

Perancangan Ulang Alat Angkut Guna Menurunkan Ongkos *Material Handling*

Moch Safik^{*1)} dan Putu Eka Dewi Karunia Wati²⁾

¹⁾²⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60118, Indonesia.

Email: safikmoch96@gmail.com, putu_ekadkw@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

UD Aji Batara Perkasa Mandiri merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *fork (arm motor)*. Proses *material handling* dari proses *assembling* ke area *finishing* dengan kapasitas sekali angkut 40 pcs dan berat 100 kg. Pengangkutan masih menggunakan alat yang manual menggunakan 2 orang operator yang mana 1 orang operator bertugas untuk menarik alat angkut dari depan dan 1 operator untuk mendorong dari belakang dan menahan agar material tidak jatuh. Pada proses *material handling* ini membutuhkan biaya yang dapat mempengaruhi biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan secara keseluruhan, jika pekerjaan atau aktivitas *material handling* tersebut dilakukan terlalu lama akan semakin besar juga biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah merancang ulang alat angkut guna menurunkan ongkos *material handling*. Pengambilan data antropometri pekerja digunakan sebagai dasar untuk melakukan perancangan ulang alat angkut agar sesuai dengan ukuran tubuh pekerja. Kemudian dilakukan pengujian terhadap lama waktu lama pengangkutan, frekuensi pemindahan material. Hasil penelitian menunjukkan frekuensi pemindahan material menjadi lebih sedikit yaitu sebanyak 8 kali dari sebelumnya 13 kali pemindahan material setiap harinya dan hasil perhitungan ongkos *material handling* menggunakan alat angkut sebelum perancangan sebesar Rp 149.709,5 sedangkan menggunakan alat angkut setelah perancangan sebesar Rp 105.785,7. Dari hasil tersebut ongkos *material handling* menggunakan alat angkut setelah perancangan lebih murah dan dapat lebih banyak kapasitas *arm* yang dapat diangkut.

Kata kunci: Antropometri, Alat angkut (*material handling*), Ongkos *Material Handling*

1. Pendahuluan

UD Aji Batara Perkasa Mandiri merupakan perusahaan manufaktur yang beralamat di Jl. Kol. Sugiono Ngingas Selatan No.14B Kota Sidoarjo. UD Aji Batara Perkasa Mandiri berdiri sejak tahun 2005 dengan produk yang diproduksi yaitu *spare part* kendaraan bermotor roda dua. Produk *spare part* yang dihasilkan oleh UD Aji Batara Perkasa Mandiri antara lain, *fork (arm motor)*, setir motor, dan peninggi shock depan. UD Aji Batara Perkasa Mandiri dapat menghasilkan 2 ribu sampai 3 ribu *arm* setiap minggu. Adapun untuk konsumen dari perusahaan tersebar dari wilayah Surabaya, Sidoarjo, Gresik, dan Mojokerto. UD Aji Batara Perkasa mandiri memiliki karyawan sebanyak 50 orang.

Dalam proses produksi *fork (arm motor)* melalui 4 proses produksi yaitu pemotongan, penggabungan (*assembling*), *finishing* dan *packaging*. Proses pertama yaitu proses pemotongan, dalam proses pemotongan, bahan baku dipotong sesuai dengan desain yang sudah ditentukan sebelumnya. Setelah proses pemotongan lalu melalui proses penggabungan (*assembling*). Pada proses *assembling*, bagian-bagian yang sudah dipotong akan digabung dengan menggunakan mesin las. Selanjutnya proses terakhir yaitu proses *finishing* dimana proses *finishing* ini menggunakan dua metode yaitu *chrom* dan *coating*. Pemilihan metode tersebut disesuaikan dengan permintaan konsumen.

Setelah barang selesai dilakukan proses *assembling* akan dilanjutkan proses *finishing*. Material yang sudah di *assembling* akan langsung menuju ke area *finishing*. Aktivitas pengangkutan *fork (arm motor)* dari area *assembling* ke area *finishing* bisa dilakukan sebanyak 13 kali sehari dengan jarak kurang lebih 57 meter dan kapasitas sekali angkut 40 pcs *fork (arm motor)* dengan berat total yaitu 100 kg. Pengangkutan masih menggunakan alat yang manual

menggunakan 2 orang operator yang mana 1 orang operator bertugas untuk menarik alat angkut dari depan dan 1 operator untuk mendorong dari belakang dan menahan agar material tidak jatuh. Kenyamanan dalam penggunaan alat angkut (*material handling*) yang dirasakan oleh pekerja sangat menunjang tingkat produktivitas kerja. Sedangkan untuk penggunaan alat angkut yang digunakan sekarang masih belum memberikan kenyamanan dalam penggunaannya. Alat manual yang digunakan adalah sebagai berikut:

Dilihat pada gambar diatas beberapa kekurangan pada alat angkut tersebut antara lain:



Gambar 1. Proses *Material Handling*

Terlihat pada gambar nomor 1 proses *material handling* diperlukan 2 orang dikarenakan alat angkut yang digunakan sangat berat dan jarak yang ditempuh lumayan jauh. Satu pekerja bertugas menarik alat angkut dari depan dan satu pekerja lagi bertugas membantu mendorong dari belakang dan memastikan barang yang diangkut tidak terjatuh dikarenakan tidak adanya penutup pada alat angkut tersebut yang terlihat pada gambar nomor 3. Pada gambar nomor 1 jarak *handle* dengan penarik terlalu dekat sehingga pekerja harus berjalan mundur ke belakang, menarik benda dengan cara berjalan mundur ke belakang akan menambah beban menjadi lebih berat. Pada gambar nomor 2 terlihat alat angkut tersebut menggunakan *full* rangka dari plat besi sehingga alat angkut menjadi berat, diperlukan modifikasi dari material yang digunakan sehingga bisa mengurangi beban alat angkut tersebut. Ukuran roda yang digunakan pada alat angkut tersebut memiliki diameter terlalu kecil sehingga menambah beban saat pengoperasiannya, diperlukan modifikasi dengan menggunakan ukuran diameter yang lebih besar, sehingga beban angkut bisa berkurang.

Pada proses *material handling* ini membutuhkan biaya yang dapat mempengaruhi biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan secara keseluruhan, jika pekerjaan atau aktivitas *material handling* tersebut dilakukan terlalu lama akan semakin besar juga biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Sehingga pada proses *material handling* ini perlu dilakukan perencanaan dan perbaikan agar dalam penanganan material dapat mengurangi unit ongkos produksi yang dikeluarkan perusahaan. Solusi yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk memperpendek waktu pada saat aktivitas *material handling* yaitu dengan cara melakukan perbaikan alat angkut yang digunakan.

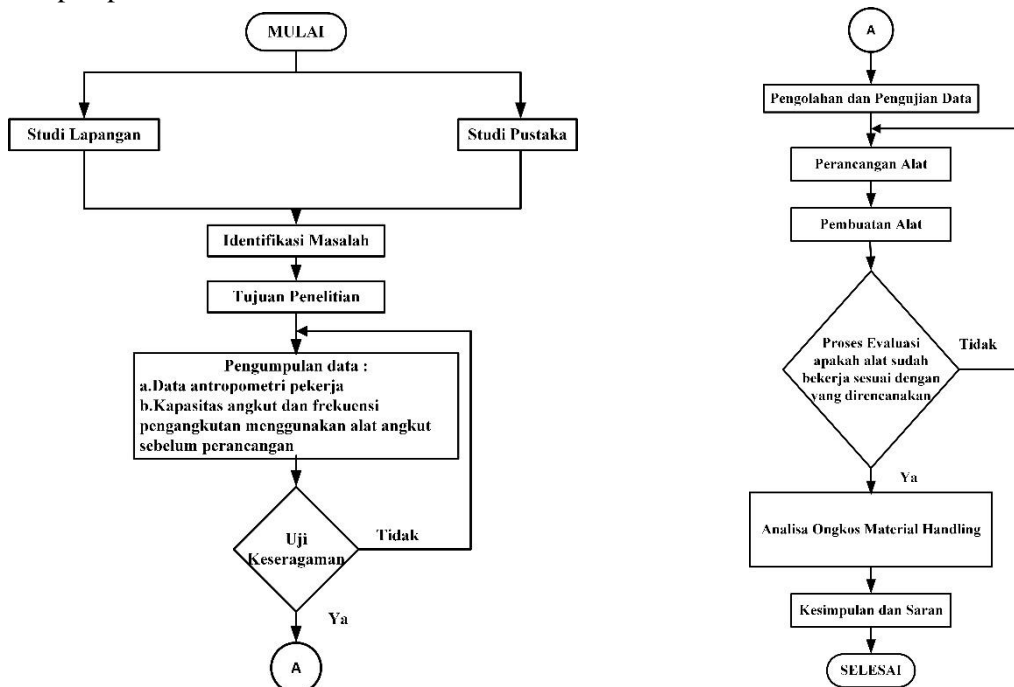
Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini akan melakukan perancangan ulang alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material dari area *assembling* ke area *finishing* guna menurunkan ongkos *material handling*.

2. Metode

Ergonomi merupakan salah satu studi yang menjelaskan tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang dilihat dari anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan (Rahman, 2014). Dalam penerapannya, ergonomi memberikan peranan penting untuk meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, dan untuk desain maupun evaluasi suatu produk yang diterapkan pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya atau resiko dalam penggunaannya (Nurmianto, 2020). Menurut (Tarwaka *et al.*, 2004) tujuan dari penerapan ergonomi yaitu meningkatkan kesejahteraan sosial dengan cara mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan social baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah produktif Pendekatan ergonomi memiliki tujuan untuk melakukan perbaikan performa kerja manusia seperti meningkatkan kecepatan kerja, produktivitas kerja dan mengurangi kelelahan pekerja (Wati & Murnawan, 2022).

Material handling adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang penyimpanan material, perpindahan material, perlindungan dan pengendalian mulai dari *raw material* sampai *finish good* dengan segala bentuknya. *Material handling* juga dapat diartikan sebagai penanganan material dalam jumlah yang tepat dalam waktu yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang sesuai, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar (Wignjosoebroto, 2009).

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah merancang ulang alat angkut guna menurunkan ongkos *material handling*. perancangan fasilitas pabrik menjadi daya dukung dalam aktivitas produksi yang dilakukan oleh perusahaan, sehingga diperlukannya perancangan fasilitas yang mampu memperbaiki kondisi pada perusahaan (Judha, 2016). Adapun untuk penelitian ini melakukan perbandingan antara alat angkut sebelum perancangan dengan alat angkut setelah perancangan, kriteria perbandingan antara lain, perbandingan antara biaya penggunaan alat angkut sebelum perancangan dan setelah perancangan, perbandingan kapasitas alat angkut, perbandingan frekuensi pengangkutan. Perbandingan ongkos *material handling*. Adapun untuk tahapan penelitian antara lain:



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data, data yang dikumpulkan antara lain:

Data yang dikumpulkan pertama yaitu data antropometri pekerja, Supaya suatu rancangan produk bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan menggunakannya, maka penentuan

rancangan produk harus mempertimbangkan prinsip-prinsip ergonomi (Wignjosoebroto, 2006). Adapun dimensi tubuh pekerja yang diambil untuk keperluan perancangan alat angkut (*material handling*) antara lain, tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus), lebar bahu, diameter genggam, tinggi genggam tangan pada posisi rileks ke bawah. Adapun untuk pengambilan dimensi tersebut dilakukan pada 23 pekerja, ini dilakukan karena jika pekerjaan proses produksi selesai maka orang di bagian produksi akan ikut membantu dalam proses *material handling* tersebut.

Data yang dikumpulkan selanjutnya yaitu mengumpulkan data kapasitas angkut dan frekuensi pengangkutan menggunakan alat angkut sebelum perancangan, Melakukan pengambilan data tentang kapasitas angkut dan frekuensi pengangkutan dilakukan sebagai perbandingan dengan rancangan alat angkut setelah perancangan. Sehingga dalam hal perancangan alat angkut yang baru harus lebih baik dalam hal kapasitas maupun frekuensi pengangkutan dalam sehari.

Setelah data terkumpul, maka tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, maka setelah itu dilakukan pengolahan dan pengujian data dengan melakukan uji keseragaman untuk mendukung perancangan alat angkut (*material handling*). Tahapan dalam melakukan uji keseragaman data dengan tahapan sebagai berikut (Suryaningrat *et al.*, 2020)

Langkah pertama yaitu Menghitung besarnya rata-rata dari hasil pengamatan, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

Dimana:

\bar{X} : Rata-rata data hasil pengujian

x : Data hasil pengukuran

Langkah kedua yaitu Menghitung standart deviasi dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{N\sum(xi^2) - (\sum xi)^2}{N(N-1)}} \quad (2)$$

Dimana:

σ_x : Standart deviasi

N : Jumlah data

$N - 1$: jumlah data - 1

\bar{X} : Rata-rata

$\sum(Xi)^2$: Jumlah hasil kuadrat setiap data

$(\sum xi^2)^2$: Jumlah hasil kuadrat setiap data dikuadrat lagi

Langkah ketiga yaitu menentukan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \quad (3)$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \quad (4)$$

Dimana:

\bar{X} : Rata-rata hasil pengamatan

k : Koeffisien indeks tingkat kepercayaan

Tingkat kepercayaan 0% - 68% harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 68% - 95% harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96% - 100% harga k adalah 3

σ : standart deviasi dari populasi

Setelah proses pengolahan dan pengujian data telah selesai, maka dilanjutkan dengan melakukan analisa dengan melakukan perbandingan kondisi kerja menggunakan alat angkut yang lama dengan alat angkut yang baru dalam rangka untuk menyelesaikan masalah yang ada dan pencapaian tujuan tugas akhir ini. Adapun perbandingan yang dilakukan yaitu perbandingan analisa biaya dan analisa ongkos *material handling*.

Langkah pertama untuk menganalisa biaya alat angkut yaitu melakukan perhitungan depresiasi alat, dengan rumus (Pujawan, 2019) :

$$D_t = \frac{P-S}{n} \quad (6)$$

Dimana:

D_t : besarnya depresia pada tahun-t

P : ongkos pembuatan awal dari fasilitas kerja atau asset perusahaan yang dihitung

S : nilai sisa dari fasilitas kerja atau asset tersebut

N : masa pakai dari fasilitas kerja atau asset tersebut dinyatakan dalam tahun

langkah kedua yaitu menghitung biaya alat angkut per hari, dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Biaya alat angkut per hari} = \frac{\text{biaya depresiasi} + \text{biaya perawatan}}{\text{hari kerja per tahun}} \quad (7)$$

Berikutnya melakukan perbandingan analisa ongkos *material handling*. Langkah pertama untuk menghitung ongkos *material handling* yaitu dengan cara menghitung frekuensi pemindahan material dengan rumus:

$$F = \frac{n \text{ mat}}{c} \quad (8)$$

Dimana:

F : frekuensi perpindahan

n mat : jumlah unit yang dipindahkan

c : kapasitas alat angkut

sehingga total biaya/ongkos *material handling* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$OMH = r \times f \times OMH/\text{menit} \quad (9)$$

Dimana:

OMH : ongkos *material handling*

OMH/m : ongkos *material handling*/menit (Rp/m)

r : waktu perpindahan

f : frekuensi perpindahan material

Lalu dilakukan perbandingan ongkos *material handling* menggunakan alat angkut sebelum perancangan dengan alat angkut setelah perancangan.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan pengumpulan data antropometri pekerja, tahap selanjutnya yang harus dilakukan yaitu uji keseragaman data. Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui data-data yang diambil telah seragam atau belum. Data yang diperoleh dari hasil uji keseragaman data antropometri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Keseragaman Data

No	Antropometri	Rata-rata	Standart Deviasi	BKA	BKB	Keterangan
1	Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)	100,57	2,61	105,78	95,35	Data seragam
2	Lebar Bahu	42,22	1,41	45,04	39,39	Data seragam
3	Diameter genggam	4,57	0,73	6,02	3,11	Data seragam
4	tinggi genggaman tangan pada posisi relaks ke bawah	71,35	1,70	74,74	67,96	Data seragam
5	Tinggi pinggang	83,35	1,47	86,28	80,42	Data seragam

Tahap selanjutnya yaitu melakukan perancangan ulang alat angkut. Pada tahap ini merupakan sebuah gambaran mengenai alat angkut (*material handling*) yang akan dibuat. Dalam perancangan suatu alat kerja diperlukan pendekatan ergonomis dalam setiap perancangannya, ini bertujuan untuk memberikan rasa kenyamanan dan keamanan bagi pengguna alat tersebut.

Adapun cara untuk menerapkan prinsip ergonomi dalam melakukan perancangan suatu alat, yaitu dengan melakukan pendekatan antropometri (Indraputra, 2021). Adapun ukuran antropometri yang dipakai antara lain:

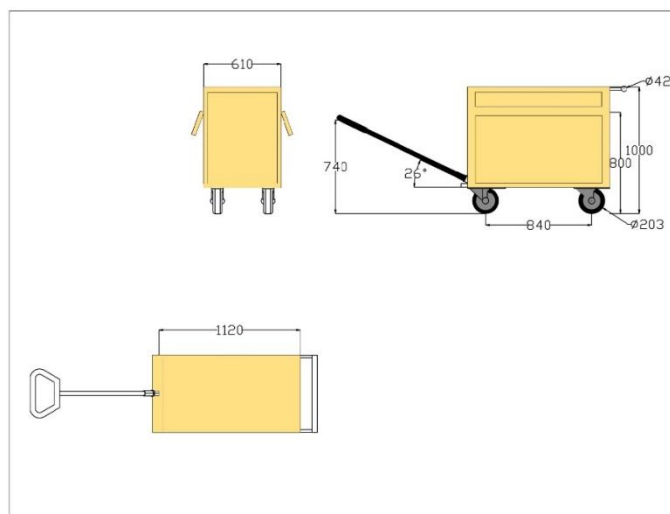
Tinggi alat angkut, dimensi tinggi siku dalam posisi berdiri (siku tegak lurus) digunakan untuk menentukan tinggi alat angkut (*material handling*). Dimensi tinggi siku dalam posisi berdiri (siku tegak lurus) yang digunakan adalah persentile 50-th yaitu 100 cm. Hal ini dikarenakan agar pekerja yang bertubuh pendek bisa dengan nyaman menggunakan alat tersebut.

Lebar pegangan *handle* pendorong, dimensi lebar bahu digunakan untuk menentukan lebar dari pegangan *handle* pendorong. Dimensi lebar bahu yang digunakan adalah persentile 95-th yaitu 44,58cm. Namun, karena lebar benda yang diangkut mempunyai lebar yang lebih dari ukuran antropometri pekerja, maka lebar dari alat angkut tersebut disesuaikan dengan lebar barang yang diangkut yaitu dengan menggunakan lebar 61cm.

Diameter genggam *handle*, dimensi diameter genggam digunakan untuk menentukan diameter *handle* penarik dan pendorong. Dimensi diameter genggam yang digunakan adalah persentile 50-th yaitu 4,57cm. Ini dimaksudkan agar pekerja yang memiliki diameter genggam kecil dan besar dapat menggunakan alat tersebut dengan nyaman. Untuk diameter genggam karena tidak ada ukuran pipa besi dengan diameter 4,57cm maka digunakan diameter 1 ¼" atau 4,2cm.

Tinggi *handle* penarik, dimensi tinggi genggam tangan pada posisi relaks ke bawah digunakan untuk menentukan dimensi dari tinggi *handle* penarik. Dimensi tinggi genggam tangan pada posisi relaks ke bawah yang digunakan adalah persentile 5-th yaitu 68,55cm dan persentile 95-th yaitu 74,14cm. Ini dimaksudkan agar ketinggian *handle* penarik bisa diatur ketinggiannya dengan ketinggian para pekerja. Sehingga pekerja dengan tubuh pendek dan tinggi bisa dengan mudah menggunakan alat angkut tersebut. Untuk diameter genggam karena tidak ada ukuran pipa besi dengan diameter 4,57cm maka digunakan diameter 1 ¼" atau 4,2cm. Komponen *handle* penarik ini dibuat dengan menggunakan besi galvanis dengan tebal 1 mm.

Tinggi pinggang, dimensi tinggi pinggang digunakan untuk menentukan tinggi alat angkut posisi terbuka. Dimensi tinggi pinggang yang digunakan adalah persentile 5-th yaitu 80. Sehingga pekerja dengan tubuh pendek bisa dengan mudah menggunakan alat angkut tersebut. Dari penentuan dimensi diatas maka, selanjutnya dilakukan perancangan sesuai dengan ukuran persentil yang ditentukan, berikut gambar rancangan alat angkut (*material handling*) yang sudah sesuai dengan penentuan ukuran persentil:



Gambar 3. Gambar Desain Alat Angkut (*Material Handling*)

Adapun perbandingan dimensi antara alat angkut lama dan alat angkut baru bisa dilihat di tabel berikut :

Tabel 2. Perbedaan Ukuran Alat Angkut Sebelum Perancangan dan Alat Angkut Setelah Perancangan

No	Komponen	Spesifikasi	
		Lama	Baru
1	Tinggi alat angkut (cm)	66	100
2	Panjang alat angkut (cm)	105	112
3	Lebar alat angkut (cm)	71	61
4	Diameter <i>handle</i> (cm)	4	4,2
5	Tinggi <i>handle</i> penarik (cm)	81	68,55 s/d 74,14
6	<i>Handle</i> pendorong (cm)	66	100
7	Diameter roda (inchi)	4	8
8	Kapasitas (unit)	40	70

Ongkos *material handling* adalah biaya yang dikeluarkan untuk penanganan material, adapun untuk penanganan material antara lain, aktivitas penyimpanan, pemindahan dan pengendalian material dengan orang, alat ataupun mesin. Tujuan dari penanganan material salah satunya yaitu untuk mengurangi biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Sebelum menghitung ongkos *material handling*, terlebih dahulu menghitung frekuensi perpindahan material sebelum dan setelah perancangan. Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Frekuensi Sebelum Perancangan

Dari	Ke	Waktu (menit)	Hasil produksi/hari (unit)	Kapasitas <i>material handling</i> (unit)	Total frekuensi perpindahan/hari (kali)	Total waktu (menit)
Perakitan	Penghalusan	7.46	500	40	13	96.98
Penghalusan	Proses <i>chrom</i>	4.5	500	40	13	58.5
Proses <i>chrom</i>	Penyimpanan	5.8	500	40	13	75.4
Total Keseluruhan					39	230.88

Dapat dilihat pada tabel 3 di atas, kapasitas alat angkut sebelum perancangan yaitu 40 unit dengan total frekuensi perpindahan yaitu 39 kali setiap harinya, sehingga total waktu perpindahan yaitu 230,88 menit. Sedangkan frekuensi perpindahan alat angkut setelah perancangan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Frekuensi Setelah Perancangan

Dari	Ke	Waktu (menit)	Hasil produksi/hari (unit)	Kapasitas <i>material handling</i> (unit)	Total frekuensi perpindahan/hari (kali)	Total waktu (menit)
Perakitan	Penghalusan	8.86	500	40	8	70.88
Penghalusan	Proses <i>chrom</i>	5.1	500	40	8	40.8
Proses <i>chrom</i>	Penyimpanan	6.34	500	40	8	50.72
Total Keseluruhan					24	162.4

Dapat dilihat pada tabel 4 di atas, kapasitas alat angkut setelah perancangan yaitu 40 unit dengan total frekuensi perpindahan yaitu 24 kali setiap harinya, sehingga total waktu perpindahan yaitu 162,4 menit. Sehingga total ongkos *material handling* sebelum dan setelah perancangan dapat dilihat pada perhitungan pada tabel berikut

Tabel 5. Perhitungan OMH Sebelum Perancangan

Dari	Ke	Waktu (menit)	Jarak (meter)	Total frekuensi perpindahan/hari	Biaya (Rp/menit)	OMH (Rp)
Perakitan	Penghalusan	7,46	114	13	648,43	62884,74
Penghalusan	Proses <i>chrom</i>	4,5	24	13	648,43	37933,16
Proses <i>chrom</i>	Penyimpanan	5,8	38	13	648,43	48891,62
Total Keseluruhan				39		149709,5

Tabel 6. Perhitungan OMH Setelah Perancangan

Dari	Ke	Waktu (menit)	Jarak (meter)	Total frekuensi perpindahan/hari	Biaya (Rp/menit)	OMH (Rp)
Perakitan	Penghalusan	8.86	114	8	651.39	46170.52
Penghalusan	Proses <i>chrom</i>	5.1	24	8	651.39	26576.71
Proses <i>chrom</i>	Penyimpanan	6.34	38	8	651.39	33038.5
Total Keseluruhan				24		105785.7

Berdasarkan perhitungan perhitungan diatas, total ongkos *material handling* menggunakan alat angkut setelah perancangan yaitu Rp105.785,7 lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan alat angkut sebelum perancangan yaitu Rp 149.709,5 per hari. Maka dapat dinyatakan alat angkut setelah perancangan dapat menurunkan ongkos *material handling* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa diatas, maka kesimpulan yang dapat ditarik antara lain, berdasarkan hasil perhitungan antropometri para pekerja diperoleh dimensi alat angkut yaitu tinggi alat angkut 100cm, lebar alat angkut 61cm, diameter *handle* 4,2cm dan tinggi penarik bisa atur di antara 68 sampai 74cm dan tinggi alat angkut posisi terbuka yaitu 80cm.

Kapasitas alat angkut sebelum perancangan yaitu 40 unit sekali angkut, sedangkan menggunakan alat angkut setelah perancangan yaitu 70 unit sekali angkut, sehingga frekuensi pemindahan material menjadi lebih sedikit yaitu sebanyak 8 kali dari sebelumnya 13 kali pemindahan material. Total waktu perpindahan material juga semakin cepat yang di awal menggunakan alat angkut sebelum perancangan yaitu 230,88 menit sedangkan jika menggunakan alat angkut setelah perancangan menjadi 162,4 menit

Hasil perhitungan ongkos *material handling* menggunakan alat angkut sebelum perancangan sebesar Rp 149.709,5 sedangkan menggunakan alat angkut setelah perancangan sebesar Rp 105.785,7. Dari hasil tersebut ongkos *material handling* menggunakan alat angkut setelah perancangan lebih murah dan dapat lebih banyak kapasitas *arm* yang dapat diangkut.

Daftar Pustaka

- Indraputra, D. (2021). *Rancang Bangun Alat Pencacah Limbah Organik dengan Pendekatan Ergonomi dan Quality Function Deployment Pada Tempat Pengolahan Limbah Organik Rejeki Barokah Di Desa Sumbergondo Kota Batu.*
- Judha, O. C. (2016). *Analisi perancangan sistem material handling dengan mempertimbangkan risiko bahaya pada PG Rejo Agung Baru.*
- Nurmianto, E. (2020). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya (Kedua).* Guna Widya Surabaya.
- Pujawan, I. nyoman. (2019). *Ekonomi teknik.* Lautan Pustaka.
- Rahman, M. (2014). *Perancangan Ulang Alat Angkut (Material Handling) Pallet Yang Ergonomis Untuk Efisiensi dan Peningkatan Produktivitas.*
- Suryaningrat, I. B., Atikah, R., & Kuswardhani, N. (2020). REDESAIN ALAT ANGKUT (MATERIAL HANDLING) THIN BROWN CREPE (TBC) UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KERJA (Studi Kasus pada Pengolahan Karet di PTPN XII Sumber Tengah, Jember). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 8(2), 195–208. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v8i2.189>
- Tarwaka, Bakri, S. H. ., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Productivitas.* UNIBA.
- Wati, P. E. D. K., & Murnawan, H. (2022). *Perancangan alat pembuat mata pisau mesin pemotong singkong dengan mempertimbangkan aspek ergonomi.*
- Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Keempat).* Guna Widya.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan.* Guna Widya.