

Usulan Rancangan *Material Handling Floor Handtruck* Menggunakan Metode *Verein Deutsche Ingenieur 2222* di Cv New Bmk

Virda Millianawati, Hendro Prasetyo, Sri Suci Yuniar

Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: virdaa.m7@gmail.com

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Manufaktur adalah proses pengolahan bahan baku menjadi sebuah produk yang memiliki nilai ekonomis. CV. New BMK merupakan salah satu usaha industri manufaktur yang bergerak di bidang konveksi. Dalam proses pemindahan produknya, CV. New BMK ini menggunakan bantuan material handling berupa trolley lipat, yang memiliki keterbatasan dalam proses pemindahan produknya karena ukuran alasnya yang kecil sehingga hanya mampu mengangkut 30 pcs, selain itu material handling yang digunakan pun tidak sesuai dengan fungsinya, dikarenakan trolley lipat yang digunakan adalah trolley lipat untuk koper. Produk yang sedang dipindahkan oleh trolley lipat sering terjatuh dikarenakan minim penghalang pada material handling-nya. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perancangan material handling yang tepat guna untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Material handling yang dirancang adalah floor handtruck, dikarenakan floor handtruck memiliki ukuran yang besar dan diberikan pagar penghalang untuk mencegah produk terjatuh saat ditumpuk. Proses perancangan material handling floor handtruck ini menggunakan metode Verein Deutsche Ingenieur 2222 (VDI 2222). Metode Verein Deutsche Ingenieur 2222 (VDI 2222) adalah sebuah perancangan yang diciptakan oleh persatuan insinyur Jerman dimana metode ini merencanakan suatu konsep dengan spesifik hingga menghasilkan sebuah konsep gambar yang detail.

Kata kunci: *Verein Deutsche Ingenieur 2222, material handling, perancangan.*

ABSTRACT

Manufacturing is the process of processing raw materials into a product that has economic value. CV. New BMK is one of the manufacturing industry businesses engaged in the convection sector. In the process of transferring its products, CV. New BMK uses material handling a folding trolley, which has limitations in the process of moving its product due to the small of the base so that is only able to transport 30 pcs, besides that the material handling used is not in accordance with its function, because the folding trolley used is a folding trolley for suitcases. Products that are being moved by folding trolley often fail due to the lack of obstacles in the material handling. Therefore, companies need to design

appropriate material handling to increase company productivity. The material handling designed is a floor handtruck, because the floor handtruck has a large size and is provided

with a barrier fence to prevent the product from falling when stacked. The process of designing this material handling floor handtruck uses the Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (VDI 2222) method. The Verein Deutsche Kerenieuer 2222 (VDI 2222) method is a design created by the German engineer association where this method plans a specific concept to produce a detailed concept drawing.

Keywords: *Verein Deutsche Ingenieuer 2222, material handling, design.*

1. PENDAHULUAN

Manufaktur adalah proses pengolahan bahan baku menjadi sebuah produk yang memiliki nilai ekonomis (**Supriyanto, 2013**). Dalam dunia manufaktur, seringkali ditemui alat bantu atau *material handling*. *Material handling* menurut **Rochman, dkk (2010)** adalah sebuah penanganan material dalam segi jumlah yang tepat, tempat yang cocok, waktu yang tepat, posisi yang benar, urutan yang sesuai, biaya yang murah, dan metode yang benar. Karakteristik material yang akan diangkut oleh *material handling* dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat fisik, ukuran, berat, bentuk, kondisi, dan resiko keamanan (**Rochman, dkk, 2010**).

CV. New BMK merupakan salah satu usaha industri manufaktur yang bergerak di bidang konveksi. Jenis produk yang dihasilkan oleh CV. New BMK yaitu seragam, kemeja, kaos, dan jaket. Dalam proses pemindahan produknya, CV. New BMK ini menggunakan bantuan *material handling* berupa *trolley* lipat. *Material handling trolley* lipat yang digunakan memiliki keterbatasan dalam proses pemindahan produknya. Keterbatasan ini dikarenakan oleh faktor ukuran *material handling* yang kecil sehingga produk yang dapat diangkut hanya sedikit dan produk yang sedang dipindahkan pun sering terjatuh saat ditumpuk karena minim penghalang. *Material handling* yang digunakan pun tidak sesuai dengan fungsinya, karena *material handling* yang digunakan adalah *trolley* lipat untuk koper.

Berdasarkan permasalahan tersebut, CV. New BMK disarankan untuk membuat sebuah rancangan *material handling* yang dapat menunjang proses pemindahan barang dengan kapasitas yang lebih banyak dari sebelumnya. Pembuatan rancangan *material handling floor handtruck* ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (VDI 2222)*. Metode ini merupakan metode perancangan sistematis yang dapat mengoptimalkan produktivitas (**Setepu, dkk, 2018**).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Identifikasi Masalah

CV. New BMK merupakan salah satu usaha industri manufaktur yang bergerak di bidang konveksi. Dalam proses pemindahan produknya, CV. New BMK menggunakan bantuan *material handling* berupa *trolley* lipat, yang mana *material handling* ini memiliki keterbatasan dalam proses pemindahan produk. Keterbatasan ini dikarenakan ukuran alat yang kecil dan kapasitas yang dapat diangkut terbatas. *Trolley* lipat yang digunakan pun tidak sesuai dengan fungsinya. Pada sisi lain, tingkat pemesanan di CV. New BMK ini dapat dikatakan cukup tinggi. Tingginya pemesanan dengan keterbatasan *material handlin*

yang dipakai, mengakibatkan tingkat keefisienan *material handling* ini rendah. Permasalahan ini menyarankan CV. New BMK untuk membuat suatu rancangan *material handling* yang tepat guna sehingga dapat menunjang proses pemindahan barang.

2.2. Studi Literatur

Studi literatur berisikan teori-teori yang mendukung untuk membuat perancangan *material handling*. Pada studi literatur juga berisi informasi yang membantu pada saat proses perancangan *material handling*. Teori-teori tersebut adalah tentang metode perancangan *Verein Deutsche Ingenieuer 2222*, beban *material handling* berdasarkan tegangan ijin dan tegangan terjadi, *computer aided design* (CAD), *Mastercam*, *assembly chart*, ekonomi gerakan, dan teori yang membahas tentang *material handling* dimulai dari pengertian, prinsip-prinsip *material handling*, pertimbangan perancangan *material handling*, dan jenis-jenis peralatan *material handling*.

2.3. Penentuan Metode

Penentuan metode untuk membuat rancangan *material handling* dapat menggunakan beberapa metode. Metode yang dibandingkan yaitu *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI) dan *Quality Function Deployment* (QFD). Metode *Verein Deutsche Ingenieuer* yang dibandingkan terbagi menjadi dua yaitu *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* dan *Verein Deutsche Ingenieuer 2221*. Metode yang terpilih untuk digunakan adalah metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222). Metode ini merupakan diciptakan oleh persatuan insinyur Jerman dimana metode ini merencanakan suatu konsep dengan spesifik hingga menghasilkan sebuah konsep gambar yang detail.

2.4 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data ini dilakukan secara langsung dengan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan. Data yang didapatkan akan menjadi sebuah *input* untuk melakukan proses membuat konsep dan perancangan *material handling*. Data yang dibutuhkan yaitu kondisi *material handling* saat ini dan kelayakannya dan identifikasi produk dan jumlah kapasitas yang diangkut oleh *material handling* yang digunakan saat ini oleh perusahaan.

2.5 Konsep *Material Handling*

Konsep *material handling* yang dibuat harus memperhatikan daftar tuntutan yang diinginkan perusahaan dan membuat konsep gambar *material handling* secara kasar. Konsep gambaran secara kasar ini menggunakan bantuan *computer aided design* (CAD) yaitu *solidworks*. Konsep *material handling* yang digambar menggunakan metode yang telah terpilih yaitu *Verein Deutsche Ingenieuer 2222*, sehingga harus menggambarkan konsep *material handling* yang detail. Ukuran yang dibuat pada konsep perancangan *material handling floor handtruck* menggunakan data antropometri untuk mengakomodasi 95% populasi laki-laki.

2.6 Perancangan *Material Handling*

Proses perancangan *material handling* ini dilakukan berdasarkan hasil pengumpulan data dan pembuatan konsep yang sudah dibuat. Perancangan *material handling* berisikan desain *material handling* menggunakan *computer aided design* (CAD) dan proses perakitan komponen *material handling* yang sudah dirancang.

2.7 Penyelesaian Perhitungan Waktu dan Biaya *Material Handling*

Proses ini melakukan perhitungan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan *material handling* yang telah dirancang. Perhitungan ini terdiri dari perhitungan waktu

pemindahan, perhitungan biaya material, biaya fabrikasi, dan biaya pemindahan. Berikut merupakan rumus dari biaya pemindahan menurut **Hoffman (2004)**.

a. Laju Produksi

$$S = t_{loading} + t_{unloading} + t_{perpindahan} \quad (3.1)$$

$$Ph = \frac{1}{s} \quad (3.2)$$

Keterangan:

S = Waktu yang digunakan dalam memproduksi satu unit benda (jam)

Ph = Banyaknya benda kerja yang diproduksi dalam satu jam (unit/jam)

b. Lot Size

$$LS = \frac{8 \text{ jam kerja}}{s} \times 240 \text{ hari kerja} \quad (3.3)$$

Keterangan:

LS = Lot size (unit/tahun)

c. Biaya Tenaga Kerja

$$L = \frac{LS}{Ph} \times w \quad (3.4)$$

Keterangan:

L = Biaya tenaga kerja (Rp/tahun)

w = Upah (Rp)

d. Biaya yang Dikeluarkan

$$Cp_1 = \frac{TC_1 + L}{LS} \quad (3.5)$$

$$Cp_2 = \frac{TC_2 + L}{LS} \quad (3.6)$$

Keterangan:

Cp_1 = Cost per part menggunakan *material handling* saat ini (Rp/unit)

Cp_2 = Cost per part menggunakan *material handling* perancangan (Rp/unit)

TC_1 = Tool cost *material handling* saat ini (Rp)

TC_2 = Tool cost *material handling* perancangan (Rp)

e. Penghematan yang Diperoleh

$$TS = (LS \times (Cp_1 - Cp_2)) - TC_2 \quad (3.7)$$

Keterangan:

TS = Total penghematan (Rp)

f. Break Event Point (BEP)

$$BEP = \frac{TC_2}{|Cp_1 - Cp_2|} \quad (3.8)$$

Keterangan:

BEP = Titik impas (unit)

2.8 Hasil Rancangan *Material Handling*

Output yang dihasilkan yaitu berupa rancangan *material handling* untuk perusahaan. Rancangan *material handling* ini dibuat berdasarkan masalah yang ada di perusahaan dan telah memperhitungkan biaya yang dibutuhkan.

2.9 Analisis

Analisis perbandingan kapasitas *material handling* yang ada di perusahaan saat ini dengan *material handling* yang telah dirancang. Analisis yang dilakukan yaitu analisis perbandingan kapasitas *material handling* berdasarkan ukurannya, analisis daftar tuntutan perancangan *material handling*, analisis pembuatan biaya, dan analisis biaya pemindahan menggunakan *material handling*.

2.10 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini mengambil kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan sebuah saran kepada perusahaan. Saran yang diberikan diharapkan mampu untuk membantu perusahaan dalam mengambil keputusan dalam menyelesaikan permasalahannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mengidentifikasi Kondisi *Material Handling* Saat Ini dan Kelayakannya

Material handling yang digunakan oleh perusahaan saat ini yaitu *trolley* lipat. *Material handling trolley lipat* yang digunakan terbuat dari bahan besi dengan ukuran panjang 34 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 80 cm. Ukuran diameter roda pada *trolley* lipat sebesar 8 cm yang terbuat dari bahan karet. Kapasitas beban yang dapat ditampung oleh *trolley* lipat ini sebesar 25 kg dengan berat *trolley* hampir 3 kg. Pada bagian depan *trolley* lipat terdapat komponen yang dapat menumpu ketika *trolley* lipat dalam keadaan tegak.

Material handling trolley lipat ini hanya dapat mengangkut 30 pcs kemeja PDL dalam 1 kali pengangkutan dikarenakan ukurannya yang kecil, selain itu pada saat produk ditumpuk sering terjatuh karena minim penghalang. *Trolley* lipat yang digunakan oleh perusahaan tidak sesuai dengan fungsinya, dikarenakan *trolley* lipat yang digunakan adalah untuk mengangkut koper. Berikut merupakan gambar dari *material handling trolley* lipat di perusahaan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 *Trolley* Lipat

3.2 Mengidentifikasi Produk dan Jumlah Kapasitas yang Diangkut

Produk yang diidentifikasi pada saat penelitian yaitu kemeja PDL karena memiliki tingkat pemesanan yang tinggi dibandingkan produk yang lain. Jumlah kapasitas kemeja PDL yang diangkut oleh *material handling* yaitu sebanyak 30 pcs dalam satu kali pengangkutan. Berikut ini merupakan produk yang diidentifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Produk Kemeja PDL

3.3 Daftar Tuntutan Perancangan *Material Handling*

Berikut merupakan daftar tuntutan perancangan *material handling* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Tuntutan Perancangan *Material Handling*

No.	Daftar Tuntutan	Penjelasan
1.	Dapat mengangkat kemeja PDL 80 pcs	<i>Material handling</i> dapat mengangkat dan memindahkan kemeja PDL sebanyak 80 pcs, sehingga dapat meningkatkan produktivitas.
2.	Pegangan <i>material handling</i> mudah dioperasikan	Pegangan <i>material handling</i> mudah dioperasikan agar operator tidak kesulitan pada saat menggunakannya.
3.	Dapat menahan beban maksimal 100 kg	<i>Material handling</i> dapat menahan beban maksimal 100 kg dengan tujuan agar beban yang di dorong oleh operator tidak terlalu besar.
4.	Produk yang sedang dipindahkan tidak jatuh	<i>Material handling</i> diberikan pagar penghalang untuk mencegah jatuhnya tumpukan kemeja PDL saat dipindahkan.

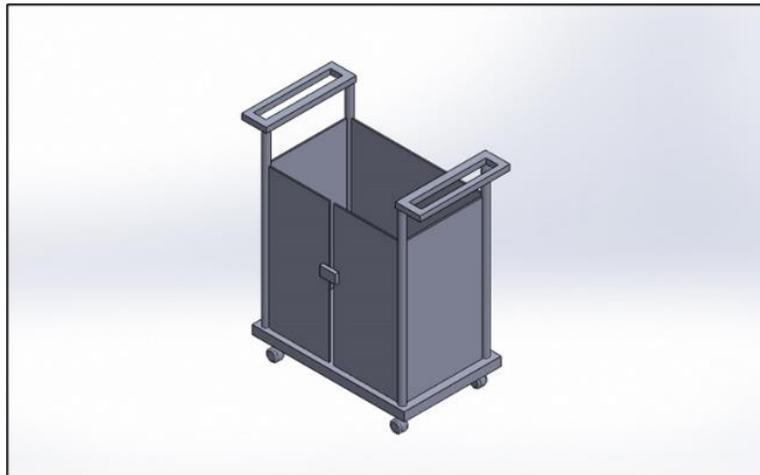
3.4 Membuat Konsep Gambar *Material Handling*

Konsep gambar *material handling* dibuat berdasarkan hasil dari identifikasi *material handling* yang ada pada saat ini di perusahaan dan daftar tuntutan yang telah dibuat berdasarkan kebutuhan apa saja yang diinginkan dari perusahaan. Rancangan *material handling* yang dibuat menggunakan bahan *aluminium alloy* yang memiliki karakteristik bahan yang kuat, tahan korosi, mudah dibentuk, mudah di sambung (seperti di las), reflektivitas yang baik, dan penghantar panas dan listrik yang baik. Ukuran untuk *material handling floor handtruck* yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Ukuran *Material Handling*

No.	Spesifikasi	Dimensi Tubuh	Persentil	Ukuran (cm)
1.	Tinggi pegangan (<i>handle</i>) sampai ke lantai	Tinggi pinggul	5%	85
2.	Lebar pegangan (<i>handle</i>)	Lebar bahu	5%	43,50
3.	Diameter pegangan (<i>handle</i>)	Panjang telapak tangan	5%	3,50

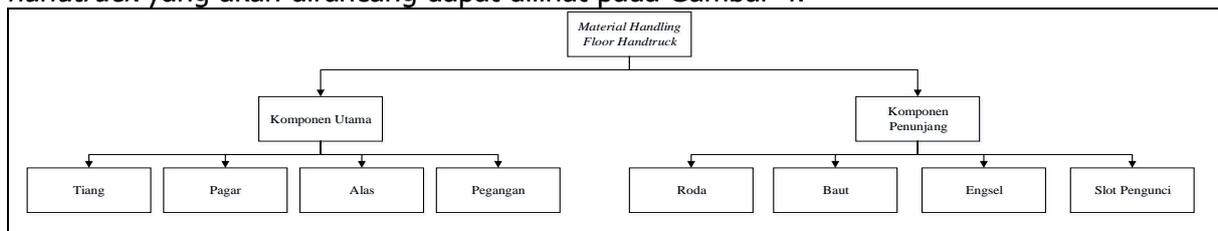
Berikut ini merupakan konsep gambar *material handling* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Konsep Gambar *Material Handling*

3.5 Desain *Material Handling* Menggunakan CAD

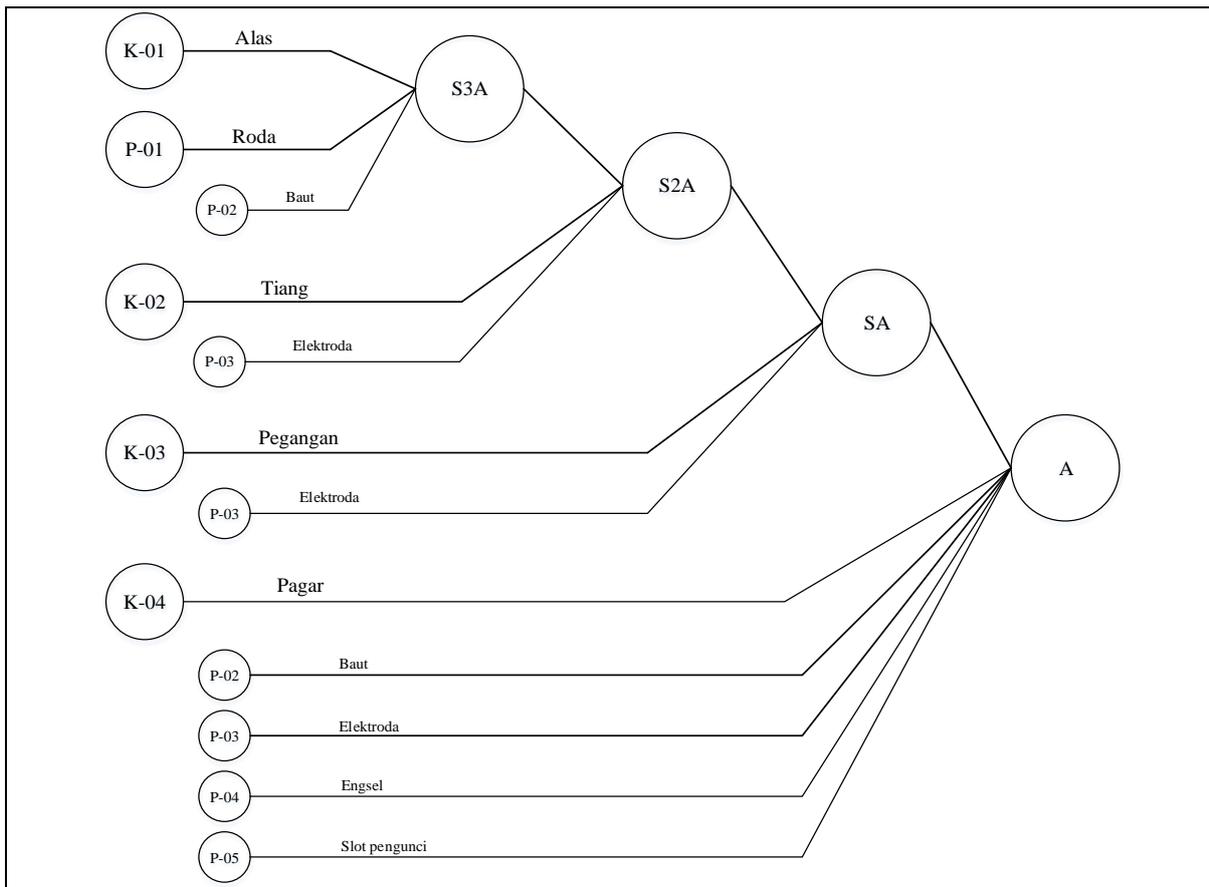
Struktur desain dalam perancangan *material handling* didapatkan dari hasil konsep gambar *material handling* secara kasar. Berikut ini merupakan struktur desain *material handling floor handtruck* yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Struktur Desain *Material Handling Floor Handtruck*

3.6 Proses Penggabungan Komponen Rancangan *Material Handling*

Proses penggabungan komponen *material handling* yang dirancang menggunakan bantuan *assembly chart*. *Assembly chart* adalah gambaran grafis dari urutan rakitan bahian (*sub-assembly*) ke rakitan produk (Apple, 1990). Berikut ini merupakan proses penggabungan komponen *material handling* yang dirancang menggunakan *assembly chart* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



3.7 Hasil Rancangan *Material Handling*

Berikut ini merupakan hasil akhir dari rancangan *material handling floor handtruck* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil Akhir Rancangan *Material Handling*

3.8 Estimasi Biaya Perancangan *Material Handling*

Estimasi biaya perancangan *material handling* dilakukan untuk memperkirakan berapa besar uang yang perlu dikeluarkan apabila perusahaan membuat rancangan *material handling* yang telah dibuat. Perhitungan biaya yang dilakukan adalah biaya material, biaya fabrikasi, biaya desain, dan biaya pemindahan untuk mencari nilai BEP. Perhitungan ini menggunakan cara

Hoffman (2004). Berikut merupakan rekap estimasi biaya perancangan *material handling* yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Estimasi Biaya

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)
1	Biaya Material	2.953.674,30
2	Biaya Fabrikasi	356.965,78
3	Biaya Desain	331.064,01
Total Biaya		3.641.704,09

Pada perhitungan biaya pemindahan, akan dilakukan perbandingan antara *material handling* yang saat ini digunakan oleh perusahaan dan *material handling* perancangan. Berikut merupakan rekap dari perhitungan biaya pemindahan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Biaya Pemindahan

Biaya Pemindahan	<i>Trolley Lipat</i>	<i>Floor Handtruck</i>	Satuan
Laju Produksi	13.07269289	18.53087243	unit/jam
Lot Size	31374.46293	44474.09384	unit/tahun
Biaya Tenaga Kerja	37499999.99	37499998.85	Rp/tahun
Biaya yang Dikeluarkan	1201.614194	925.0711906	Rp/unit
Penghematan yang Diperoleh	8657295.399		Rp
BEP	13168.67194		unit

Hasil penghematan yang diperoleh dengan menggunakan rancangan *floor handtruck* yaitu sebesar Rp 8.657.295,399 dengan nilai BEP sebesar 13.168 unit yang dibulatkan menjadi 13.169 unit, artinya perusahaan dapat menutupi biaya yang telah dikeluarkan untuk perancangan *material handling floor handtruck* dengan jumlah penjualan sebanyak 13.169 unit.

3.9 Analisis

Analisis terdiri dari analisis perbandingan kapasitas *material handling* berdasarkan ukuran *material handling*, analisis daftar tuntutan perancangan *material handling*, analisis biaya pembuatan *material handling*, dan analisis biaya pemindahan menggunakan *material handling*. Hasil dari analisis berdasarkan ukuran *material handling* adalah adanya kenaikan kapasitas jumlah produk yang diangkut oleh *material handling floor handtruck* sebesar 166,67% dengan jumlah perpindahan sebanyak 2 kali. Ukuran *material handling floor handtruck* yang dirancang yaitu panjang 90 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 85 cm. *Material handling* yang dirancang juga sudah memenuhi semua dari daftar tuntutan yang diinginkan oleh perusahaan.

Perancangan desain *material handling* ini menggunakan bahan *aluminium alloy* yang memiliki karakteristik bahan yang kuat, tahan korosi, mudah dibentuk, mudah di sambung (seperti di las), reflektivitas yang baik, dan penghantar panas dan listrik yang baik. Jenis roda yang digunakan dalam perancangan *material handling* adalah roda berbahan karet dengan diameter 10 cm. Hasil dari perhitungan penentuan beban maksimal roda, bahwa untuk satu roda dapat menahan beban sebesar 27 kg, sehingga untuk nilai *safety load capacity* roda sebesar 108 kg. Ukuran dimensi yang dirancang untuk komponen *material handling* pun menggunakan data antropometri dengan nilai persentil 5%. Hal ini dikarenakan agar operator yang bertubuh pendek dapat mengoperasikan *material handling* dan operator yang bertubuh tinggi pun masih bisa menggunakannya.

Biaya yang diperlukan untuk membuat rancangan *material handling floor handtruck* yaitu sebesar Rp 3.641.704,09. Harga ini lebih mahal dibandingkan dengan *material handling trolley* lipat yang digunakan oleh pihak perusahaan saat ini, tetapi *material handling* yang dirancang sudah memenuhi semua kebutuhan yang diinginkan oleh perusahaan. Hasil dari perhitungan biaya pemindahan rancangan *material handling floor handtruck* didapatkan penghematan

sebesar Rp 8.657.295,4. Pada perhitungan juga didapatkan nilai BEP (titik impas) sebesar 13.168,672 unit, artinya perusahaan dapat menutupi biaya yang telah dikeluarkan untuk perancangan *material handling floor handtruck* dengan jumlah penjualan sebanyak 13.168,672 unit dibulatkan menjadi 13.169 unit dengan siklus produksi sebesar 82,30 hari dibulatkan 83 hari.

4. KESIMPULAN

Hasil kesimpulan dari perancangan *material handling* yang telah dibuat dengan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222) dapat dilihat sebagai berikut.

1. Ukuran *material handling floor handtruck* yang dirancang menggunakan data antropometri yang dapat mengakomodasi 95% populasi laki-laki Indonesia.
2. *Material handling floor handtruck* di desain menggunakan pagar penghalang yang dapat dibuka. Pagar ini bertujuan untuk meminimasi jatuhnya produk saat ditumpuk.
3. *Material handling floor handtruck* yang dirancang mampu mengangkut sebanyak 80 pcs dalam satu kali pemindahan produk.
4. Terjadi kenaikan kapasitas produk yang diangkut sebesar 166,67% yang dilakukan oleh *material handling floor handtruck*.
5. *Material handling floor handtruck* yang dirancang memiliki tegangan izin sebesar 188,7 n/mm² dengan *safety load capacity* untuk roda sebesar 108 kg.
6. Biaya yang diperlukan untuk membuat *material handling floor hadtruck* sesuai rancangan sebesar Rp 3.641.704,09 dengan nilai BEP sebesar menjadi 13.169 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiharto, R., Endjang P., dan M Irfan F. (2018). Studi Perancangan Mesin Press Hidrolik 50 Ton dengan Metode VDI 2222. Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- Andriani, D. P. (2014). *Material Handling*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Apple, J.M. (1990). Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Institut Teknologi Bandung.
- Dwiyanto, A. (2009). Pentingnya Penguasaan Sketsa dan CAD dalam Dunia Kerja Jasa Konsultansi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ginting, R. (2010). Perancangan Produk. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hoffman, E. G. (2004). Jig and Fixture Design. Newyork: Dalmar Publisher.
- Irawan, A. P. (2017). Perancangan & Pengembangan Produk Manufaktur. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Jakaria, R. B., & Tedjo S. (2021). Perencanaan dan Perancangan Produk. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Juwita, M. (2020). Rancangan *Material Handling* Menggunakan Metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* di PT Multi Instrumentasi. Institut Teknologi Nasional, Bandung.

- Komara, A. I., dan Saepudin. (2014). Aplikasi Metoda VDI 2222 Pada Proses Perancangan *Welding Fixture* Untuk Sambungan Cerobong dengan Teknolohi CAD/CAE. Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- Rochman, T., Rahmaniyah D. A., dan Rahardian P. (2010). Peningkatan Produktivitas Kerja Operator Melalui Perbaikan Alat *Material Handling* dengan Pendekatan Ergonomi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Setepu, M. F., Musthafa A., dan Feblil H. (2018). Rancang Bangun Alat Uji *Balancing Universal* Menggunakan Metode VDI 2222. Universitas Riau.
- Sunarso. (2010). Perancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkut Galon Air Mineral Dengan Pendekatan Antropometri. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Supriyanto, E. (2013). "Manufaktur" Dalam Dunia Teknik Industri. Universitas Nurtanio, Bandung.
- Pahl, G., & Beitz, W. (2007). *Engineering Design: A Systematic Approach* (Third Edition). London: Spinger-Verlag.
- Yuliar, M. B. (2013). Usulan Rancangan Handtruck Menggunakan Metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (Studi Kasus di Pasar Induk Caringin Bandung). Jurnal Online Institut Teknologi Nasional vol 1, Bandung.