuaikan posisi *bearing* agar *belt* tetap kencang. Mur M10 dilas sebagai pengunci untuk memastikan *belt* tidak kendur selama operasi. Dengan

adanya sistem ini, *conveyor* dapat berjalan stabil tanpa mengalami selip atau gangguan mekanis yang mengurangi efisiensi mesin.



Gambar 15. *Belt Tensioning System*

Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa semua komponen dapat berjalan secara normal dalam kondisi tanpa beban. Gerakan *conveyor* dan pendorong berjalan halus, tidak terdapat hentakan atau getaran berlebih. *Limit switch* memberikan respon cepat dan akurat, ditandai dengan perubahan arah putar *motor dc*. Dengan demikian, sistem prototipe dinyatakan siap untuk melanjutkan ke pengujian lanjutan.

Dari keseluruhan hasil uji, dapat disimpulkan bahwa pergerakan mekanik prototipe tergolong stabil dan layak untuk dioperasikan secara terus-menerus dalam kapasitas ringan hingga menengah. Namun, untuk pengembangan ke arah kapasitas produksi yang lebih tinggi, disarankan untuk menggunakan komponen yang lebih kompatibel satu sama lain. Dengan kestabilan pergerakan yang baik, sistem dapat menghasilkan hasil pengemasan yang presisi.

5. KESIMPULAN

1. Perancangan sistem mekanik pada prototipe mesin *horizontal packaging* berbasis arduino uno yang telah disusun dengan *software* desain berhasil dirancang. Terdiri dari rangka besi *hollow*, *belt tensioning system*, sistem transmisi, *conveyor belt* dan sistem pendorong yang bekerja secara stabil dan normal.
2. Pembuatan prototipe mesin *packaging* untuk mengemas *box* ke dalam kardus memerlukan tahapan perencanaan, pembuat desain, pemilihan komponen, perakitan komponen, pengujian dan evaluasi.
3. Pengujian fungsional dasar tanpa beban menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, Pergerakan mekanik prototipe dinyatakan stabil dengan gerakan *conveyor* dan *motor dc* yang halus. Komponen-komponen mekanik seperti lengan pendorong, *motor dc*, dan poros bekerja secara presisi berkat dukungan struktur rangka dan pengaturan sistem transmisi serta pergerakan yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanudin, A., Mukhtar, A., Ma'mun, H., & Hermana, R. (2023). *Arduino untuk pemula: Memahami dasar-dasar pemrograman dan menguasai robotika*. Bandung: Widina Media Utama.
- Finoo.id. (2025, Juli 4). Pengertian conveyor: Fungsi, jenis dan komponennya yang tepat. Finoo.id. Retrieved from <https://www.finoo.id/conveyor>.



- Furqoni, M. R. (2022). Pengertian bearing dan fungsinya [Materi lengkap]. Teknikece.com. Retrieved from <https://teknikece.com/bearing>.
- Hudati, I., Aji, A. P., & Nurrahma, S. (2021). Kendali posisi motor DC dengan menggunakan kendali PID. *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan (JULIET)*, 2(2), 25–34.
- Kulinowski, P. (2011). Karakteristik statik sistem penggerak-penegang sebagai alat evaluasi kinerja konveyor sabuk. *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze*, 1(11), 5–11.
- Kuo, B. C. (2019). *Step motor control systems*. Springer.
- Lubis, R. S., Haris, A., & Tarmizi. (2022). Perancangan uninterruptible power supply (UPS) untuk peningkatan fleksibilitas penggunaan dan lebih ekonomis dengan inverter kendali PWM berbasis mikrokontroler ATmega 328. *Jurnal Teknik*, 43(1), 102–111. Universitas Syiah Kuala.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2020). Rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan relay. *Jurnal Teknologi Elektro*. Universitas Mercu Buana.
- Suryati, S., Misriana, M., & Fauziah, A. (2019). Pengaturan gerakan translasi menggunakan motor stepper dan driver TB6600. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- Voltechno. (2021, Oktober 24). Apa itu dimmer, serta fungsi dan cara kerjanya. Voltechno.com. Retrieved from <https://www.voltechno.com/dimmer>.