

Pengembangan Desain *Heavy-Duty Conveyor* untuk Pengangkutan Pasir Resin Furan ke Mesin Penghancur dengan Pendekatan Metode Ulrich

Bimmanda Muhammad Riska¹, Dhika Aditya Purnomo², Fipka Bisono³, Rizal Indrawan^{4*}, Tri Andi Setiawan⁵, Ridhani Anita Fajardini⁶, Widya Emilia Primaningtyas⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Prodi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia

*Corresponding Author: rizal11307@ppns.ac.id

Riwayat Artikel

Diserahkan: 6 November 2025

Direvisi: 17 November 2025

Diterima: 19 November 2025

Dipublikasi: 30 November 2025

Abstrak

Mesin dan sistem pendukung menjadi faktor utama dalam menentukan kapasitas, presisi, serta efektivitas operasi manufaktur. Namun, di beberapa perusahaan proses pengangkutan pasir masih dilakukan menggunakan *forklift*, yang menyebabkan keterlambatan dan menurunkan efisiensi, terutama pada shift kerja malam. Kondisi ini menunjukkan perlu adanya penanganan material yang lebih andal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *conveyor* sebagai solusi *material handling* guna mempermudah pengangkutan pasir yang mengeras menuju mesin *sand crusher*. Rancangan *conveyor* ini disesuaikan dengan tinggi dan dimensi mesin *sand crusher* yang ada di perusahaan, serta dapat dioperasikan tanpa bantuan *forklift*. Hasil rancangan didapatkan hasil konsep desain yang terpilih adalah konsep desain kedua yang memiliki tegangan maksimum 60,729 MPa dengan 6 struktur penopang dan total biaya manufaktur sebesar Rp. 37.923.000.

Kata kunci: Industri manufaktur, efisiensi produksi, *conveyor system*, *sand crusher*

Abstract

Effective machinery and supporting systems significantly influence production capacity, precision, and workflow continuity. In several companies, the lifting of hardened furan sand is still performed using forklifts, leading to delays and reduced efficiency, particularly during night shifts. This condition highlights the need for a more reliable material handling system. This study aims to design a conveyor system capable of transporting hardened sand to the sand crusher machine as an alternative to forklift-based handling. The conveyor is designed to match the height and spatial constraints of the existing sand crusher and can be operated without forklift assistance. The design process includes problem identification, product requirement definition, concept development, and concept evaluation. The results indicate that the second design concept provides the best performance, with a maximum stress of 60.729 MPa, supported by six structural frames, and a total manufacturing cost of Rp 37,923,000. The proposed conveyor system offers a more efficient and practical solution for material handling in sand-processing operations.

Keywords: Manufacturing industry, production efficiency, conveyor system, sand crusher

1. Pendahuluan

Kemajuan sektor industri manufaktur memiliki peran sentral dalam memperkuat daya saing dan keberlanjutan sistem produksi nasional. Industri ini berfungsi sebagai penggerak utama transformasi material mentah menjadi produk bernilai tambah melalui penerapan teknologi, otomasi, dan sistem produksi yang terintegrasi. Dalam konteks persaingan global yang semakin kompetitif, perusahaan manufaktur dituntut untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi proses, serta kualitas produk agar mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan dinamika pasar. Produktivitas menjadi indikator penting yang mencerminkan efektivitas sistem manufaktur dalam mengoptimalkan sumber daya untuk menghasilkan output yang sesuai dengan kebutuhan konsumen [1].

Menghasilkan produk yang efisien, efektif, dan aman menjadi fokus utama dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Mesin memegang peran utama dalam mengatur kapasitas, kecepatan, presisi, dan fleksibilitas produksi [2]. Untuk mempertahankan dan meningkatkan produktivitas produksi, badan usaha harus menyediakan fasilitas yang sesuai dengan perkembangan zaman [3].

Peningkatan produktivitas perusahaan dapat dicapai melalui optimalisasi proses perpindahan material agar tidak terjadi keterlambatan dalam alur produksi. *Material handling* merupakan elemen penting yang menjamin kelancaran proses manufaktur melalui pengelolaan, pemindahan, dan distribusi material secara efisien. Beragam jenis peralatan digunakan sesuai kebutuhan operasional, salah satunya forklift, yang berfungsi memindahkan material berat dengan kapasitas melebihi kemampuan manual operator [4].

Salah satu kegiatan manufaktur yang sangat bergantung pada kelancaran aliran material adalah proses *sand casting*, yaitu teknik pengecoran logam menggunakan cetakan pasir.

Proses ini umumnya memanfaatkan pasir silika (SiO_2) [5]. Dalam proses pengecoran berbasis resin furan, pasir bekas cetakan harus dihancurkan kembali di mesin *sand crusher* sebelum dapat digunakan ulang. Pada banyak industri, tahapan pemindahan pasir mengeras menuju *crusher* masih dilakukan menggunakan forklift sebagai metode utama *material transport*.

Sejumlah perusahaan manufaktur yang melakukan proses pengangkatan pasir untuk proses penghalusan pasir masih mengandalkan metode konvensional, yaitu penggunaan *forklift*. Ketergantungan pada *forklift* menimbulkan sejumlah kendala operasional, seperti keterbatasan jumlah unit, potensi penundaan pada proses produksi [6], serta gangguan pada area lain yang juga membutuhkan *forklift*. Beberapa perusahaan bahkan harus memindahkan proses penghalusan pasir ke *shift* malam guna mengatasi antrean penggunaan *forklift*, sehingga menyebabkan penurunan efisiensi waktu, peningkatan biaya operasional, serta risiko keselamatan operator. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem *material handling* yang diterapkan belum optimal dan memerlukan solusi alternatif yang lebih efisien.

Sistem *conveyor* merupakan perangkat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya dalam suatu proses produksi [7], [8]. Teknologi ini banyak digunakan pada kegiatan industri yang memerlukan pemindahan material. Penerapan sistem *conveyor* mampu meningkatkan kecepatan dan efisiensi proses transportasi material, sehingga menjadi salah satu solusi penting dalam sistem *material handling* dan industri manufaktur [9]. Penerapan *conveyor system* dapat mengoptimalkan aliran material antar proses produksi sekaligus meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja di lingkungan manufaktur.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang sistem *conveyor* yang dapat mempermudah proses pengangkutan pasir yang telah mengeras menuju mesin *sand crusher*. Penggunaan *conveyor* diharapkan mampu mengurangi ketergantungan terhadap *forklift* dalam proses pemindahan material, sekaligus meningkatkan efisiensi kerja di area furan. Perangkat ini dirancang agar dapat dioperasikan oleh dua orang operator tanpa memerlukan bantuan *forklift*, sehingga mempercepat alur kerja dan menurunkan beban operasional. Selain itu, rancangan *conveyor* disesuaikan dengan tinggi mesin *sand crusher* serta dimensi ruang kerja perusahaan untuk memastikan kesesuaian dan keamanan dalam proses operasional.

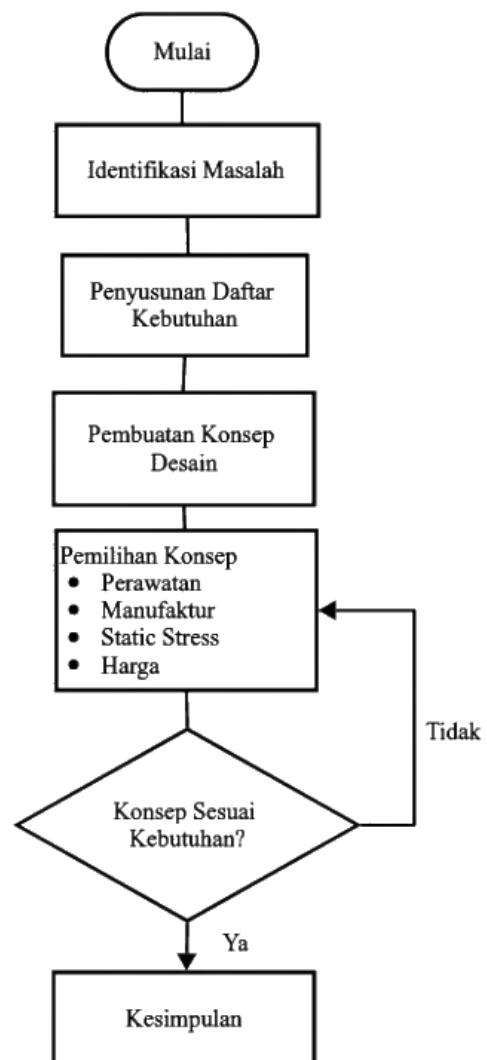
Dilain sisi perusahaan manufaktur perlu mempertimbangkan berbagai kriteria desain sejak tahap paling awal agar produk yang dihasilkan dapat berhasil di pasaran. Dalam kondisi tersebut, evaluasi konsep desain pada fase awal pengembangan produk memegang peranan yang sangat penting karena keputusan yang diambil pada tahap ini akan memberikan dampak besar terhadap proses-proses berikutnya. Evaluasi konsep desain yang dilakukan dengan tepat dapat memastikan terpenuhinya kebutuhan pelanggan dan menghasilkan produk yang mampu memberikan kepuasan bagi pengguna [10].

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya merancang sistem *conveyor* sebagai solusi pengganti *forklift*, tetapi juga menerapkan pendekatan desain yang lebih terstruktur melalui evaluasi konsep sejak tahap awal. Penelitian ini bertujuan menghasilkan desain *conveyor* yang lebih efisien, aman, dan aplikatif untuk industri manufaktur khususnya sektor industri pengecoran.

2. Metode

Dalam penelitian ini, proses perancangan dilakukan dengan mengacu pada metode Ulrich & Eppinger, yang menekankan pentingnya

pendekatan sistematis dan terstruktur dalam pengembangan produk. Proses perancangan diawali dengan identifikasi permasalahan melalui kegiatan observasi, analisis, serta pemetaan permasalahan yang muncul di lapangan [11], [12]. Selanjutnya menyusun daftar kebutuhan produk, penetapan spesifikasi produk, serta pengembangan konsep desain alat yang memiliki kinerja optimal dan efisiensi tinggi. Setelah pengembangan konsep desain dilanjutkan pemilihan konsep desain yang sesuai dengan kebutuhan serta spesifikasi yang ditentukan [12]. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram alir

Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan. Berdasarkan studi lapangan yang

telah dilakukan, ditemukan permasalahan terkait dengan kebutuhan alat untuk mengangkat pasir resin menggunakan *forklift*, yang mengakibatkan ketidakefisienan dalam proses pengisian pasir resin ke dalam sand crusher.

Penyusunan daftar kebutuhan produk

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan daftar kebutuhan untuk mendapatkan spesifikasi produk yang diharapkan, yang akan menjadi dasar dalam perancangan dan pengembangan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang telah ditetapkan.

Pembuatan Konsep Desain

Pembuatan konsep desain. Pada tahap ini, dibuat lebih dari satu konsep desain untuk memberikan lebih banyak pilihan dalam menentukan konsep yang terbaik.

Pemilihan Konsep Desain

Pada tahap ini, merupakan langkah akhir dalam pemilihan konsep desain, dimana konsep yang paling sesuai akan dipilih berdasarkan kriteria yang ditentukan. Kriteria dalam pemilihan

konsep ini meliputi perawatan, proses manufaktur, biaya, dan kekuatan struktur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penyusunan daftar kebutuhan

Penyusunan daftar kebutuhan merupakan tahap awal dalam pengumpulan informasi, yang diperoleh melalui analisis produk sejenis di pasaran serta wawancara dengan *stake holder* perusahaan. Penyusunan daftar kebutuhan ini dilakukan agar dapat menentukan spesifikasi produk yang diharapkan oleh customer yaitu perusahaan penyelenggara alat tersebut. Penyusunan daftar kebutuhan ini diharapkan dapat menyempurnakan produk yang akan dibuat nantinya, sehingga dapat dinyatakan daftar identifikasi kebutuhan dalam perencanaan *heavy duty conveyor* sebagai alat bantu mengangkut pasir resin untuk kebutuhan produksi. Tabel 1 menunjukkan daftar kebutuhan produk yang memenuhi kebutuhan pengguna atau *customer*.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan			
Aspek	S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
Manufaktur	S	Struktur dapat dimanufaktur	Tim Manufaktur
	S	Perawatan komponen dapat dilakukan sendiri tanpa membutuhkan tenaga ahli	
	H	Komponen mudah ditemukan	
Kekuatan	S	Struktur conveyor dapat mengangkut pasir resin dengan kapasitas yang telah ditetapkan	Tim Desain dan Manufaktur
Biaya	S	Biaya terjangkau	Tim Desain

Berdasarkan Tabel 1, S adalah syarat dan H adalah harapan. Daftar kebutuhan yang diperlukan oleh *customer* yaitu *stake holder* atau pihak perusahaan adalah struktur *conveyor* aman, dapat meningkatkan efisiensi kerja, dengan biaya produksi yang terjangkau serta proses manufaktur dan perawatan yang mudah.

3.2. Pembuatan Konsep Desain

Berdasarkan daftar kebutuhan yang diperlukan, langkah berikutnya adalah

pembuatan konsep desain. pada tahapan ini memerlukan setidaknya 3 konsep desain. Semakin banyak konsep desain maka lebih banyak referensi konsep desain pembanding sehingga peluang untuk mendapatkan desain terbaik lebih besar. Pada penelitian dikembangkan 3 konsep desain dan akan 1 konsep yang terbaik sesuai aspek kriteria pemilihan konsep.

Konsep desain pertama memiliki 5 struktur penopang seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Profil yang digunakan adalah profil *hollow* yang memiliki dimensi 75 mm × 75 mm × 4 mm dan UNP. Belt dari conveyor ini menggunakan jenis *chevron belt* dengan tebal 12 mm. Jenis *pillow block* yang digunakan yaitu UFCB 206, dan menggunakan 2 buah *idler* berukuran 100 mm dengan panjang 800 mm, terdapat 8 *return idler* yang berguna untuk membawa belt balik tanpa membawa material. Terdapat plat untuk menopang material yang diangkut.

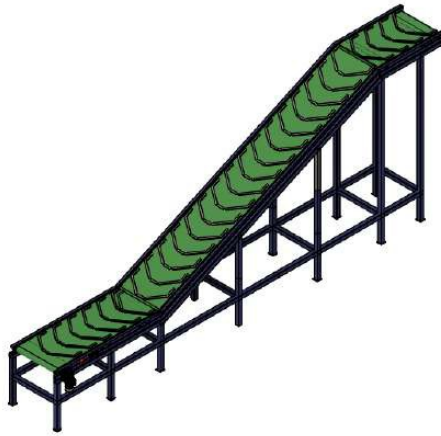
Konsep desain kedua ditunjukkan pada Gambar 2. Profil pada konsep kedua menggunakan profil *hollow* dengan dimensi 75 × 75 × 4 mm. *Belt* dari *conveyor* ini menggunakan jenis *chevron belt* dengan tebal 12 mm. Jenis *pillow block* yang digunakan yaitu UFCB 206, dan menggunakan 2 buah *idler* berukuran 100 mm dengan panjang 800 mm, terdapat 8 *return idler* yang berguna untuk membawa belt balik tanpa membawa material. Terdapat plat untuk menopang material yang diangkut. Konsep desain ini mempunyai 6 struktur penopang.



Gambar 1. Konsep Desain 1



Gambar 2. Konsep Desain 2



Gambar 3. Konsep Desain 3

Pada konsep desain ketiga ini profil menggunakan profil hollow dengan dimensi $75 \times 75 \times 4$ mm. *Belt* dari *conveyor* ini menggunakan jenis chevron belt dengan tebal 12 mm. Jenis *pillow block* yang digunakan yaitu UFCB 206, dan menggunakan 2 buah *idler* berukuran 100 mm dengan panjang 800 mm, terdapat 8 *return idler* yang berguna untuk membawa *belt* balik tanpa membawa material. Terdapat plat untuk menopang material yang diangkut. Konsep desain ini mempunyai 7 struktur penopang

3.3. Pemilihan Konsep Desain

Dalam pembuatan suatu mesin membutuhkan suatu konsep yang akan dipilih berdasarkan daftar kebutuhan yang telah ada. Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan konsep untuk menentukan desain terbaik, beberapa kriteria pemilihan konsep perancangan *conveyor* untuk mengangkut pasir resin adalah perawatan, manufaktur, kekuatan, dan total biaya produk. Penjelasan untuk masing-masing kriteria adalah sebagai berikut:

1. Perawatan

Perawatan adalah sekumpulan kegiatan yang dilakukan untuk memelihara, memperbaiki, serta memastikan bahwa suatu mesin atau sistem tetap dalam kondisi baik dan dapat beroperasi secara optimal [13]. Perawatan merupakan faktor penting dalam proses pemilihan konsep, karena berkaitan dengan upaya menjaga agar

alat tetap berfungsi secara optimal sesuai kebutuhan. Kemudahan dalam melakukan perawatan akan menjadi salah satu pertimbangan utama dalam pemilihan konsep desain.

Tabel 2 menyajikan langkah perawatan dari masing-masing konsep serta penilaian bobot pada masing-masing konsep. Berdasarkan Tabel 2 semakin tinggi, semakin mudah perawatan produknya. Skor total ini digunakan sebagai panduan evaluasi dalam matriks untuk memilih konsep desain.

2. Manufaktur

Pemilihan konsep desain dalam aspek manufaktur bertujuan untuk membandingkan proses manufaktur pada ketiga konsep yang telah dibuat, dengan tujuan memilih konsep yang paling mudah untuk dimanufaktur. Kompleksitas proses manufaktur yang rendah dapat menurunkan biaya sehingga semakin sedikit proses yang diperlukan maka semakin baik [14], [15].

Berdasarkan Tabel 3, evaluasi *manufacturability* dilakukan untuk menentukan konsep desain yang paling mudah diproduksi. Semakin tinggi nilai menunjukkan bahwa proses manufaktur yang diperlukan lebih sedikit. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Konsep desain 1 memiliki nilai tertinggi (5), yang berarti memerlukan proses manufaktur paling sedikit, sehingga menjadi konsep paling efisien dari sudut pandang produksi. Konsep desain 2

memiliki nilai 4, menunjukkan tingkat kemudahan manufaktur yang cukup baik namun memerlukan beberapa proses tambahan dibanding desain 1. Sementara itu, konsep desain 3 memiliki nilai 3, yang menunjukkan

bahwa desain ini memerlukan proses manufaktur paling banyak karena kompleksitas desain lebih tinggi dari konsep 1 dan 2.

Tabel 2. Penilaian Perawatan

Aspek	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Langkah Perawatan	a. Pengecekan rangka conveyor secara teratur (mudah) b. Pemeriksaan motor conveyor pada unit penggerak (mudah) c. Pemeriksaan bantalan head pulley dan tail pulley seperti sistem pelumasan (mudah) d. Pemeriksaan sabuk untuk memsadikan tetap kencang dan lurus (sulit) e. Pengecekan kondisi roller untuk memastikan tetap bersih (mudah) f. Pemeriksaan bantalan return idler pada pelumasan (mudah)	a. Pengecekan rangka conveyor secara teratur (sulit) b. Pemeriksaan motor conveyor pada unit penggerak (mudah) c. Pemeriksaan bantalan head pulley dan tail pulley seperti sistem pelumasan (mudah) d. Pemeriksaan sabuk untuk memsadikan tetap kencang dan lurus (sulit) e. Pengecekan kondisi roller untuk memastikan tetap bersih (mudah) f. Pemeriksaan bantalan return idler pada pelumasan (mudah)	a. Pengecekan rangka conveyor secara teratur (sulit) b. Pemeriksaan motor conveyor pada unit penggerak (mudah) c. Pemeriksaan bantalan head pulley dan tail pulley seperti sistem pelumasan (sulit) d. Pemeriksaan sabuk untuk memsadikan tetap kencang dan lurus (sulit) e. Pengecekan kondisi roller untuk memastikan tetap bersih (mudah) f. Pemeriksaan bantalan return idler pada pelumasan (mudah)
Total perawatan	7	7	7
Nilai	4	3	2

Tabel 3. Proses Manufaktur

Proses Manufaktur	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Cutting	41 Bagian	50 Bagian	55 Bagian
Drilling	24 titik	24 titik	24 titik
Bubut	140 mm	140 mm	140 mm
Welding	62 bagian	78 bagian	84 bagian
Nilai	5	4	3

3. Kekuatan

Analisa *static structural* ini akan menunjukan respon 3D model terhadap beban struktur dan kendala dalam keadaan diam. Nilai hasil simulasi terhadap kekuatan struktur secara statik dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai tegangan maksimum konsep desain 1, 2, 3 secara berturut-turut adalah 65,592 Mpa, 60,729 Mpa, dan 55,759 Mpa. Nilai tegangan tersebut tidak

melebihi batas kekuatan luluh (*yield strength*) yaitu 250 Mpa [16].

Hasil simulasi tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu tentang desain kerangka mesin dan komponen struktural. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi masih jauh di bawah tegangan luluh material, menunjukkan bahwa desain masih dalam batas aman [16].

Perbandingan antara tegangan maksimum dan kekuatan luluh material menunjukkan bahwa seluruh desain masih berada dalam batas aman, sehingga struktur mampu menahan beban operasional tanpa mengalami deformasi permanen. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar analisis kekuatan material, di mana suatu komponen dinyatakan aman apabila tegangan kerja berada di bawah nilai *yield strength* dengan mempertimbangkan faktor keamanan yang sesuai [17].

Hasil simulasi tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu tentang desain kerangka mesin dan komponen struktural. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi masih jauh di bawah tegangan luluh material, menunjukkan bahwa desain masih dalam batas aman [16].

Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa komponen konveyor mampu beroperasi secara berkelanjutan dalam kondisi pembebanan berulang pada lingkungan industri pengecoran.

4. Total biaya produk

Dalam pendekatan desain berbasis biaya (*cost-driven design*), setiap alternatif desain dievaluasi tidak hanya dari aspek teknis tetapi juga dari implikasi biaya yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, estimasi biaya dilakukan sejak tahap konseptual untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, namun juga memberikan efisiensi ekonomi yang optimal [18].

Total biaya produk merupakan akumulasi seluruh biaya yang diperlukan untuk memproduksi konveyor. Perencanaan biaya dilakukan untuk setiap alternatif desain yang dipertimbangkan. Anggaran biaya ini menjadi faktor penting dalam menentukan desain yang paling efisien dari segi biaya produksi. Untuk menentukan perkiraan harga dari *conveyor* pengangkut resin ini diperlukan analisis perhitungan biaya produksi yang mencakup biaya pembelian bahan baku, biaya pembelian komponen pendukung, dan biaya manufaktur.

Tabel 5 menunjukkan estimasi biaya untuk pembuatan produk. Konsep desain 3 memiliki total biaya paling besar yaitu Rp. 39.747.000, sedangkan konsep desain 2 dengan total biaya Rp. 37.923.000 dan total biaya paling rendah adalah konsep desain 1 yaitu Rp. 21.296.000.

Biaya yang lebih besar pada konsep 3 disebabkan oleh kompleksitas desain yang lebih tinggi. Sedangkan konsep desain 1 memiliki harga yang rendah dengan desain yang lebih sederhana sehingga menekan biaya secara signifikan.

3.4. Penetapan Konsep Desain

Pada tahap ini dilakukan pemilihan satu konsep desain terbaik berdasarkan kriteria pemilihan yang telah ditentukan [19]. Konsep desain terpilih kemudian akan dijadikan suatu mesin yang diharapkan dapat membantu proses pengangkutan pasir resin agar lebih efisien.

Tabel 6 menunjukkan kriteria seleksi dan pemilihan konsep. Masing-masing kriteria memiliki bobot penilaiannya. Kriteria perawatan sebesar 10%, manufaktur 20%, kekuatan struktur 30%, dan biaya 40%.

Nilai 3 merupakan nilai untuk produk eksisting atau produk referensi. Skor 5 menunjukkan bahwa desain baru memiliki kualitas konsep yang lebih baik dibandingkan konsep referensi, sedangkan skor 1 menunjukkan bahwa desain baru memiliki kualitas konsep yang lebih rendah daripada konsep referensi [20].

Gambar 4 menunjukkan grafik perbedaan skor untuk masing-masing konsep. Berdasarkan perbandingan skor, konsep 2 merupakan alternatif desain yang paling optimal karena menawarkan kombinasi terbaik antara kekuatan, kemudahan manufaktur, efisiensi biaya, serta perawatan yang dapat dilakukan. Berdasarkan Tabel 7, matriks penilaian konsep menunjukkan bahwa konsep desain 2 unggul dengan nilai absolut 28,07% dan nilai relatif 27,34%. Hasil ini mendukung keputusan pemilihan konsep 2

sebagai desain yang paling layak untuk diimplementasikan.

Tabel 4. Kekuatan

Aspek	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Tegangan	65,592 Mpa	60,729 Mpa	55,759 Mpa

Tabel 5. Perhitungan total biaya

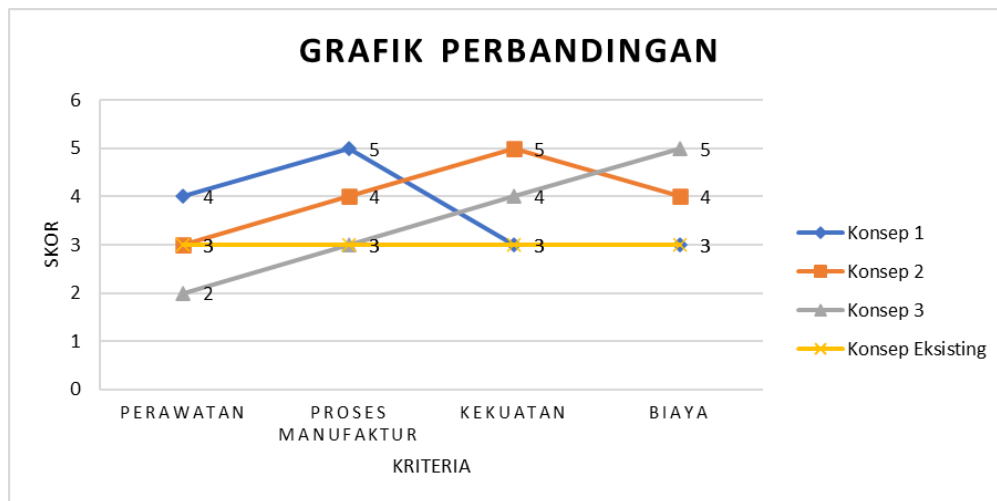
Aspek	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Biaya bahan baku	Rp. 11.829.000	Rp. 13.179.000	Rp. 14.829.000
Biaya komponen	Rp.13.258.000	Rp.15.318.000	Rp. 15.548.000
Biaya manufaktur	Rp. 8.142.000	Rp. 9.426.000	Rp. 9.870.000
Total biaya	Rp. 21.296.000	Rp. 37.923.000	Rp. 39.747.000

Tabel 6. Kriteria Seleksi dan Pemilihan Konsep

Kriteria	Bobot	Penilaian
Perawatan	10%	Bobot 10% diberikan karena kriteria perawatan menjadi salah satu aspek kriteria yang dipertimbangkan yaitu perawatan mudah dan jika terdapat part yang rusak mudah dapat diperbaiki
Manufaktur	20%	Bobot 20% diberikan karena kriteria manufaktur menjadi salah satu kriteria yang dipertimbangkan karena semakin mudah proses manufaktur mesin maka semakin cepat jadi
Kekuatan Struktur	30%	Bobot 30% diberikan karena kriteria kekuatan struktur rangka menjadi salah satu aspek yang dipertimbangkan yaitu semakin aman strukturnya semakin aman untuk pekerja
Harga	40%	Bobot 40% diberikan karena aspek biaya menjadi salah satu aspek kriteria yang dipertimbangkan yaitu biaya pembuatan lebih murah namun tetap mempertimbangkan aspek perawatan, manufaktur, dan kekuatan struktur.

Tabel 7. Matriks penilaian konsep

Matrik Penilaian Konsep									
Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Existing	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Perawatan	10%	4	0.4	3	0.3	2	0.2	3	0.3
Manufaktur	20%	5	1	4	0.8	3	0.6	3	0.6
Analisis struktur	30%	3	0.9	5	1.5	4	1.2	3	0.9
Harga	40%	3	1.2	4	1.6	5	2	3	1.2
Nilai Absolut		15	15	3.5	16	4.2	14	4	12
Nilai Relatif		26.32	26.32%	23.81%	28.07%	28.57%	24.56%	27.21%	21.05%
Ranking		2		1		3		4	



Gambar 4. Grafik perbandingan antar konsep desain

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, telah dikembangkan tiga konsep perancangan *heavy-duty conveyor* untuk proses pengangkutan pasir resin furan menuju mesin *sand crusher*. Melalui evaluasi menyeluruh yang mencakup aspek kekuatan struktur, kemudahan manufaktur, proses perawatan, dan estimasi biaya produksi, konsep desain kedua ditetapkan sebagai alternatif terbaik. Konsep ini menunjukkan performa struktural yang baik dengan tegangan maksimum sebesar 60,729 MPa, didukung oleh enam struktur penopang, serta menawarkan efisiensi biaya dengan total estimasi manufaktur sebesar Rp 37.923.000.

Daftar Pustaka

- [1] G. S. Rawat, A. Gupta, and C. Juneja, "Productivity Measurement of Manufacturing System," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2018, pp. 1483–1489. doi: 10.1016/j.matpr.2017.11.237.
- [2] K. Höse, A. Amaral, U. Götze, and P. Peças, "Manufacturing Flexibility through Industry 4.0 Technological Concepts—Impact and Assessment," *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 24, no. 2, pp. 271–289, Jun. 2023, doi: 10.1007/s40171-023-00339-y.
- [3] Y. T. Ic, M. Yurdakul, B. Dengiz, and T. Sasmaz, "Investigation of the Importance of Machine Sequence Flexibility on A Flexible Manufacturing System Performance," *Gazi University Journal of Science*, vol. 36, no. 2, pp. 735–750, Jun. 2023, doi: 10.35378/gujs.883367.
- [4] M. D. Asshiddiqie and R. Purwaningsih, "ANALISIS EFEKTIVITAS KINERJA MESIN FORKLIFT TCM MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN SIX BIG LOSSES UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PERGUDANGAN PADA PROSES BONGKAR MUAT (PT. KRAKATAU ARGO LOGISTICS)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 2, 2025.
- [5] C. Sithole, K. Nyembwe, and P. Olubambi, "Process knowledge for improving quality in sand casting foundries: A literature review," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2019, pp. 356–360. doi: 10.1016/j.promfg.2019.05.052.
- [6] F. Chiscop, E. S. Jitaru, C.-C. Cazacu, C. L. Popa, L. F. Parpala, and C. E. Cotet, "Enhancing Production Line Station Efficiency and Performance via Dynamic Modelling Techniques," *Processes*, vol. 13, no. 10, p. 3176, Oct. 2025, doi: 10.3390/pr13103176.

- [7] M. Rahayu, A. Paksi Imami, and I. D. Putri, "Design of rolled conveyor using rational product development method," 2019.
- [8] R. Aosoby, T. Rusianto, and J. Waluyo, "Perancangan Belt Conveyor sebagai Pengangkut Batubara dengan Kapasitas 2700 Ton/Jam," 2016.
- [9] V. Navaneethan, "Study of Advance Manufacturing Through Power and Free Conveyor System." [Online]. Available: www.ijert.org
- [10] L. Y. Zhai, L. P. Khoo, and Z. W. Zhong, "Design concept evaluation in product development using rough sets and grey relation analysis," *Expert Syst Appl*, vol. 36, no. 3 PART 2, pp. 7072–7079, 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2008.08.068.
- [11] R. Z. Radin Umar, N. Ahmad, I. Halim, P. Y. Lee, and M. Hamid, "Design and Development of an Ergonomic Trolley-Lifter for Sheet Metal Handling Task: A Preliminary Study," *Saf Health Work*, vol. 10, no. 3, pp. 327–335, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.shaw.2019.06.006.
- [12] S. D. Eppinger and K. Ulrich, *Product design and development*, 7th ed. New York: McGraw-Hill New York, 2020.
- [13] B. Waskito, H. Abdillah, and A. Dwiyanto, "Analisis Perawatan Mesin Belt Conveyor di PT. X," *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, vol. 5, no. 1, 2025.
- [14] C. Favi, M. Germani, and M. Mandolini, "A Multi-objective Design Approach to Include Material, Manufacturing and Assembly Costs in the Early Design Phase," in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2016, pp. 251–256. doi: 10.1016/j.procir.2016.07.043.
- [15] G. Formentini, N. Boix Rodríguez, and C. Favi, "Design for manufacturing and assembly methods in the product development process of mechanical products: a systematic literature review," Jun. 01, 2022, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1007/s00170-022-08837-6.
- [16] I. Makhbulloh Ilyasa et al., "Analisis Kekuatan Struktur pada Desain Traction Rod Kereta Api Lokomotif dengan Metode Finite Element Analysis (FEA) 1)," 2024.
- [17] R. G. Budynas and J. K. Nisbett, *Shigley's mechanical engineering design*, vol. 9. McGraw-Hill New York, 2011.
- [18] K. G. Durga Prasad, K. Venkata Subbaiah, and K. Narayana Rao, "Multi-objective optimization approach for cost management during product design at the conceptual phase," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 10, no. 1, Apr. 2014, doi: 10.1007/s40092-014-0048-8.
- [19] G. Pahl and W. Beitz, *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [20] R. Indrawan et al., "Pemilihan Konsep Desain Mesin Pengayak Limbah Sandblasting pada Galangan Kapal Dengan Metode Ulrich," in *Seminar MASTER PPNS*, 2025, pp. 134–144.