

Usulan Rancangan Handtruck Menggunakan Metode Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (Studi Kasus di Pasar Induk Caringin Bandung)*

MUHAMMAD BARIED YULIAR, HENDRO PRASSETIYO, RISPIANDA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: muhammad.bariied@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan manual material handling sering dijumpai di Pasar Induk Caringin Bandung, hal ini dikarenakan masih banyaknya kios yang menggunakan tenaga manusia sebagai pekerja dibandingkan dengan penggunaan alat bantu. Berat yang diangkut oleh pekerja sangat beragam, sedangkan batas normal pengangkutan yang diizinkan tanpa alat bantu adalah 34-50 kilogram. Pengangkutan dengan melewati batas yang diizinkan dapat menyebabkan resiko cedera pada pekerja sehingga tujuan dalam penelitian ini dilakukan pemilihan dan perancangan alat bantu pengangkutan dan alat bantu perpindahan produk yang dapat meminimasi resiko cedera pada pekerja saat melakukan pengangkutan. Pendekatan yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan metode Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222. Metode VDI 2222 adalah sebuah metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (Pahl, 2010). Aspek-aspek yang diperhatikan dalam perancangan ini adalah aspek kekuatan material agar dapat menahan beban yang diangkat dan perbaikan postur tubuh agar beban tubuh yang diterima operator menjadi berkurang.

Kata kunci: manual material handling, perancangan, verein deutsche ingenieuer

ABSTRACT

The activity of manual material handling frequently discovered on Caringin Wholesale Market, it is caused by so many outlets prefer to choose human resources than using a walker or devices. There are lots of variable weights to carry by worker whereas the minimum capacities are allowed without devices or any handling tools about 34-50 kilograms. The loads that exceeded minimum allowed capacity can cause any injury risks on worker. So, the purpose of this study is choosing and arranging handling tools and carrier which can decrease the number of injury risk on worker on loading activity. The method to solve the problem is Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222 method. The method is a systematic approach to design which to formulate and directing some design methods which has developed consequence of research activity (Pahl, 2010). The underlined aspect on this designing is the power of material aspect so can hold

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

the load that carried away and repairs the body in order that the loads that operator get are reduced.

Keyword: *manual material handling, design, verein deutsche ingenieur*

1. PENDAHULUAN

Kegiatan memindahkan beban secara manual atau *Manual Material Handling* (MMH) menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) terbagi menjadi lima bagian, yaitu mengangkat/menurunkan (*lifting/lowering*), mendorong/menarik (*pushing/pulling*), memutar (*twisting*), membawa (*carrying*), dan menahan (*holding*) (Apple,1972). Kegiatan MMH masih sering dijumpai di berbagai tempat kerja, hal ini dikarenakan masih banyaknya tempat kerja yang menggunakan tenaga manusia sebagai pekerja dibandingkan dengan penggunaan mesin.

Pasar Induk Caringin merupakan salah satu pasar induk yang berada di Bandung. Aktivitas di Pasar Induk Caringin selalu ramai akan pekerja yang melakukan kegiatan pengangkutan, pengangkutan serta penurunan bongkar muat isi *truck* ke kios pedagang ataupun aktivitas sebaliknya dari kios pedagang hingga mobil pembeli. Jarak perpindahan pada saat pengangkutan cukup beragam, menyesuaikan dengan letak kios yang berada di luar atau di dalam pasar. Selain mempertimbangkan jarak perpindahan pekerja dari lokasi bongkar muat hingga lokasi yang dituju, juga mempertimbangkan ukuran maupun kapasitas beban tiap karung/*box* yang diangkat. Agen Jeruk dan Buah-buahan milik H. Wahid adalah salah satu kios yang berada di Pasar Induk Caringin yang aktivitasnya seperti diatas.

Pada hasil pengamatan di Pasar Induk Caringin kios Agen Jeruk dan Buah-buahan, pekerja melakukan pengangkutan peti berisi jeruk dengan berat berkisar 50-55 kg dan untuk mangga kaweni, pekerja dapat melakukan pengangkutan peti dengan berat berkisar 55-60 kg. Dilihat dari berat peti, pekerja telah mengangkat beban yang melebihi batas angkat yang diizinkan untuk pengangkutan dengan tidak menggunakan alat bantu. Batas normal pengangkutan yang diizinkan tanpa alat bantu menurut *National Occupational Health and Safety Commission* adalah sebesar 34-50 kg. sehingga apabila melebihi dari batas angkat yang diizinkan maka harus menggunakan alat bantu (NIOSH, 1997).

Pengangkutan secara keseluruhan dilakukan tanpa menggunakan alat bantu dengan jarak dan beban yang beragam, efek yang terjadi pada kondisi aktual tersebut mengakibatkan kelelahan dihasilkan pekerja, dan menimbulkan resiko cedera pada pekerja. Untuk mengurangi efek kelelahan, cedera, dan agar pengangkutan menjadi efektif dan efisien, maka dibutuhkan alat bantu pengangkutan (*material handling*) di Pasar Induk Caringin.

Berdasarkan kondisi aktual di Pasar Induk Caringin, pekerja angkut melakukan pekerjaan melebihi batas maksimum yang dianjurkan *National Occupational Health and Safety Commission*, sehingga harus diteliti dari segi postur tubuh pekerja saat melakukan pengangkutan. Jika terdapat keluhan dari pekerja, maka alat bantu untuk perpindahan sangatlah berguna. Alat bantu yang berguna untuk menjaga kualitas produk, memberikan perlindungan terhadap produk, dan meningkatkan produktifitas pekerja dalam melakukan pekerjaan serta juga menjaga keselamatan pekerja dari cedera dengan memperbaiki postur tubuh saat melakukan pekerjaan.

Pendekatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieur* (VDI) 2222. Dengan metode tersebut, dapat dijelaskan dimulai dari evaluasi kondisi kerja yang terjadi saat ini, kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan oleh pekerja, hingga

merancang disertai evaluasi rancangan sampai ditemukan rancangan yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah yang terjadi, menetapkan tujuan, dan mengidentifikasi metode penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan pendekatan studi literatur metode *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI)2222. VDI 2222 adalah sebuah metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (Pahl, 2010). Metode ini sering digunakan oleh insinyur-insinyur Jerman untuk menjabarkan sebuah ide yang dimiliki untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Penjabaran ide tersebut menjadi sebuah desain yang dibutuhkan dalam suatu permasalahan dan dapat menghasilkan sebuah karya yang riil dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Tahapan dalam metode VDI 2222 adalah mengidentifikasi masalah yang terjadi dengan cara wawancara dan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map*, dengan wawancara dan penyebaran kuesioner dapat diketahui keluhan-keluhan yang terjadi pada pekerja sehingga dapat dievaluasi penyebab rasa sakit tersebut. Setelah diketahui penyebab rasa sakit tersebut, dilanjutkan dengan pembuatan konsep perancangan disesuaikan dengan masalah yang terjadi melalui tahapan pembuatan tuntutan kebutuhan perancangan, pemilihan jenis umum *material handling*, dan identifikasi prinsip-prinsip *material handling*. Pembuatan konsep perancangan dilanjutkan dengan perancangan pradesain dengan pertimbangan penentuan dimensi menggunakan data antropometri, menilai pradesain dengan menambahkan kekuatan bahan yang diperlukan agar rancangan dapat menahan beban yang diangkat.

Dari hasil pradesain yang telah dibuat dengan mempertimbangkan dimensi dengan menggunakan data antropometri dan perhitungan kekuatan beban, dilakukan evaluasi untuk mengetahui pradesain perlu dilakukan perbaikan atau tidak. Pertimbangan dilakukan perbaikan pradesain didasari dari pertimbangan menghindari hasil rancangan terjatuh saat digunakan. Maka dilakukan tahap perbaikan pradesain dengan menambahkan modifikasi rangka tambahan beserta perhitungan kekuatan rangka tambahan dan pertimbangan rangka tersebut dapat dilipat untuk penghematan tempat. Tahapan terakhir adalah evaluasi hasil rancangan dan estimasi biaya rancangan. Setelah melalui tahapan VDI 2222 dilakukan analisis kondisi sebelum menggunakan rancangan dan setelah menggunakan rancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi langsung, wawancara, dan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* dan pengolahan data untuk pemecahan masalah didapatkan solusi dan usulan perbaikan.

3.1 Kondisi *Material Handling* Saat Ini

Observasi langsung dilakukan untuk mengetahui kondisi kerja pekerja secara kasat mata dan dilakukan wawancara untuk mengetahui keluhan-keluhan pekerja buruh angkut di Pasar Induk Caringin. Kondisi yang terlihat adalah pengangkutan beban dengan tidak adanya alat bantu (*manual lifting*), dan beban yang diangkat melebihi batas maksimum yang dianjurkan *National Occupational Health and Safety Commission*. Atribut pekerjaan yang dilakukan di Pasar Induk Caringin dapat dilihat pada Tabel 1.

Observasi langsung dilakukan di Agen Jeruk dan Buah-buahan pada saat truk pengangkut buah datang sehingga diketahui jumlah peti yang akan dipindahkan, jumlah pekerja, dan kegiatan yang dilakukan pekerja. Aktivitas *material handling* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Atribut Pekerjaan Kegiatan *Material Handling*

No	Atribut <i>Manual Material Handling</i>	Kondisi Awal	Satuan
1	Cara pengangkutan beban	Manual dengan memanggul beban	-
2	Jumlah Pekerja	7	orang
3	Rata-rata beban yang diangkut	60	kilogram
4	Frekuensi aktivitas pengangkutan beban dalam 1 hari	50	kali
5	Waktu yang dibutuhkan dalam 1x pengangkutan	2	menit
6	Rata-rata total aktivitas pengangkutan beban dalam 1 hari	3000	kilogram
7	Jarak antar pengangkutan (dari truk ke kios)	7.5	meter

Tabel 2. Aktivitas Manual *Material Handling* Pekerja Angkut

No	Gambar	Aktivitas	Keterangan
1		Aktivitas mengangkat peti berisi buah dari truk	Posisi awal punggung membungkuk lalu kedua lengan memegang peti dengan disandarkan pada punggung
2		Aktivitas membawa peti berisi buah dari truk menuju kios	Posisi punggung menjadi tumpuan peti, kedua lengan bawah memegang peti ke arah belakang, telapak tangan mencekram peti
3		Aktivitas menurunkan sekaligus menyusun peti berisi buah di dalam kios	Posisi punggung dan perut meahan beban yang akan diturunkan, lutut menjadi tumpuan untuk posisi mencari tumpukan atau susunan

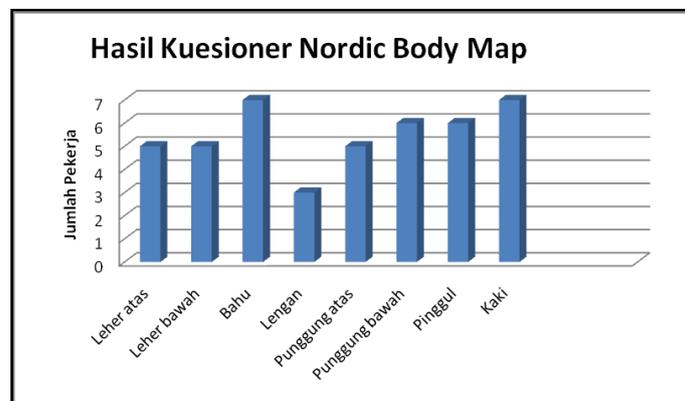
3.2 Identifikasi Keluhan Pekerja

Tahap identifikasi keluhan pekerja didapat dari identifikasi berdasarkan wawancara dan identifikasi berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map*. Tahap-tahap tersebut dapat mengetahui keluhan pekerja dan mengetahui bagian tubuh yang mengalami rasa nyeri pada pekerja. Proses wawancara dilakukan secara langsung dengan mengajukan beberapa pertanyaan untuk mendapatkan informasi awal kepada pekerja angkut. Hasil wawancara dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Wawancara Pekerja Angkut

No	Keluhan Pekerja
1	Beban yang diangkat terlalu berat
2	Kesulitan dalam proses <i>loading unloading</i>
3	Nyeri pada bagian-bagian tertentu

Untuk mengetahui lebih detail rasa nyeri berasal, dilakukan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* yang dilakukan pada pekerja angkut di Agen Jeruk dan Buah-buahan bertujuan untuk mengetahui lebih rinci bagian otot mana saja yang mengalami keluhan dan rasa sakit. Rekapitulasi hasil kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Rekapitulasi Kuesioner *Nordic Body Map*

Hasil dari penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* juga menunjukkan dari tujuh responden yang bekerja menjadi pekerja angkut di Agen Jeruk dan Buah-buahan 100% mengalami sakit di bagian kaki dan bahu. Untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal* yang terjadi pada pekerja maka dibutuhkan penilaian untuk mengetahui beban postur tubuh yang nyeri. Penilaian untuk beban postur tubuh pekerja angkut menggunakan metode REBA.

3.2.1 Penilaian Beban Postur Tubuh Menggunakan Metode REBA

Keluhan pekerja dengan kuesioner *Nordic Body Map* dapat diketahui penyebabnya dengan cara analisis postur tubuh dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) yang merupakan suatu metode yang digunakan untuk menilai variasi postur tubuh pekerja ketika melakukan pekerjaannya, apakah dalam pekerjaan tersebut dapat menimbulkan resiko terjadinya *Work Related Musculoskeletal Disorder* (WRMSDs) pada pekerja yang bersangkutan (McAtamney, 2000). Dapat juga dikatakan bahwa metode ini digunakan untuk mengevaluasi tugas atau pekerjaan seorang pekerja. Rekapitulasi hasil perhitungan REBA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai REBA

Fase Aktivitas	Total Score REBA		
	Kondisi Saat Ini	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
Fase Mengangkat	7	Sedang	Perlu
Fase Membawa	8	Tinggi	Perlu Segera
Fase Menurunkan	8	Tinggi	Perlu Segera

3.3 Pembuatan Konsep Rancangan *Material Handling*

Pembuatan konsep rancangan alat bantu *material handling* harus melihat kebutuhan dari alat bantu yang akan dibuat. Tahapan yang pertama kali dilakukan adalah pembuatan tuntutan kebutuhan perancangan yang berisi fasilitas-fasilitas yang akan dibuat dari *material handling* tersebut. Kemudian, berdasarkan jenis umum *material handling* dicocokkan dengan tuntutan

yang telah disusun, dan menyusun prinsip-prinsip yang dibutuhkan dalam perancangan *material handling* sehingga dari ketiga konsep tersebut dapat diambil keputusan penggunaan *material handling* yang cocok.

3.3.1 Pembuatan Tuntutan Kebutuhan Perancangan

Tuntutan kebutuhan perancangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tuntutan Kebutuhan

Tuntutan	Keterangan
Dapat menahan beban minimal 60 kilogram	Tuntutan beban minimal 60 kilogram dikarenakan berat peti berisi mangga kaweni adalah 57-60 kilogram, dan jenis buah-buahan lain yang menggunakan peti kurang dari 60 kilogram
Dapat mengurangi beban yang diterima pekerja	Melihat hasil observasi langsung dan wawancara, terdapat banyak keluhan rasa nyeri pada pekerja saat mengangkut peti buah. Selain itu menurut lembaga <i>National Occupational Health and Safety Commission</i> , 1997, batas beban maksimum yang diizinkan dalam pengangkatan adalah 50 kilogram yang berarti beban peti buah telah melebihi beban maksimum yang diizinkan.
Dapat memperbaiki postur kerja pekerja dalam melakukan pekerjaan	Postur kerja yang sebelum dilakukan perancangan <i>material handling</i> adalah mengangkat ukuran peti yang besar mengakibatkan sulitnya membawa peti tersebut, sehingga postur tubuh pekerja perlu dikaji kembali dengan menggunakan metode REBA.
Mudah digunakan	Mudah dalam penggunaan diharapkan semua pekerja dapat menggunakannya sehingga tidak memerlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya (Tidak membutuhkan pekerja yang memiliki keahlian khusus)
Kapasitas <i>material handling</i> yang dirancang lebih dari satu	Kapasitas <i>material handling</i> harus lebih dari satu dikarenakan penggunaan <i>material handling</i> juga bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kerja

3.3.2 Pemilihan Jenis-Jenis Umum Material Handling

Jenis-jenis *material handling* yang umum digunakan adalah *conveyor*, *crane*, dan *truck*. Masing-masing dari ketiga *material handling* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. *Conveyor* memiliki kekurangan dari segi tempat. Tempat penggunaan *conveyor* biasanya di dalam ruangan, selain itu penggunaan *conveyor* sangat sulit untuk merubah posisinya. *Crane* cukup sulit digunakan karena penggunaannya diharuskan membawa dari truk menuju kios yang memiliki atap. Kebutuhan *crane* yang digunakan untuk memindahkan beban yang sangat berat juga tidak terlalu dibutuhkan karena beban hanya berkisar antara 50-60 kilogram. *Truck* memiliki lebih banyak keuntungan, jalur untuk perpindahannya bisa lebih fleksibel, penangannya juga sudah sesuai untuk benda yang tidak terlalu berat (Ray, 2008). Gambar dari *two-wheel handtruck* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Two-Wheel Handtruck

3.4 Tahap Perancangan Pradesain

Pada tahap perancangan desain, terbagi menjadi dua yaitu menentukan dimensi rancangan sesuai dengan kebutuhan anthropometri dan penilaian pradesain apakah pradesain tersebut telah layak digunakan atau tidak.

3.4.1 Penentuan Dimensi Rancangan

Dimensi rancangan *handtruck* secara umum dilihat dari rancangan *two-wheel handtruck* yang telah ada. Penggunaan dimensi tersebut digunakan kembali pada rancangan *two-wheel handtruck* yang akan dirancang. Dimensi rancangan sesuai dengan perhitungan anthropometri dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Penentuan Dimensi Handtruck

No.	Spesifikasi	Dimensi Tubuh	Simbol	Persentil	Ukuran (cm)
1	Tinggi pegangan (<i>handle</i>) saat <i>handtruck</i> berdiri tegak	Tinggi Bahu ke Lantai Saat Berdiri	BL	5%	131.490
2	Tinggi pegangan (<i>handle</i>) saat <i>handtruck</i> digunakan (didorong)	Tinggi Siku ke Lantai Saat Berdiri	SL	5%	99.003
3	Lebar Pegangan (<i>handle</i>) <i>handtruck</i>	Siku ke Siku	SS	5%	41.0295
4	Diameter pegangan (<i>handle</i>) <i>handtruck</i>	Panjang Telapak Tangan	PTT	5%	5.001

Persentil yang digunakan dalam penentuan dimensi adalah persentil 5%. Hal ini untuk operator yang bertubuh pendek masih dapat menjangkau dan operator yang bertubuh tinggi juga masih dapat menggunakannya

3.4.2 Penilaian Pradesain

Penilaian pradesain mencakup dimensi-dimensi tambahan yang dibutuhkan dalam perancangan. Dimensi yang belum dipertimbangkan adalah dimensi bahan yang digunakan agar hasil rancangan dapat menahan beban yang akan diangkut. Suatu konstruksi dikatakan seimbang bila resultan gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut sama dengan nol atau dengankata lain $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum F_z = 0$, $\sum M = 0$. (Popov, 1996). Untuk pipa rangka digunakan bahan ST 37 dengan *resistance extension* ST 37 adalah 240 N/mm². Perhitungan untuk mendapatkan tegangan ijin dari ST 37 dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\sigma_{ijin} = \frac{Re}{Sf (1,2-2)} \quad (1)$$

Keterangan:

Re = *Resistance extension* (N/mm²)

Sf = Penentuan *safety factor* antara 1,2-2

Tegangan ijin dari ST 37 harus lebih besar dari tegangan yang terjadi saat beban sehingga dilakukan perhitungan untuk mengetahui tegangan yang terjadi dengan masing-masing diameter pipa rangka yang tersedia di pasaran. Perhitungan tegangan yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\sigma_{terjadi} = \frac{M_A}{\frac{(D^4 - d^4) * 2}{10 D}} \quad (2)$$

Keterangan:

M_A = Momen yang bereaksi pada tumpuan beban peti di titik A (Nm)

D = diameter luar pipa baja (mm)

d = diameter dalam pipa baja (mm)

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara σ_{ijin} dan $\sigma_{terjadi}$. Metode yang digunakan adalah metode *trial and error* untuk mendapatkan diameter yang sesuai dengan kekuatan

pipa. Apabila $\sigma_{ijin} < \sigma_{terjadi}$ maka diameter pipa yang dipilih telah dapat menahan beban yang diterima dari benda yang diangkut. Dimensi tambahan beserta pilihan bahan dapat dilihat pada Tabel 7.

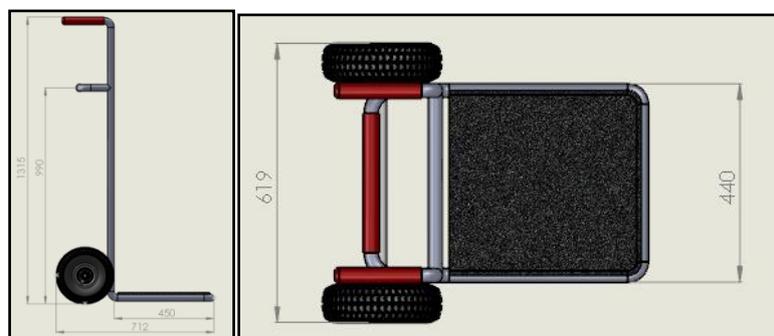
Pipa baja yang dipilih dari berbagai dimensi yang didapat adalah pipa baja terbesar, yaitu pipa baja berbahan ST 37 dengan diameter luar 48,3 mm dan diameter dalam 40,9 mm. Terpilihnya pipa baja terbesar dikarenakan rancangan *handtruck* akan diproses dengan proses *bending*. Proses *bending* adalah proses menekuk material untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Terpilihnya diameter terbesar, maka tegangan yang terjadi akan lebih besar dan semakin jauh dengan tegangan izin dari bahan ST 37.

Tabel 7. Dimensi Pipa Rangka

Nama Komponen	Bahan	Tegangan Izin (N/mm ²)	Dimensi	Tegangan Yang Terjadi (N/mm ²)
Pipa Rangka Landasan Bawah	ST 37	150	diameter luar = 33,4 mm diameter dalam = 26,6 mm	118,812
Pipa Rangka Landasah Samping	ST 37	150	diameter luar = 48,3 mm diameter dalam = 40,9 mm	140,71
Pipa Rangka Penyangga Belakang	ST 37	150	diameter luar = 33,4 mm diameter dalam = 26,6 mm	107,816
Roda	Mold on Rubber WB906260	2.222,603	diameter 11" x 1,75"	1176

3.5 Perbaikan Pradesain

Perbaikan pradesain adalah penggabungan dari dimensi rancangan menurut hasil perhitungan antropometri dan penyesuaian dimensi rangka dengan dimensi rangka yang dapat menahan beban yang akan dibawa. Hasil rancangan ini diharapkan dapat mengurangi beban postur tubuh pekerja saat melakukan pengangkutan dan rancangan dapat menahan beban yang dibawa. Hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Handtruck

Kondisi yang menjadi kelemahan adalah saat kondisi *handtruck* sedang digunakan, yaitu kondisi saat *handtruck* dimiringkan sebesar 45°. Kondisi tersebut dapat membuat pekerja kehilangan keseimbangan dan menyebabkan *handtruck* terjatuh. Ilustrasi kondisi *handtruck* saat sedang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Handtruck Saat Digunakan

3.5.1 Pertimbangan Penambahan Rangka Tambahan

Perancangan saat ini belum mempertimbangkan kemungkinan terjadinya *handtruck* terjatuh saat membawa barang maupun tidak membawa barang. Apabila *handtruck* terjatuh saat membawa barang, dapat menyebabkan rusaknya barang yang akan dipindahkan ataupun menurunnya kualitas barang yang dipindahkan. Dari kemungkinan tersebut, desain yang ada sekarang perlu ditambahkan penyangga untuk meminimasi terjadinya jatuh pada *handtruck*. Gambar rancangan setelah menggunakan rangka tambahan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan *Handtruck* Dengan Rangka Tambahan

3.5.2 Pertimbangan Desain Untuk Penghematan Tempat

Dari hasil rancangan dengan penambahan desain tambahan, terdapat masalah apabila mempunyai *handtruck* lebih dari satu unit. Masalah yang terjadi adalah terlalu borosnya lahan untuk menyimpan *handtruck* tersebut apabila tidak digunakan. Maka, dari rancangan dengan penambahan desain tambahan telah di modifikasi agar desain tambahan tersebut dapat dilipat apabila tidak digunakan sehingga lebih hemat dalam penggunaan tempat. Gambar rancangan saat pelipatan rangka tambahan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Ilustrasi *Handtruck* Saat Dilipat

3.6 Evaluasi Hasil Rancangan

Hasil rancangan dari kondisi sebelum menggunakan alat bantu dan sesudah menggunakan rancangan dapat mengurangi beban postur yang diterima oleh pekerja. Hal ini dilakukan dengan penilaian beban postur dengan menggunakan metode REBA. Hasil evaluasi kondisi sesudah menggunakan rancangan usulan dapat dilihat pada Tabel 8.

Menurut hasil perbandingan dari masing-masing postur tubuh pekerja saat melakukan aktivitas, terjadi penurunan *level* resiko cedera yang terjadi pada pekerja walaupun belum sepenuhnya menghilangkan resiko cedera pada pekerja. Apabila hasil rancangan ini terealisasi, kemungkinan keluhan oleh operator saat melakukan pekerjaan akan berkurang.

Tabel 8.Rekapitulasi Nilai REBA

Fase Aktivitas	Total Score REBA		
	Menggunakan hasil Rancangan	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
Fase Mengangkat	3	Rendah	Mungkin Perlu
Fase Membawa	1	Bisa Diabaikan	Tidak Perlu
Fase Menurunkan	3	Rendah	Mungkin Perlu

3.7 Estimasi Biaya Rancangan

Estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perancangan *handtruck* yang berupa *handtruck* untuk memperbaiki postur kerja dan meningkatkan produktifitas kerja.Keseluruhan biaya material dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Estimasi Biaya Material

No	Bahan	Penggunaan Pada Bagian <i>Handtruck</i>	Ukuran	Kebutuhan	Satuan	Keterangan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pipa Baja ST37	Seluruh Bagian Rangka	diameter luar 48,3 mm diameter dalam 40,9 mm	7 meter	lonjor/batang	Harga pipa lonjor per meter	Rp 38,000	Rp 266,000
2	Plat Aluminium 6061-T6	Alas Landasan Bawah	45cm x 40 cm x 0,2 cm	1 lembar	lembar	1 lembar berukuran 60 cm x 50 cm x 0,2 cm	Rp 35,000	Rp 35,000
3	Besi Pipa Berongga	Engsel pada roda dan <i>swing arm</i>	diameter luar 48,3 mm diameter dalam 40,9 mm	1 set	set	1 set = 30000	Rp 30,000	Rp 30,000
4	Mur daun Baut	Penyambung Roda dengan Dudukan Roda,	5/16x1"	3 set	set	1 set = 1500	Rp 1,500	Rp 4,500
5	Pin	Pengunci Pipa Rangka Tambahan	diameter 1 mm	2 set	set	1 set = 1000	Rp 1,000	Rp 2,000
6	Roda Depan	Roda Bagian Depan Sebagai Penyangga Utama	WB906262 25mm x 63,5mm	2	buah	1 buah = 90000	Rp 90,000	Rp 180,000
7	Roda belakang	Roda Penyangga Apabila <i>Handtruck</i> Sedang Digunakan	STM-100 100mm x 32 mm	1	buah	Sudah beserta dudukan = 75000	Rp 75,000	Rp 75,000
8	Karet <i>handgrip</i>	Karet pelapis <i>Handle</i> agar tidak licin	tebal 1 mm	2	meter	1 meter = 15000	Rp 15,000	Rp 30,000

Estimasi biaya non material dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Estimasi Biaya Non Material

No	Biaya Non Material	Harga
1	Biaya Tenaga Kerja	Rp200,000
2	Biaya Pemesinan (Bending, Perakitan)	Rp50,000

Rekapitulasi total yang didapat dari penjumlahan biaya material dan biaya non material dapat dilihat pada Tabel 11

Tabel 11. Estimasi Biaya Total

Biaya Total	Rp872,500
Biaya Desain	Rp130,875
Biaya Total Rancangan	Rp1,003,375

Estimasi biaya total untuk melakukan produksi dari hasil rancangan adalah Rp. 1.003.375,00. Untuk jenis *handtruck* pada umumnya, harga ini diatas dari harga pasaran.Tetapi *handtruck*

yang berada di pasaran tidak mempertimbangkan kebutuhan dan rancangan yang spesifik. *Handtruck* ini juga memiliki keunggulan keamanan dan penghematan tempat saat disimpan sesuai dengan kebutuhan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian mengenai usulan rancangan *handtruck* menggunakan metode VDI 2222 adalah sebagai berikut;

1. Rancangan *two-wheel handtruck* memiliki modifikasi dengan penambahan rangka belakang untuk menghindari terjadinya jatuh saat digunakan. Penambahan rangka tersebut selain menghindari kerusakan pada *handtruck*, menghindari rusaknya benda yang akan dipindahkan. Rancangan rangka tambahan memiliki masalah pada saat *handtruck* tidak digunakan, yaitu memakan tempat. Hal ini membuat adanya modifikasi tambahan yaitu rangka penyangga bisa dilipat.
2. Dari dimensi yang berbeda-beda dalam penentuan dimensi, diambil dimensi pipa terbesar karena pipa baja akan diproses dengan proses *bending*. Diameter terbesar juga dapat membuat tegangan yang terjadi menjadi lebih kecil.
3. *Level* resiko cedera pada pekerja dapat berkurang dengan menggunakan *handtruck* karena salah satu pertimbangan perancangan adalah memperbaiki postur tubuh pekerja saat ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak H. Wahid selaku pemilik kios Agen Jeruk dan Buah-buahan yang terletak di Loss E no 38-40 Pasar Induk Caringin Bandung

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J.M. (1972). *Material Handling System Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- McAtamney, L. and Hignett, S. (2000). REBA: *Rapid Entire Body Assessment*. *Applied Ergonomics*, 31: 201-205.
- NIOSH. (1997). *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work Related Musculoskeletal Disorders*. NIOSH: Centers for Disease Control and Prevention.
- Pahl, G., Beitz, W. (2010). *VDI Guideline 2222, Systematic approach to the development and design of technical system and products*. *Verein Deutscher Ingenieure*. Berlin : Beuth Verlag.
- Popov, E.P., dan Astamar, Z. (1996). *Mekanika Teknik Edisi Kedua*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Ray, S. (2008). *Introduction to Material Handling*. New Age International Publisher: New Delhi.