



DESAIN DAN IMPLEMENTASI CONVEYOR UNTUK EFISIENSI PENURUNAN MATERIAL PADA MOBIL PICK-UP

Ian Hardianto Siahaan¹, Danang Bagastuti K. Shidi², Ninuk Jonoadj³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Indonesia
email: ian@petra.ac.id

ABSTRAK

Dalam industri konstruksi dan transportasi material, efisiensi dan keselamatan kerja adalah hal yang sangat penting. Salah satu tantangan terbesar adalah menurunkan material dari bak mobil pick-up, yang menguras tenaga dan berisiko menyebabkan cedera. Dengan meningkatnya perhatian terhadap kesehatan fisik pekerja, dibutuhkan solusi inovatif yang dapat meringankan beban kerja mereka. Pengembangan sistem conveyor yang dipasang pada mobil pick-up menawarkan inovasi yang mempercepat proses kerja dan mengurangi risiko kelelahan serta cedera. Penelitian ini berkontribusi tidak hanya pada peningkatan produktivitas, tetapi juga keselamatan dan kesejahteraan pekerja. Dalam penelitian ini, metode riset eksperimen digunakan untuk merancang dan menguji sistem conveyor pada mobil pick-up. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban 100 kg, 300 kg, dan 500 kg. Hasil menunjukkan bahwa waktu rata-rata untuk menurunkan material adalah kurang dari 1 menit, lebih cepat dari target 2 menit, yang membuktikan peningkatan efisiensi waktu hingga 50% dan secara signifikan mengurangi beban fisik pada pekerja

Kata kunci: *bak pick-up, conveyor, efisiensi, inovasi, material*

PENDAHULUAN

Proses penurunan pasir atau kerikil dari pick up masih banyak yang menggunakan tenaga manusia dengan cara penyekopan. Hal tersebut dapat membahayakan pekerja atau operator pasir tersebut. Beberapa penyakit dapat menyerang pekerja tersebut. Timbulnya sakit pinggang dan penyakit pada tulang punggung adalah dampak yang ditimbulkan. Penggunaan alat bantu sangat penting untuk mengurangi beban kerja dan mempersingkat waktu karena mengangkut barang dari bak pick-up ke lokasi yang dituju adalah tugas yang sangat melelahkan dan dapat membahayakan kesehatan tubuh, terutama bagi pekerja [1]. Beberapa metode pengangkutan material termasuk konveyor, yang mengangkut barang secara efisien tanpa menggunakan banyak tenaga kerja; forklift, yang memudahkan mengangkat barang berat; dan troli atau roda, yang mudah mengangkut barang [2]. Kita tidak hanya melindungi kesehatan pekerja dengan menggunakan alat-alat ini, tetapi juga meningkatkan produktivitas kerja secara keseluruhan [3].

Mobil pick-up dengan sistem hidrolis dapat mengangkut pasir dengan cara yang sama seperti dump truck; namun, sistem hidrolisnya dapat dioperasikan dengan saklar dan tidak membutuhkan tenaga manusia untuk mengangkut material. Perawatannya juga cukup mudah: hanya perlu mengganti oli hidrolis setiap tahun. Namun, terdapat beberapa kekurangan, terutama dari segi biaya. Instalasi sistem hidrolis pada pick-up ini cukup mahal, dengan biaya

19,5 juta untuk hidrolis saja dan hingga 24 juta untuk paket lengkap dengan baknya. Dengan harga ini, pick-up hanya dapat mengangkut pasir atau kerikil sebanyak 1 m³, yang dianggap sangat sedikit dan tidak sebanding dengan biaya pemasangan sistem hidrolis [2].

Dengan adanya masalah di atas, muncul gagasan untuk membuat rancangan yang akan mempermudah pekerjaan, mengurangi biaya, dan menghemat waktu [4]. Dalam rancangan ini, mobil pick up digabungkan dengan instalasi conveyor karena conveyor memindahkan barang, terutama pasir dan kerikil, dari pick up ke lokasi yang telah ditentukan [5].

Berdasarkan pertimbangan desain, implementasi ini diharapkan nantinya bahwa penggunaan konveyor lebih tepat dan efektif karena faktor keterlibatan manusia juga secara langsung dapat dikurangi jumlahnya saat akan memindahkan material [6]. Dengan demikian, cedera kerja dapat dicegah dengan penggunaan konveyor otomatis yang memindahkan material dan mengurangi beban fisik pekerja, ketika menurunkan material dari bak kendaraan. Selain itu, sistem konveyor meningkatkan efisiensi operasional, karena penggunaan konveyor ini menghemat waktu dan tenaga dan memungkinkan penurunan material secara aman dan cepat menuju sasaran [7].

Tujuan proyek ini adalah merancang conveyor untuk mempermudah pekerjaan manusia di sektor angkutan bahan material, dengan target mampu menurunkan material seberat 500 kg dalam waktu rata-rata 2 menit. Rancangan ini menggabungkan mobil pick-up dengan instalasi conveyor, yang berfungsi memindahkan barang seperti pasir dan kerikil dari atas pick-up ke tempat yang sudah disediakan. Desain conveyor ini dilengkapi dengan motor penggerak untuk mempermudah pekerjaan manusia [8]. Instalasi conveyor ini juga dapat dilepas dan dipasang dengan mudah, sehingga tidak menyulitkan pengguna saat tidak dibutuhkan. Dengan sistem yang mudah dilepas dan dipasang, alat ini mempermudah pemasangan, sehingga pekerja tidak kesulitan atau kebingungan dalam mengoperasikannya. Alat ini juga dilengkapi dengan tombol ON/OFF untuk mengaktifkan conveyor [9]. Dengan demikian, hanya diperlukan satu orang saja untuk mengantarkan pasir atau kerikil [10].

PROSEDUR EKSPERIMEN

Ada beberapa tahapan dalam proyek ini. Tahapan pertama adalah mempertimbangkan tipe conveyor yang digunakan dan menetapkan spesifikasi data rancangan. Tahapan kedua adalah menentukan spesifikasi motor penggerak yang digunakan dalam rancangan. Tahapan ketiga adalah merakit komponen utama dan pendukung untuk implementasi conveyor pada bak pick-up. Tahapan terakhir adalah melakukan pengujian prestasi alat yang telah digunakan

Tipe Konveyor

Dalam perancangan ini, berbagai jenis conveyor dipertimbangkan untuk ditetapkan [11]. Belt conveyor menggunakan sabuk yang bergerak untuk mengangkut barang dan cocok untuk berbagai jenis material, baik yang ringan maupun berat. Roller conveyor terdiri dari rol-rol yang berputar untuk memindahkan barang, biasanya digunakan untuk mengangkut barang dengan permukaan datar. Chain conveyor menggunakan rantai untuk menggerakkan barang dan sering digunakan untuk material yang berat atau dalam kondisi lingkungan yang keras. Screw conveyor menggunakan sekrup berputar untuk memindahkan material, ideal untuk bahan-bahan yang berbentuk butiran atau bubuk. Pneumatic conveyor menggunakan aliran udara untuk memindahkan material melalui pipa, cocok untuk material yang ringan dan berbentuk butiran. Bucket conveyor umumnya menggunakan ember-ember kecil yang terpasang pada sabuk atau rantai untuk mengangkut material secara vertikal.

Motor Penggerak

Dalam perancangan ini, berbagai jenis motor penggerak dipertimbangkan sebagai dasar pemilihan motor konveyor. Motor AC induksi terkenal dengan efisiensi tinggi dan,

keandalannya, sering digunakan karena hemat energi dan memerlukan sedikit perawatan. Motor DC memiliki torsi awal yang tinggi, cocok untuk menggerakkan beban berat, dan kecepatan yang dapat diatur membuatnya fleksibel untuk berbagai aplikasi. Motor servo menawarkan kontrol yang sangat presisi dan dapat diprogram untuk gerakan yang kompleks, cocok untuk aplikasi yang membutuhkan gerakan akurat dan terkendali.[12]

Mekanisme dan Konstruksi

Setelah seluruh komponen dan bahan ditentukan dan diperoleh, langkah berikutnya adalah merakit komponen utama dan pendukung sesuai dengan desain yang telah dibuat. Komponen seperti poros, bantalan, pengikat, dan motor akan digabungkan atau dirakit sesuai desain. Setelah itu, dilakukan pemasangan pada kendaraan.

Prosedur Uji Mekanisme

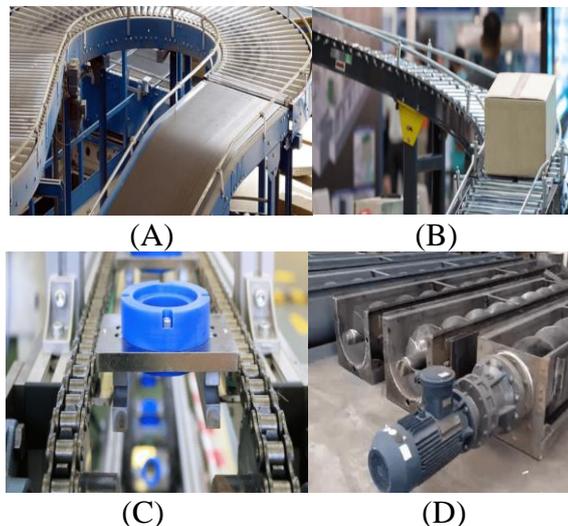
Langkah pertama adalah memasang instalasi conveyor pada bak Kijang pick-up. Setelah conveyor terpasang, material dinaikkan dan ditempatkan di atas belt conveyor, kemudian pintu bak belakang ditutup. Setelah semua material terangkut, pick-up siap diberangkatkan. Saat tiba di tujuan, pintu penutup bak belakang dibuka tanpa mematikan mesin mobil, karena motor penggerak conveyor membutuhkan tenaga listrik besar dari aki yang harus terus mengisi. Selanjutnya, tekan tombol di dashboard untuk menyambungkan arus dari aki ke motor penggerak dan memutar conveyor. Tahan tombol hingga semua material diturunkan dengan sempurna. Untuk masing-masing beban 500, 300, dan 100 kg, hitung waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan material dengan melakukan tiga kali pengujian untuk memperoleh hasil yang akurat dan presisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dibahas hasil analisis data yang diperoleh selama tahap perancangan dan implementasi, serta interpretasi dari temuan tersebut. Pembahasan ini mencakup pertimbangan desain, penetapan spesifikasi rancangan berdasarkan data yang digunakan, dan evaluasi hasil pengujian.

4.1 Konsep desain pemilihan conveyor

Konsep desain dapat dipilih dari alternatif yang tersedia dan paling banyak dipergunakan seperti: belt conveyor (A), roller conveyor (B), chain conveyer (C), dan screw conveyor (D).



Gambar 1. Tipe conveyor yang dipilih

Berdasarkan nilai pembobotan diperoleh pertimbangan dengan nilai valuenya paling tinggi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsep desain pemilihan conveyor

Parameter	Bobot	A	B	C	D
Material angkut	0,3	10	4	8	6
Perawatan	0,1	10	8	4	6
Jarak	0,2	8	10	6	4
Kecepatan	0,2	10	8	6	4
Kapasitas	0,2	10	8	4	6
Total	1,0	9,6	7,2	6,0	5,2

Berdasarkan tabel 1, belt conveyor memiliki nilai tertinggi dan dianggap sebagai yang paling bernilai berdasarkan parameter-parameter yang diunggulkan.

4.2 Konsep desain dan spesifikasi motor

Pemilihan motor untuk conveyor umumnya mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain: jenis motor, daya dan torsi, kecepatan, sumber daya listrik, lingkungan operasi, efisiensi energi, perawatan, dan sistem keamanan yang baik.

Tabel 2. Pertimbangan Motor Penggerak

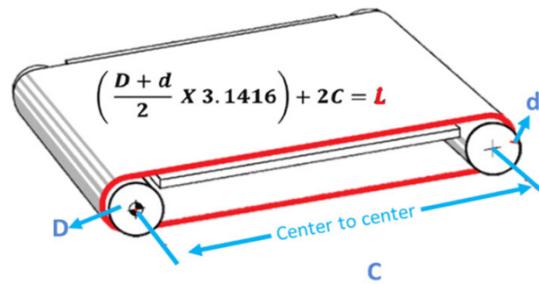
Parameter	Bobot	AC	DC	Servo
Jenis Motor	0,15	10	8	6
Daya dan Torsi	0,15	10	6	8
Kecepatan	0,15	8	6	10
Sumber daya	0,10	10	8	6
Lingkungan	0,10	8	6	10
Efisiensi	0,15	10	6	8
Perawatan	0,10	10	6	8
Safety	0,10	10	6	8
Total	1,00	76	52	64

Berdasarkan Tabel 2, motor AC lebih sesuai untuk digunakan sebagai motor penggerak conveyor di bak pick-up. Selanjutnya, tentukan spesifikasi motor conveyor menggunakan data rancangan. Kapasitas material, $Q = 500 \text{ kg}/2 \text{ menit} = 15 \text{ ton}/\text{jam} \approx 4,17 \text{ kg/s}$. diameter puli penggerak dan idler $D = d = 0,075 \text{ m}$, panjang lintasan conveyor dari depan ke belakang adalah 175 cm , sehingga panjang sabuk keliling diketahui $L = 2 * 1,75 \text{ m} = 3,5 \text{ m}$, maka jarak center to center nya dapat diperoleh untuk meletakkan katrolnya, $C = 0,5 * (3,5 - (3,1416 * 0,075)) = 1,632 \text{ m}$. Selanjutnya untuk menghitung kecepatan coveyor dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1)

$$\text{Kecepatan, } V = \frac{\text{Panjang belt}}{\text{Waktu}} \quad (1)$$

$$= \frac{1,75 \text{ m}}{2 \text{ menit}} * \frac{1 \text{ menit}}{60 \text{ detik}}$$

$$= 0,015 \text{ m/s}$$



Gambar 2. Tipe belt conveyor

Sehingga untuk menghitung daya motor untuk penggerak belt conveyor dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2):

$$P = \frac{Q \times g}{\eta} \quad (2)$$

Dimana P sebagai daya motor penggerak conveyor, Q besarnya kapasitas angkut serta η efisiensi system = 0,85. Sehingga daya motor yang dibutuhkan menggunakan persamaan (2) menjadi $P = 48,12 \text{ W} \approx 0,0645 \text{ HP}$, selanjutnya untuk mengetahui besarnya Torsi motor conveyor dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$\omega = \frac{\text{Kecepatan belt conveyor}}{\text{radius katrol penggerak}} \quad (3)$$

Dimana V kecepatan belt conveyor, R jari jari katrol penggerak = 0,0375 m, sehingga

$$\omega = \frac{0,015 \text{ m/s}}{0,0375 \text{ m}} = 0,4 \text{ rad/s,}$$

untuk menentukan kecepatan putarannya dalam rpm, digunakan persamaan (4)

$$n = \frac{60 \omega}{2\pi} \quad (4)$$

$$= \frac{60 \times 0,4 \text{ m/s}}{2 \times 3,14} = 3,82 \text{ rpm,}$$

Sehingga torsi yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan (5), berikut ini.

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi \times \text{RPM}} \quad (5)$$

$$= \frac{48,12 \text{ Watt} \times 60}{2\pi \times 3,82 \text{ RPM}} = 120,35 \text{ N.m,}$$

Spesifikasi yang cocok digunakan adalah motor AC yang disesuaikan dengan alternator kendaraan pick-up, kemudian direduksi putarannya sesuai dengan RPM yang dibutuhkan, yaitu 3,82 RPM. Voltage pada alternator pick-up umumnya berkisar antara 13 hingga 14,8 Volt saat mesin hidup. Karena kebanyakan motor AC standar beroperasi pada tegangan 220V atau 380V, perlu menggunakan trafo atau inverter untuk menyesuaikan voltage motor AC yang digunakan. Pada perancangan ini, dipilih motor AC satu fasa karena dayanya yang kecil. Type: GEAR MOTOR, Brake Gear Motor, Frequency: 50/60Hz, Rated Power: 6-200 W, AC gear motor 220 V. Speed: 1300/1600 RPM. Jika menyesuaikan dengan mobil pick-up umumnya memiliki

spesifikasi teknik kendaraan berkisar daya maksimum 96 HP pada putaran 5600 RPM dan dengan torsi maksimum 134 Nm pada 4400 RPM. Pemenuhan torsi pada hasil perhitungan masih mencukupi dengan motor AC yang dipilih.

4.3 Implementasi pada bak pick-up

Hal pertama yang dilakukan adalah membuat rangka utama conveyor. Alat dan bahan yang digunakan adalah besi siku dengan ukuran 5x5 cm dan ketebalan 3,5 mm, serta besi kotak dengan ukuran 2x4 cm dan ketebalan 1,2 mm. Besi siku kemudian dipotong menggunakan alat gerinda sesuai ukuran dan dibentuk menjadi rangka persegi dengan ukuran 140x200 cm. Penyambungan rangka dilakukan menggunakan alat las SMAW. Langkah selanjutnya adalah memasang pulley pada poros penggerak dan poros motor. Pulley dikunci dengan baut pada masing-masing poros untuk menjaga agar pulley tetap berputar bersama poros.

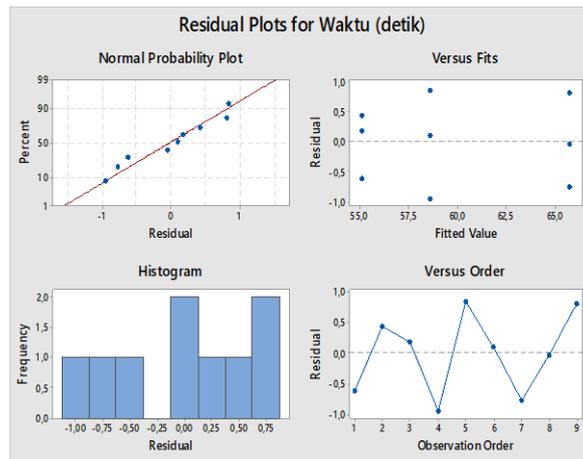


Gambar 3. Implementasi belt conveyor

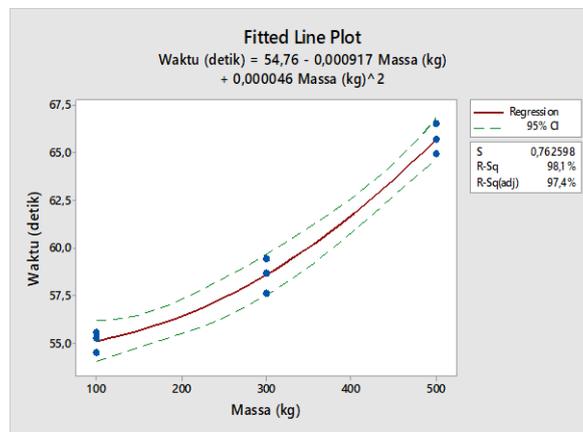
Setelah conveyor terpasang, langkah selanjutnya adalah memasang motor pada bagian bibir bak yang telah diberi dudukan motor. Kemudian, sambungkan kabel ke aki mobil sesuai dengan posisi plus (+) dan minus (-). Alat ini dilengkapi dengan tombol yang akan ditempatkan pada dashboard.

4.4 Hasil uji performa mekanisme

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh data mengenai penurunan massa seiring waktu dan apakah target pengujian telah tercapai. Dengan bantuan perangkat lunak Minitab, plot massa terhadap waktu yang dibutuhkan menurunkan material dapat ditunjukkan sebagai berikut



Gambar 4. Data uji berdistribusi normal



Gambar 5. Fitted line plot waktu vs massa

Dari grafik terlihat bahwa untuk kapasitas angkut 0,5 ton membutuhkan waktu kurang dari 1 menit. Hal ini menunjukkan kinerja mekanisme sudah memadai dari target waktu yang ditetapkan 2 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Conveyor yang dirancang dan diterapkan pada mobil pick-up untuk menurunkan material telah berhasil diuji coba. Conveyor ini mampu memindahkan beban 500 kg material dalam waktu kurang dari 1 detik. Oleh karena itu, alat ini dapat menurunkan material kurang dari 2 menit dari target yang ditetapkan. Waktu ini jauh lebih singkat dibandingkan dengan cara manual, seperti penyekapan, sehingga pencapaian waktu tersebut sangat efektif.

Rancangan dan pembuatan conveyor ini sangat mempermudah pekerjaan manusia. Pekerja kasar tidak lagi perlu menurunkan material dengan sekop, cukup menekan tombol di dalam kabin mobil. Menurunkan material dengan sekop membutuhkan banyak tenaga dan biasanya memerlukan 2 orang untuk mempercepat prosesnya. Dengan adanya conveyor ini, pekerjaan menjadi lebih cepat dan hanya memerlukan satu orang saja.

REFERENSI

- [1] Firmansyah, R. ,Widyantoro, M. and Paduloh, P.,2023, *Desain Perancangan Belt Conveyor Sebagai Alat Bantu Industri Minuman Dengan Pendekatan Ergonomi*, J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol., Vol. 9, No. 1, pp. 97–107.
- [2] Ilanković, Nikola. and Živanić, D, 2022, *Fundamentals of Conveyor Belts*, Savez inženjera i tehničara tekstilaca Srbije, pp.134-143
- [3] A. Abbas, Abu, and I. A. Darin, 2024, *Rancang Bangun Prototype Konveyor Pasir Adjustable Kapasitas 5 ton/jam*, Strength | J. Penelit. Tek. Mesin, Vol. 1, No. 1, pp. 207–217.
- [4] Bajda, M. , Hardygóra, M. , and Marasová, D.,2022, *Energy Efficiency of Conveyor Belts in Raw Materials Industry*, Energies, Vol. 15, No. 9, pp. 1–6.
- [5] Siahaan, I. H. , Jonoadji, N., and Chandra, A., 2022, *Pemanfaatan Roller dan Belt Conveyor pada Pembuatan Prototipe Mesin untuk Proses Sortasi Telur*, J. Tek. Mesin, Vol. 19, No. 2, pp. 40–44.
- [6] Zhao, L. and Lin, Y., 2011, *Typical failure analysis and processing of belt conveyor*, Procedia Eng., Vol. 26, pp. 942–946.
- [7] Rachmadtul, R., 2023, *Perhitungan Daya Motor Dan Sabuk Pada Mesin Konveyor Pengangkutan Boring di PT BioliLestari*, J. Tek. Mesin, vol. 1, no. 1, pp. 337–387.
- [8] Cahyadi D. and Gilang Febri Azis, 2015, *Perancangan Belt Conveyor Kapasitas 30 Ton / Jam*, Sintek, Vol. 9, No. 1, pp. 13–17.
- [9] Siahaan, I. H., Vincent, K., and Jonoadji, N., 2021, *Pemanfaatan Sensor Suara sebagai Fitur On/Off Switch pada Engine Starter dan Power Tailgate Kendaraan*, J. Tek. Mesin, Vol. 18, No. 2, pp. 39–43.
- [10] Sigi Syah Wibowo, Abdul Manaf, and Tresna Umar, 2021, *Analisis Pembebanan Belt Conveyor Menggunakan Motor Induksi 3 Fase 1,5 Kw Dan Vsd Sebagai Speed Controller*, J. Tek. Ilmu Dan Apl., Vol. 9, No. 1, pp. 91–96.
- [11] Todkar, S., Ramigr, M., and Tathwade, Jspm. R., 2018, *Design of Belt Conveyor System*, Int. J. Sci. Eng. Technol. Res., Vol. 7, No. 7, pp. 458–462, 2018.
- [12] Siahaan, I. H. Siahaan, Jonoadji.N, and Rumiki, E. B., 2024, *Prototype Ferris Wheel Motorcycles Parking System Sebagai Solusi Kebaruan Inovasi Efisiensi Lahan*, Momentum, Vol. 20, No. April, pp. 49–55.