

PERANCANGAN *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* PADA PROSES PENGEMASAN BUAH MANGGIS MENGGUNAKAN METODE PERANCANGAN PRODUK RASIONAL (STUDI KASUS PT. ANDALAS FIDDINI AGROTAMA)

DESIGN OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT IN THE PACKAGING PROCESS OF MANGOSTEEN USING RATIONAL PRODUCT DESIGN METHOD (STUDY CASE PT. ANDALAS FIDDINI AGROTAMA)

Vito Abisena¹, Sri Martini²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹abisenavito@student.telkomuniversity.ac.id, ²srimartini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Andalas Fiddini Agrotama merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang usaha buah-buahan. Volume buah yang dijual dalam jumlah yang banyak dan dalam kasus penelitian ini buah yang dijual yaitu buah manggis yang diekspor ke negara Tiongkok. Tingginya permintaan buah dari negara lain membuat perusahaan untuk terus berupaya meningkatkan kualitas perusahaan baik secara finansial maupun non finansial. Dalam hal ini salah satu aspek non finansial yaitu proses produksi pada stasiun kerja. Pada proses produksi pengemasan buah manggis, perpindahan buah dari area pencucian menuju ke area pembersihan masih menggunakan *manual material handling* dan tanpa alat bantu. Proses tersebut menyebabkan *volume* perpindahan material yang rendah, namun dengan beban kerja yang melampaui batas aman para pekerja, hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya *waste of waiting* yang berakibat pada tidak tercapainya target produksi. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu *material handling equipment* sebagai alat bantu bagi pekerja ketika melakukan proses pemindahan buah. Perancangan ini menggunakan metode perancangan produk rasional Nigel Cross untuk merancang dan mendapatkan kombinasi konsep *material handling equipment* terbaik yang dapat memenuhi kriteria yang dibutuhkan.

Kata Kunci: Material Handling Equipment, Metode Perancangan Produk Rasional, Buah Manggis

Abstract

PT. Andalas Fiddini Agrotama is one of the companies engaged in the fruit business. The volume of fruit sold in large quantities and in the case of this study the fruit sold is mangosteen exported to China. The high demand for fruit from other countries makes the company continue to work to improve the quality of the company both financially and non-financially. In this case one non-financial aspect is the production process at the workstation. In the production process of mangosteen fruit packaging, the transfer of fruit from the washing area to the cleaning area still uses manual material handling and without tools. The process causes a low volume of material movement, but with workload that exceeds the safety limits of workers, it is one of the causes of waste of waiting which results in not achieving the production target. For this reason, this study aims to design a material handling equipment as a tool for workers when moving the fruit. This design uses Nigel Cross's rational product design method to design and obtain the best combination of material handling equipment concepts that can meet the required criteria.

Keywords: Material Handling Equipment, Rational Product Design Methods, Mangosteen Fruit

1. Pendahuluan

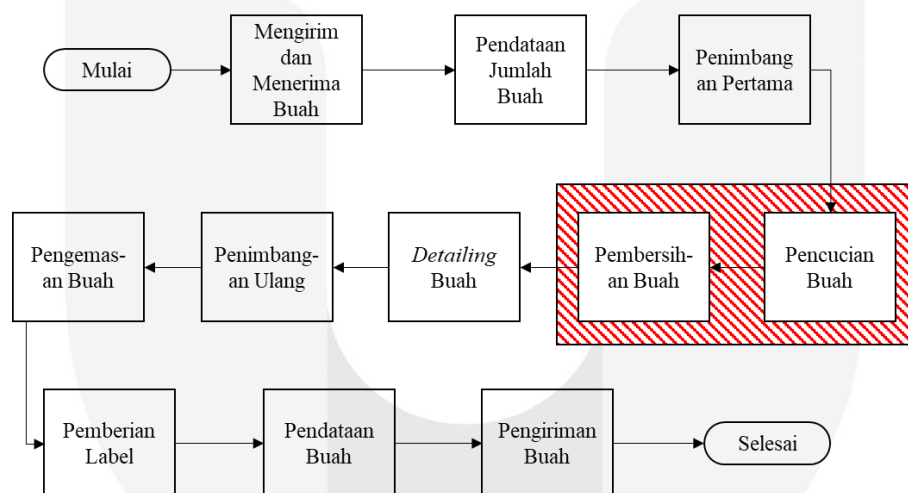
Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor ke negara-negara maju dan berkembang. Selain untuk memperbanyak keuntungan ekspor juga dilakukan karena banyaknya permintaan dari negara-negara lain. Barang-barang yang diekspor dari Indonesia dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu minyak bumi dan gas alam (migas) dan nonmigas. Barang-barang minyak bumi dan gas alam terdiri dari bensin, solar, elpiji. Kemudian barang-barang nonmigas beberapa diantaranya terdiri dari hasil pertanian dan perkebunan, seperti manggis, kopi, karet,

dll. Hasil laut dan hasil industri nonmigas juga termasuk dalam barang-barang nonmigas. Dalam hal ini ekspor barang-barang nonmigas yang berupa buah-buahan juga memiliki jumlah permintaan yang tinggi.

PT. Andalas Fiddini Agrotama, Tasikmalaya, sebagai salah satu pelaku ekspor buah-buahan di Indonesia, merupakan sebuah perusahaan swasta yang bergerak di bidang distribusi buah di Indonesia. Berdiri pada tahun 1994, perusahaan ini mengawali usaha yang bergelut di bidang buah-buahan seperti buah alpokat, duku, durian, dan manggis yang didistribusikan ke berbagai daerah di Indonesia. Namun, pada tahun 1996 perusahaan mulai untuk mengembangkan usahanya di pasar internasional dengan melakukan ekspor. Melihat data statistik dari tahun ke tahun (dapat dilihat pada Tabel I.1) bahwa Tiongkok berada dalam posisi ke-6 dalam hal ekspor buah-buahan.

Direktorat Jenderal Hortikultura Kemtan, Sarwo Edhi menyebutkan permintaan di negara Tiongkok terus meningkat setiap tahunnya. Produksi perusahaan mampu mencapai 8 kontainer perbulan, di mana 1 kontainer terdapat 16 ton buah manggis. Perusahaan mendapat *supply* dari berbagai gudang yang ada di dalam negeri. Maka dalam rangka memenuhi permintaan yang tinggi ini, perusahaan juga harus terus memperbaiki kualitas produk agar menjadi lebih baik di mana salah satu aspek yang sangat penting yaitu proses perpindahan material.

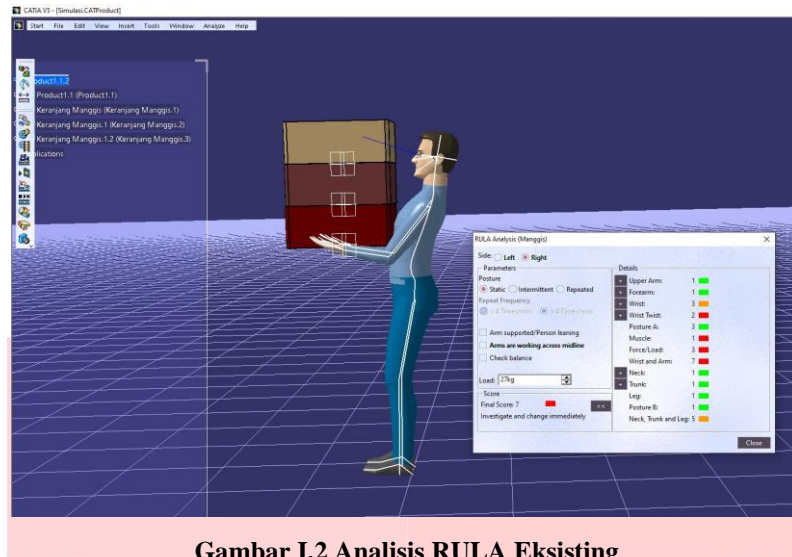
Dalam proses pengemasan buah manggis secara keseluruhan, terdapat beberapa proses yang harus dilalui diantaranya proses pencucian dan proses pembersihan. Pencucian adalah proses mencuci manggis menggunakan air dan sabun untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada kulit manggis. Sedangkan pembersihan adalah proses membersihkan manggis menggunakan air blow gun agar manggis lebih bersih. Kedua area kerja ini memiliki karakteristik kerja yang berbeda di mana pada proses pencucian area kerja cenderung basah karena menggunakan air dalam proses kerjanya dan pada proses pembersihan kering karena menggunakan angin dalam proses kerjanya. Jarak kedua area kerja ini terpisah sejauh 10 meter di mana pada area proses pencucian, lokasi kerja harus disesuaikan berdekatan dengan sumber air.



Gambar I. 1 FlowChart Proses Pengemasan Buah Manggis PT. Andalas Fiddina Agrotama x

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan oleh penulis di lapangan, diketahui proses pemindahan buah dari tempat pencucian buah menuju tempat pembersihan buah (pada Gambar I.1 yang diberi tanda merah) masih menggunakan *manual material handling* tanpa menggunakan alat bantu. Pada kondisi tersebut, buah manggis diangkat dan dibawa dengan keranjang oleh pekerja tanpa menggunakan alat bantu, di mana satu pekerja membawa 3 keranjang buah sekaligus secara ditumpuk dengan berat tiap keranjang buah sebesar 9 kg. Jarak yang harus ditempuh oleh pekerja dari tempat pencucian menuju tempat pembersihan adalah 10 meter. Kondisi ini menyebabkan pekerja harus menyesuaikan posisi pundak hingga perut sedikit ke belakang dan selanjutnya memindahkan keranjang dengan posisi yang sama. Dengan kondisi seperti ini pekerja dapat mengalami *musculoskeletal disorder* jika terus melakukan pekerjaan yang sama dan repetitif.

Untuk mengetahui nilai postur kerja pekerja saat memindahkan keranjang buah digunakan analisis postur menggunakan metode pengukuran RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*) menggunakan perangkat lunak Catia V5. Dapat dilihat pada Gambar I. 2 yang mensimulasikan pekerja yang mengangkat keranjang buah secara manual pada perusahaan.



Gambar I.2 Analisis RULA Eksisting

Beban rata-rata yang diangkat oleh pekerja PT. Andalas Fiddini Agrotama adalah 27 kg. Namun, beban maksimal yang dapat diangkat manusia dengan postur tubuh berdiri dan beban berada sejajar di depan dada dengan posisi siku membentuk sudut 90° adalah 20 kg (*Manual material handling at work: a brief guide, Health Safety Executive*). Pada Gambar I. 2 hasil analisis RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) dari pekerja yang mengangkat keranjang buah menghasilkan *final score* sebesar 7 yang mengindikasikan pada proses pemindahan buah dari tempat proses pencucian ke proses pembersihan berbahaya bagi pekerja dan harus dilakukan investigasi lebih lanjut, perubahan secepatnya untuk memperbaiki metode kerja operator.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini berusaha untuk merancang alat bantu pemindahan material atau buah untuk memperbaiki postur kerja pekerja pemindahan buah. Perancangan alat bantu angkut menggunakan metode perancangan produk rasional. Rancangan *material handling* menggunakan metode perancangan produk rasional agar *material handling* mempunyai spesifikasi yang sama dengan tujuan dan memperhatikan batasan-batasan pada area kerja. Perancangan *material handling* dapat menjadi terarah sesuai dengan tujuan (Habibie, 2015).

2. Metodologi

2.1 Material Handling

Material handling merupakan suatu proses memindahkan atau menggerakkan barang atau material. Pemilihan *material handling* pada suatu tempat menggunakan metode yang tepat, menyediakan sejumlah material yang tepat, pata tempat yang tepat, dalam proses yang tepat, posisi dan biaya yang tepat (Tompkins, et al., 2003).

Pada dasarnya *material handling* tidak memberikan nilai tambah pada produk secara langsung, namun *material handling* dapat mempengaruhi biaya produksi dan kualitas dari produk yang dihasilkan. Selain itu *material handling equipment* juga penting dalam manajemen kualitas di mana 3-5% barang rusak disebabkan oleh *material handling equipment*.

Tujuan utama dari perancangan *system material handling* adalah mengurangi ongkos produksi. Tujuan tersebut memiliki tujuan yang lebih spesifik diantaranya:

1. Meningkatkan kapasitas
2. Meningkatkan kondisi kerja
3. Meningkatkan pemanfaatan ruang dan peralatan
4. Mengurangi ongkos produksi
5. Mengurangi *defect product*

2.2 Perancangan Produk Rasional

Metode rasional merupakan suatu metode perancangan produk yang menggunakan pendekatan sistematis untuk merancang desain yang bertujuan untuk mencari solusi potensial. Perbedaan metode ini dengan metode kreativitas yaitu metode ini memiliki pendekatan yang lebih sistematis dalam perancangan. Beberapa tahapan perancangan produk rasional antara lain:

Clarifying Objective

Objectives Tree

Tujuan: Untuk mengklarifikasi tujuan desain dan sub-tujuan, serta hubungan antara keduanya.

Establishing Function

Analisis Fungsi

Tujuan: Untuk menyusun fungsi yang dibutuhkan, dan batasan sistem dari desain yang baru.

Setting Requirement

Spesifikasi Performa

Tujuan: Untuk membuat spesifikasi yang akurat dari performa yang dibutuhkan dari solusi desain.

Generating Alternative

Morphological Chart

Tujuan: Untuk menghasilkan berbagai macam solusi alternatif untuk produk, dan untuk memperluas solusi potensial baru.

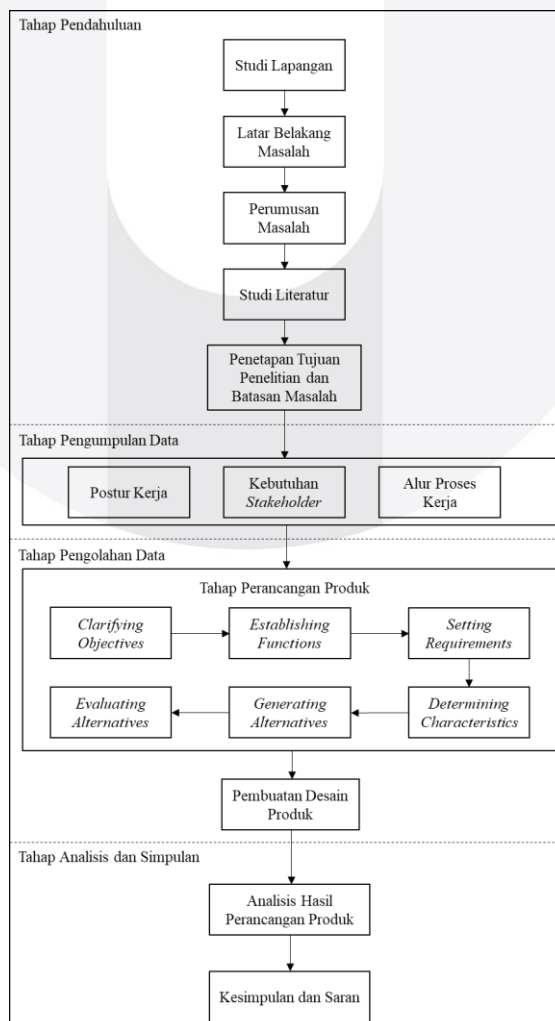
Evaluating Alternatif

Weighted Objective

Tujuan: Untuk membandingkan nilai utilisasi dari setiap alternatif desain, dalam basis performa dibandingkan dengan produk referensi.

Model ini mendesain secara terintegrasi, aspek prosedural dari desain dengan aspek struktural dari permasalahan desain.

3. Sistematika Pemecahan Masalah



4. Pengolahan Data

4.1 Clarifying Objective

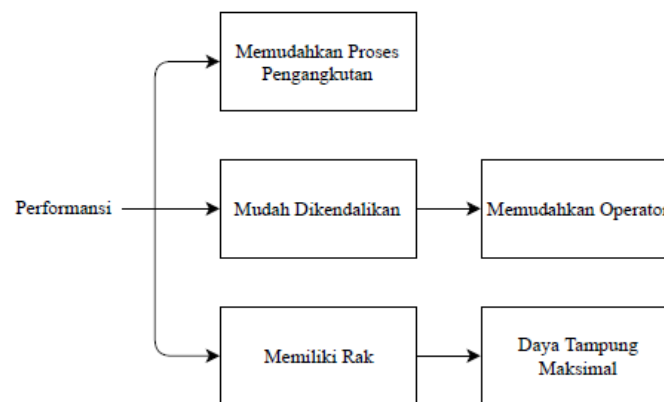
Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan tujuan perancangan dari produk yang akan dibuat. Untuk menentukan tujuan tersebut menggunakan metode *objective tree* untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan juga menunjukkan struktur korelasi tujuan antar kedua atribut tersebut. Dan mengidentifikasi sesuai dengan tingkatan general dari tujuan perancangan (Cross, 2005). Tujuan perancangan tersebut diidentifikasi dari tujuan perbaikan yang didapatkan dari hasil pengambilan data dan berikut adalah hasil dari tujuan perbaikan:

- a. MHE dapat mempermudah pengangkutan
- b. MHE mudah dikendalikan
- c. MHE memiliki rak
- d. MHE dapat menyesuaikan kondisi stasiun kerja

Setelah mengidentifikasi tujuan perancangan selanjutnya akan dibuat *objective tree* untuk mengidentifikasi tujuan utama dan sub tujuan serta mengetahui struktur korelasi antar tujuan dan sub tujuan dari level tertinggi hingga level terendah.

- a. Sub tujuan berdasarkan Kinerja/Performansi

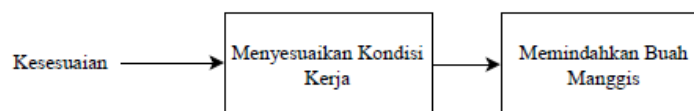
Performansi merupakan fungsi operasi dari sebuah *material handling equipment* yang akan dirancang dan harus dapat melakukan fungsi utama dari produk tersebut. Berikut merupakan *objective tree* untuk fungsi utama produk:



Gambar IV. 1 Tree Diagram Performansi

- b. Sub tujuan berdasarkan Kesesuaian

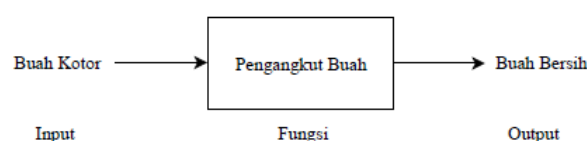
Kesesuaian bertujuan agar *material handling equipment* yang dirancang sesuai dengan kondisi stasiun kerja di mana produk akan digunakan.



Gambar IV. 2 Tree Diagram Kesesuaian

4.2 Establish Function

Pada tahap ini adalah untuk menganalisis fungsi dari produk tersebut dan menentukan batasan fungsi agar produk tersebut berfungsi sebagaimana tujuan awal. Pada tahap ini menggunakan metode analisis fungsi dengan menggambar *Black Box*. Pada *black box* ini menganalisis fungsi utama dari *material handling*, *input* dan *ouput* seperti pada gambar di bawah ini:



4.3 Setting Requirement

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat spesifikasi kinerja dari suatu rancangan agar hasil rancangan akurat sesuai dengan tujuan perbaikan. Pada tahap ini menggunakan metode *Performance Specification Model*. *Performance specification* model bertujuan untuk menentukan batasan yang perlu dicapai oleh rancangan produk (Cross, 2005).

4.4 Determining Characteristic

Pada tahap *determining characteristic* adalah mengidentifikasi dari tujuan perbaikan dan perancangan untuk diterjemahkan menjadi karakteristik teknik dari *material handling equipment* yang akan dirancang. Metode yang akan digunakan adalah *Quality Function Deployment (QFD)*, pada metode tersebut mengidentifikasi hubungan antar tujuan perbaikan dan karakteristik teknik serta mengidentifikasi hubungan antar karakteristik teknik agar proses desain dapat memenuhi pertimbangan semua aspek baik kualitas dan kebutuhan pelanggan. (Cross, 2005).

Tabel IV. 1 Simbol Hubungan Antar Atribut Produk

Simbol	Hubungan	Keterangan
●	<i>Strong</i>	Menunjukkan hubungan yang kuat antar matriks
○	<i>Moderate</i>	Menunjukkan hubungan yang sedang antar matriks
△	<i>Weak</i>	Menunjukkan hubungan yang lemah antar matriks

Tabel yang digunakan memiliki 2 kategori yang disusun secara vertikal dan horizontal yang di dalamnya akan diisi dengan skala dengan tingkatan seperti pada tabel di atas.

Tabel IV. 2 Hubungan Antar Atribut Produk

	Dimensi MHE	Jumlah rak	Dimensi rak	Lebar roda
Postur kerja ergonomis	●			
Memiliki rak		●	○	
Mudah dikendalikan	△			●
Menyesuaikan kondisi stasiun kerja	●			
Satuan	cm	unit	cm	cm
Target	90 x 70 x 85	>4	10 x 40 x 30	7

4.5 *Generating Alternatives*

Tahapan ini bertujuan untuk memunculkan alternatif-alternatif desain yang akan menjadi solusi dari permasalahan pada proses perpindahan dari area pencucian ke area pembersihan. Alternatif desain tersebut berupa data teknis dan jenis komponen yang digunakan, oleh karena itu untuk mempermudah menentukan alternatif desain tersebut pada tahapan ini menggunakan metode *morphological chart* dan memunculkan aspek alternatif yang penting dan gambaran produk yang tidak abstrak untuk memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan (Cross, 2005).

4.6 *Evaluating Alternatives*

Pada Tahap ini melakukan pemilihan terhadap kombinasi-kombinasi konsep yang muncul pada tahap sebelumnya. Pemilihan alternatif ini dilakukan dengan mempertimbangan kesesuaian konsep dengan tujuan perbaikan perancangan *material handling equipment*. Dan juga mempertimbangkan prioritas dari perancangan

Berikut adalah tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria yang didapat dari hasil validasi dengan salah satu *stakeholder* yaitu direktur PT. Andalas Fiddini Agrotama.

Tabel IV. 11 Tingkat Kepentingan Kriteria

Kriteria	Tingkat kepentingan
Postur kerja ergonomis	4
Memiliki rak	4
Mudah dikendalikan	4
Menyesuaikan kondisi stasiun kerja	4

Tingkat kepentingan tersebut menggunakan skala 1 sampai 5. Dimulai dari nilai 1 dengan sangat tidak penting hingga nilai 5 dengan definisi sangat penting.

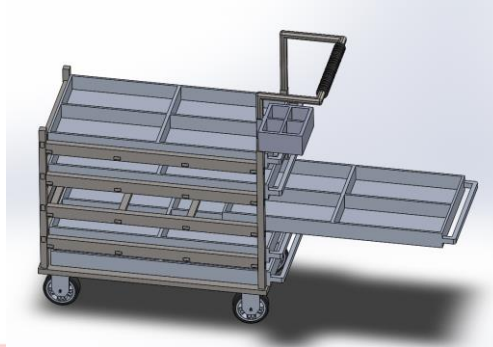
5. Hasil

Tahap penyusunan kebutuhan berfungsi untuk menentukan target spesifikasi yang harus dipenuhi agar rancangan *material handling* sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang diinginkan perusahaan. Penentuan target spesifikasi didasarkan pada kondisi lapangan dan standar pembuatan produk. Dapat dilihat pada Tabel V.2 berikut yaitu target spesifikasi *material handling*:

Tabel V.1 Target Spesifikasi *Material Handling*

No.	Metrik	Satuan	Nilai
1.	Panjang platform	cm	90
2.	Lebar platform	cm	70
3.	Tinggi platform	cm	85-87

Gambar V.1 merupakan konsep yang didapat dari hasil penyaringan dan penilaian konsep. Bentuk pegangan menggunakan bentuk U-Shape dan menggunakan karet pada bagian *handle*. Jenis penggerak alat menggunakan roda dengan sistem penggerak dorongan pekerja. Bentuk rak terdiri dari 5 tingkat, dimana tiap tingkat rak dapat menampung 4 keranjang buah manggis.



Gambar V. 1 Konsep Terpilih

Gambar V.1 merupakan konsep terpilih yang diusulkan untuk membantu transportasi dari satu stasiun ke stasiun lain. Desain ini menggunakan dimensi tinggi siku dari tanah, Panjang lengan serta dimensi dari *layout* operasi yang memungkinkan *trolley* bermaneuver.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data, perancangan desain, dan analisis dari setiap tahapan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil konsep *material handling* terpilih untuk membantu proses perpindahan buah yaitu *material handling equipment* dengan tipe troli. *Handle* yang digunakan berbentuk U-Shape dan dilapisi dengan karet. Pada bagian rak terdiri dari 5 tingkat. Paga bagian penggerak terdiri dari 4 roda yang dapat memutar 360°. Spesifikasi dari dimensi troli ini panjang 90 cm, lebar 70 cm, serta tinggi troli 85-87 cm.
2. Dari perhitungan *recommended weight limit* ditemukan bahwa sebelum adanya alat bantu besar *load index* berkisar 16.86 hingga 17.57, tetapi setelah ada alat bantu menjadi 0.03.
3. Dari perhitungan yang dilakukan pengukuran postur kerja menggunakan RULA pada penggunaan *material handling* usulan bernilai 4. Nilai akhir RULA berkurang sehingga *material handling* yang coba diusulkan dapat membantu mengurangi beban kerja pekerja.

7. Daftar Pustaka

- [1] Chaffin, Anderson. (1991). *Occupational Biomechanical Models*. Chicago.
- [2] Cross, N, (2000). *Engineering Design Method: Strategies for Product Design (Vol. Third Edition)*. England: John Wiley & Sons.
- [3] Habibie, R. (2015). Perancangan *Material Handling Equipment* Pada Proses Oksidasi Enzimatis ke Pengeringan Bubuk Teh Menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional.
- [4] K.R. Boff & J.E. (1988). *Engineering Data Compendium: Human Perception and Performance*, Lockwood Library Science & Engineering Reference Collection, Lincoln, USA
- [5] Maynard, Harold., Stegemerten, G.J., Schwab, J.I. (2012). *Method Time Measurement*: McGraw Hill. New York.
- [6] Statistik, B. P. (2017, januari 23). *Ekspor Buah-buahan Menurut Negara Tujuan Utama, 2002-2015*. Diambil kembali dari Ekspor Buah-buahan Menurut Negara Tujuan Utama, 2002-2015 Website: <https://www.bps.go.id/stactable/2014/09/08/1021/ekspor-buah-buahanmenurut-negara-tujuan-utama-2002-2015.html>
- [7] Tompkins, J.A., Bozer, J.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M., & Trevino, J (2003). *Facilities Planning (Vol. Third Edition)*. United States of America: John Wiley & Sons
- [8] Ulrich, Karl. (1995) *The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm* : research Policy, vol 24, 419-440
- [9] Waters, T., Putz-Anderson, V., Garg, A. (1993). *Revised NIOSH equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Task*, McGraw Hill, New York.