

## ANALISIS DAN RANCANGAN ULANG SISTEM PERPINDAHAN MATERIAL DI PT DWI INDAH MENGGUNAKAN *MATERIAL HANDLING GENERAL ANALYSIS PROCEDURE*

Oka Sutarto Putra<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal, ST.,MM<sup>2</sup>, Devi Pratami, ST.,MT<sup>3</sup>  
 Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom  
[okasputra@gmail.com](mailto:okasputra@gmail.com)<sup>1</sup>, [iqbal.stradivari@gmail.com](mailto:iqbal.stradivari@gmail.com)<sup>2</sup>, [pratami.devi@gmail.com](mailto:pratami.devi@gmail.com)<sup>3</sup>

### Abstrak

PT Dwi Indah merupakan perusahaan yang ahli di bidang manufaktur dan pengekspor *LLDPE Stretch Film* dan *Pallet Wrapping*. PT Dwi Indah memiliki dua divisi yaitu, divisi *core paper* yang memproduksi *core* dan divisi *stretch film* yang memproduksi *LLDPE stretch film paper* dengan berbagai macam ukuran. Keberagaman produk yang dihasilkan tersebut berdampak pada aliran material dan jarak tempuh yang dilalui *material handling equipment* tidak efisien karena *backtracking* yang terjadi dapat memperpanjang jarak tempuh *material handling equipment*. Selain itu *unit load* yang tidak optimal berakibat pada tingginya frekuensi perpindahan. Kedua permasalahan tersebut akan berdampak kepada biaya yang dikeluarkan oleh PT Dwi Indah.

*General Analysis Procedure* merupakan pendekatan yang sistematis dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada *material handling* yang dapat membantu menyusun ulang sistem perpindahan material yang kompleks dan mengarahkan pada usulan yang tepat.

Perancangan ulang *material handling system* ini menghasilkan jarak perpindahan antar mesin dan MHE usulan yaitu, *forklift truck* dan *cargo lift* menjadi *reach truck* dan *hand pallet jack* menjadi *electric pallet truck* sehingga total biaya MHE yang dikeluarkan mengalami penurunan sebesar 29,49%. Peningkatan *unit load* mencapai 50% dengan *reach truck*, *electric pallet truck* sebesar 11%-19%, dan *forklift truck B* 50%.

**Kata Kunci:** *material handling system, general analysis procedure, backtracking, unit load, MHE*

### Abstract

PT Dwi Indah is a company which expert in manufacturing and exporting *LLDPE cast stretch film* and *core paper*. PT Dwi Indah has two division, *core paper division* which produce *core paper* and *stretch film division* which produce *LLDPE cast stretch film* with various size. Various products that has been produced affecting the flow material and travelled distance of *material handling equipment* which make it doesn't efficient because of *backtracking* that occurred could make travelled distance of *material handling equipment* become further. Moreover, *unit load* which is not optimal could cause high handling frequency. Those two problems could affecting the cost of which PT Dwi Indah spends.

*General Analysis Procedure* is a systematic approach which used for solving the problems of *material handling* that could help reorder complex *material handling system* and guiding to right proposal.

This redesign of *material handling system* generate handling distance and MHE solution that replacing the function of *forklift truck* and *cargo lift* with *reach truck* and *hand pallet jack* with *electric pallet truck* so the cost of MHE decreased to 29,49%. *Unit load* of *reach truck* increasing to 50%, 11% - 19% with *hand pallet jack*, and 50% for *forklift truck B*.

**Keywords:** *material handling system, general analysis procedure, backtracking, unit load, MHE*

### 1. Pendahuluan

Berdasarkan dari data produksi PT Dwi Indah periode bulan Oktober dan November pada tahun 2013, didapatkan rata-rata Output Produksi 22.812 Kg *LLDPE Cast Stretch Film* per harinya. Dari data tersebut, rata-rata pemindahan material pada divisi *stretch film* sama dengan Output. Frekuensi perpindahan paling tinggi pada divisi *LLDPE Cast Stretch Film* adalah 24 kali, sedangkan pada divisi *Core* frekuensi perpindahan adalah 11 kali per hari. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya kapasitas pengangkutan material. *Unit Load* yang besar meningkatkan *work-in-process inventory* karena material harus diakumulasikan ke kapasitas maksimal *unit load* sebelum wadah atau

*pallet* dipindahkan. Permasalahan berikutnya yang terjadi adalah belum adanya *flow material* yang baik dari kegiatan produksi. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *backtracking* dan juga *crosstracking* dari kegiatan perpindahan antar komponen penyusun.

Untuk itu perlu adanya analisis dan perancangan ulang sistem pemindahan material pada PT Dwi Indah. Perancangan sistem pemindahan material di PT Dwi Indah mencakup beberapa hal yaitu *Unit load, material handling equipment, ongkos material handling* dan *flow material*. Pendekatan yang dipakai adalah *General Analysis Procedure*. *General Analysis Procedure* merupakan pendekatan yang sistematis dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada *material handling* yang dapat membantu menyusun ulang sistem perpindahan material yang kompleks dan mengarahkan pada usulan yang tepat.

**2. Landasan Teori dan Metodologi Penelitian**

**2.1 Landasan Teori**

**2.1.1 Perancangan Sistem Material handling**

*Material handling* mempunyai arti penanganan material dalam jumlah yang tepat dari material yang sesuai dalam kondisi yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar. Jika digunakan metode yang sesuai, maka sistem *material handling* akan terjamin/aman dan bebas dari kerusakan. Sistem *Material handling* berfokus pada (Apple, 1990):

1. *MOTION*: Setiap produk harus dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Dan sebuah *material handling* harus bisa memberikan peran tersebut.
2. *TIME*: Sebuah *material handling* harus bisa mengatasi masalah pada sebuah industri untuk setiap waktu sehingga dapat terpenuhi kedatangan sebuah produk dengan tepat, tidak terlambat atau pun terlalu awal.
3. *QUANTITY*: *Material handling* bertugas untuk memastikan serta mampu membawa produk/barang yg diantar ke berbagai lokasi dengan jumlah yang benar.
4. *SPACE*: Kebutuhan akan *space* sangat dipengaruhi oleh bentuk aliran dari sistem *material handling* nya.

**2.1.2 Ongkos Material Handling**

Persamaan yang digunakan untuk menghitung ongkos *material handling* adalah sebagai berikut (Apple, 1990):

$$C = \frac{V_{tool}}{V_{mat}} \tag{II.1}$$

Dimana,

C = Kapasitas alat angkut (unit)

$V_{tool}$  = Ukuran alat angkut (m<sup>3</sup>)

$V_{mat}$  = Ukuran unit dipindah (m<sup>3</sup>)

$$f = \frac{n_{mat}}{C} \tag{II.2}$$

Dimana,

F = Frekuensi pemindahan

$n_{mat}$  = Jumlah unit yang dipindahkan

C = Kapasitas alat angkut (unit)

$$OMH/m = \frac{Cost}{d} \tag{II.3}$$

Dimana,

OMH/m = biaya angkut/ meter (Rp/m)

Cost = biaya operasi/ jam (Rp/jam)

d = jarak angkut/ jam (m/jam)

sehingga biaya *material handling* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$OMH = r \times f \times OMH/m \tag{II.4}$$

Dimana,

OMH = ongkos *material handling*

r = jarak perpindahan (m)

f = frekuensi pemindahan

### 2.1.3 Unit Load

*Unit load* menjelaskan bahwa material sebaiknya ditangani dengan segala sesuatu yang paling efisien, maksimal jumlah unit secara teknis untuk mengurangi jumlah perpindahan yang seharusnya tidak perlu dilakukan atau bisa di gabungkan, sebuah pertanyaan logika yang tepat untuk *Unit load Principle* ialah “*What is the right size for a package or load?*” .

Kelebihan *Unit load*:

- a) Lebih banyak material yang ditangani pada saat yang sama dapat mengurangi jumlah perjalanan yang diperlukan sehingga berpotensi mengurangi ongkos *material handling*, mengurangi waktu bongkar muat dan mengurangi kerusakan produk.
- b) Memungkinkan penggunaan peralatan penanganan material standar.

### 2.1.4 Equipment Selection Procedure

Pemilihan dari komponen utama dari *material handling equipment* merupakan kegiatan yang kompleks dan sulit, berdasarkan faktanya begitu banyak jenis yang berbeda dari peralatan yang dipilih. Jumlah dari peralatan *material handling* mencapai 570 jenis peralatan *material handling*. Pemilihan peralatan harus sesuai dengan karakteristik material, jenis perpindahan, dan kebutuhan yang sesuai dengan kapasitas. Terdapat 9 prosedur dalam pemilihan peralatan *material handling*, diantaranya:

1. Menghubungkan faktor-faktor yang terkait dengan permasalahan inti.
2. Menentukan derajat yang tepat secara *mechanical*.
3. Membuat usulan dan pilihan sementara peralatan *material handling*.
4. Memilih beberapa peralatan sehingga lebih sempit.
5. Evaluasi setiap peralatan.
6. Verifikasi peralatan apakah sesuai dengan sistem perpindahan *existing*.
7. Menentukan peralatan yang paling tepat.
8. Menyiapkan spesifikasi detail peralatan.
9. Mengajukan pada manajemen.

### 2.1.5 General Analysis Procedure

Dalam menganalisis dan mencari solusi terbaik untuk permasalahan penanganan material diperlukan sebuah prosedur yang detail dan sistematis. Berikut ini merupakan prosedur ataupun tahapan dari *General Analysis Procedure* (Apple, 1990):

#### **Definition**

- I. Mengidentifikasi Masalah
- II. Menentukan Ruang Lingkup Masalah
- III. Menentukan Tujuan
- IV. Mendefinisikan Masalah

#### **Investigation**

- V. Mengidentifikasi kebutuhan data
- VI. Menetapkan *Work Plan* dan *Schedule*
- VII. Pengumpulan Data
- VIII. Pengolahan dan Analisis Data

#### **Solution**

- IX. *Improvement*
- X. Mempersiapkan Justifikasi
- XI. Memperoleh Persetujuan *Management*
- XII. Evaluasi

#### **Installation**

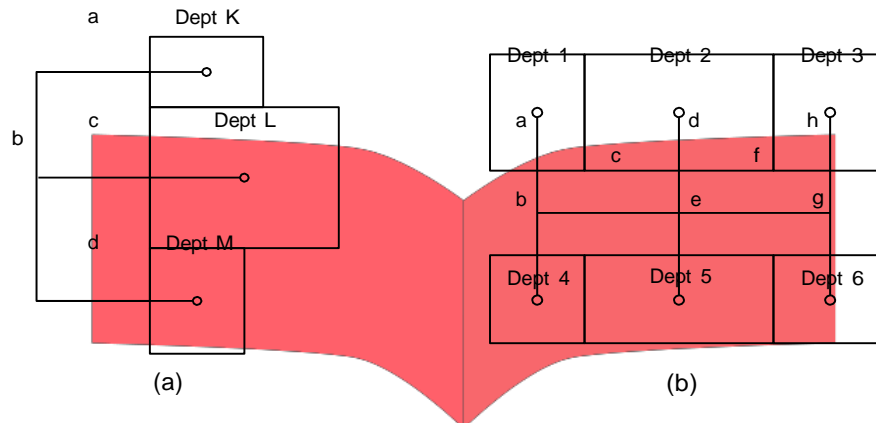
- XIII. Implementasi
- XIV. Mengawasi *Installation*
- XV. *Follow up*

**2.1.6 Jarak Aisle Distance**

Jarak *aisle distance* merupakan pengukuran jarak secara aktual, dengan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut bahan atau *material handling*. (Heragu, 2008). Dalam pengukuran jarak *aisle distance* diformulasikan sebagai berikut:

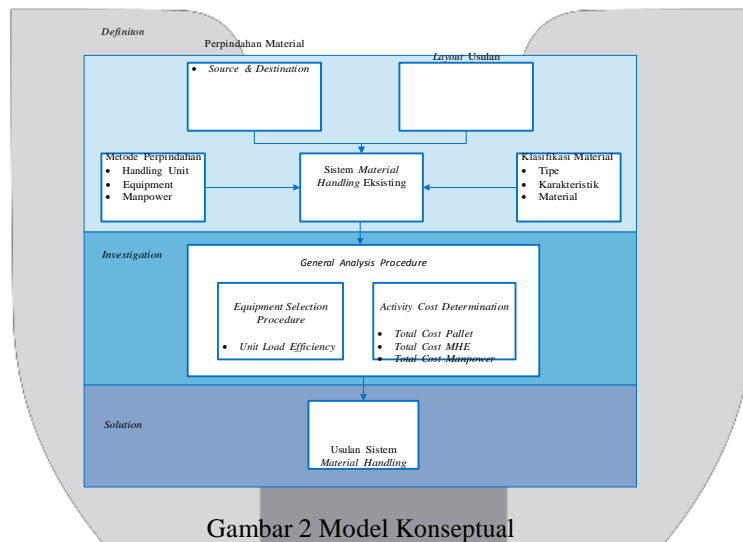
Contoh:  $DK-L = a + b + c$

$D1-6 = a+c+f+g$



Gambar 1 Formulasi jarak *aisle distance* (Sumber: Heragu, 2008)

**2.2 Model Konseptual**



Gambar 2 Model Konseptual

Pada Gambar 2 dapat dilihat model konseptual yang dibuat menyesuaikan dengan *framework* yang digunakan, yakni *General Analysis Procedure*. Model konseptual penelitian ini terbagi menjadi 3 tahap. Tahap pertama yaitu *Definition* yang memiliki 3 inputan *Sistem Material handling* yaitu perpindahan material, klasifikasi material, metode perpindahan material, dan *layout* usulan. Berikutnya pada tahap *investigation* terdapat dua bagian yaitu *Equipment Selection Procedure* dan *Activity Cost Determination*. Pada tahap terakhir didapatkan usulan sistem *material handling*.

**3. Pembahasan**

**3.1 Material handling System Eksisting**

Biaya perpindahan adalah total biaya dari kegiatan perpindahan yang dihasilkan dalam seluruh proses produksi. Dalam perhitungannya, data yang menjadi masukan adalah data biaya *material handling equipment* per perpindahan, biaya *pallet*, biaya *manpower* per perpindahan, jarak tempuh MHE serta data frekuensi perpindahan

yang nantinya akan mempengaruhi kuantitas perpindahan yang terjadi. Di bawah ini adalah perincian perhitungan biaya *material handling equipment* per perpindahan, biaya *pallet*, biaya *manpower* per perpindahan, jarak tempuh MHE serta frekuensi perpindahan.

Tabel 3 Perincian Biaya MHE per Meter Perpindahan PT Dwi Indah

MHE	Cost/meter (IDR)	Jarak Perpindahan (meter)	Total Biaya (IDR)/Hari
Forklift Truck 2,5 ton	1.085	71	77.078,4
Forklift Truck 3 ton A	109	925	100.540,35
Forklift Truck 3 ton B	38.18	4.505,81	172.032
Hand Pallet Jack	36.07	554	19.981.11
Cargo Lift A	8.325	18	149.842,08
Cargo Lift B	8.325	30	249.736,80
<b>Total</b>			<b>770.063.68</b>

Tabel 4 Total Cost Manpower Utilization PT Dwi Indah

Material handling Equipment	Gaji Operator / Bulan (IDR)	Jumlah Operator	Gaji Operator / Hari (IDR)	Handling Task	Biaya Handling Task (IDR)	Jarak Perpindahan (m)	Biaya Handling Task/Meter(IDR)
Forklift 3 ton A	2,300,000	1	88,461	35 %	30,961.35	925	33.47
Forklift 3 ton B	2,300,000	1	88,461	75 %	66,345.75	4505.81	14.72
Forklift 2,5 ton	2,300,000	1	88,461	25 %	22,115.25	71.04	311.31
Hand Pallet Jack	2,300,000	1	88,461	50 %	44,230.50	553.98	79.84

### 3.2 Material handling System Usulan

Berdasarkan usulan-usulan yang dibuat dari *material handling equipment*, *support equipment*, *unit load*, dan adanya tata letak usulan, maka langkah terakhir adalah melihat *improvement* yang terjadi pada ongkos perpindahan keseluruhan. Dengan adanya perhitungan ini maka dapat dilihat berapa besar *improvement* yang didapat untuk sistem perpindahan material produksi PT Dwi Indah. Berikut adalah Tabel rincian biaya MHE usulan pada PT Dwi Indah.

Tabel 5 Rincian Biaya MHE Usulan Divisi Core Paper

MHE	MHE Cost/meter (IDR)	Perpindahan (meter)	Biaya Total/hari (IDR)
Reach Truck A	4.768	35,52	169.344
Electric Pallet Truck	272,13	246,32	67.032
Reach Truck B	668,02	253,5	169.343
<b>Total</b>			<b>405.720</b>

Tabel 6 Rincian Biaya MHE Usulan Divisi LLDPE Cast Stretch Film

MHE	MHE Cost/meter (IDR)	Perpindahan (meter)	Biaya Total/hari (IDR)
Forklift Truck B	75,75	2270,93	126.542,88
<b>Total</b>			<b>126.542,88</b>

Biaya sumber daya manusia atau *manpower* merupakan biaya yang vital pada sistem perpindahan material. Sebelumnya telah diberikan rincian perhitungan biaya *manpower* eksisting yang ada pada perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel tersebut dapat dilihat bahwa perhitungan biaya *manpower* adalah berdasarkan 3 hal yaitu gaji per bulan, proporsi pekerjaan perpindahan material, serta jarak perpindahan yang dilakukan. Ketiga hal tersebut memiliki besaran yang berbeda-beda tergantung dimana pekerja ditempatkan. Hasil perhitungan usulan

menyebabkan pada perubahan bayaran handling task/untuk para pekerja. Berikut adalah Tabel yang menunjukkan *total cost manpower* usulan serta Tabel besaran perubahan yang terjadi.

Tabel 7 Perbandingan Biaya *Manpower* Eksisting dan Usulan

Machinery/Equip	Gaji Operator/ Bulu (IDR)	Jumlah Operator/ Pentor	Gaji Operator/ Bari (IDR)	Htu/Task	Biaya Manpower/Task (IDR)	Jarak (m)	Biaya Manpower/Task/Meter
Reach Truck A	2,300,000	1	88,461	25%	22,115.25	35.52	Rp 622.61
Reach Truck B	2,300,000	1	88,461	35%	30,961.35	253.50	Rp 122.14
Forklift Truck B	2,300,000	1	88,461	75%	66,345.75	2151.20	Rp 30.84
Hand Pallet Jack	2,300,000	1	88,461	50%	44,230.50	246.32	Rp 179.56

Biaya perpindahan material usulan didapat dari keseluruhan usulan yang telah dianalisis diatas yaitu meliputi *main equipment, support equipment, unit load, flow* serta jarak yang ada. Berikut adalah Tabel yang menunjukkan perbandingan biaya perpindahan material eksisting dan usulan.

Tabel 8 Perbandingan Total Biaya Perpindahan Eksisting dan Usulan Pada Tiap Divisi

Core Paper			LLDPE Cast Stretch Film		
Biaya Eksisting (IDR)	Biaya Usulan (IDR)	Improvement (%)	Biaya Eksisting (IDR)	Biaya Usulan (IDR)	Improvement (%)
730,515	492,230.91	32,62%	242,931,43	194,189.36	20,06%

Pada Tabel perbandingan biaya perpindahan material eksisting dan usulan diatas didapatkan penurunan biaya per hari pada divisi *core paper* dari Rp 730,515 menjadi Rp 492.230,91 per hari, dimana improvement nya sebesar 32,62%. Hal ini disebabkan karena pada divisi *core paper* terjadi pergantian *forklift truck* dan *cargo lift* menjadi *reach truck*, dimana sebagian besar biaya perpindahan divisi *core paper* pada kondisi eksisting dipengaruhi oleh biaya listrik *cargo lift* yang mahal. Sedangkan pada divisi *LLDPE cast stretch film* terjadi penurunan biaya sebesar 20,06% karena sebagian besar disebabkan oleh biaya bahan bakar yang berkurang akibat jarak tempuh yang juga berkurang. Efisiensi total biaya *material handling* eksisting dibandingkan dengan total biaya *material handling* usulan sebesar 29,49% dimana total biaya *material handling* eksisting yang awalnya sebesar Rp 973.446,44 menjadi Rp 686.420,26.

**3.3 Break Even Point**

Salah satu pendekatan yang digunakan manajemen dalam perencanaan laba adalah metode titik impas (*break even point*). Impas sendiri diartikan keadaan suatu usaha yang tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi. Dapat pula dengan kata lain suatu usaha dikatakan impas jika pendapatan sama dengan jumlah biaya.

Pada penelitian ini penulis akan menghitung kapan waktu titik impas dari investasi pembelian MHE yang baru untuk meyakinkan pihak manajemen.

Selisih pengeluaran total biaya perpindahan eksisting dan usulan per harinya adalah Rp 287.026,184. Karena penulis mengusulkan untuk membeli MHE baru maka total biaya pembelian adalah Rp 431.250.000 yang dikeluarkan Selain itu penulis menyarankan MHE PT Dwi Indah yang lama dijual dengan total penjualan MHE lama Rp 171.000.000. Hal ini dilakukan agar Keuntungan penjualan MHE lama dapat mengurangi biaya investasi pembelian MHE baru.

Karena dalam setahun terdapat 317 hari kerja dan keuntungan penggantian MHE baru adalah Rp 287.026,184, maka PT Dwi Indah akan BEP dalam jangka waktu :

$$(Rp\ 431.250.000 - Rp\ 171.000.000) : (Rp\ 287.026,184 \times 317) = 2,8\ Tahun$$

Jika PT Dwi Indah memutuskan untuk mengganti MHE eksisting dengan MHE Usulan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik impas adalah 2,8 tahun.

#### 4. Kesimpulan

1. Perancangan ulang *material handling system* dengan menggunakan *framework General Analysis Procedure* ini telah menghasilkan MHE usulan bagi kegiatan produksi PT. Dwi Indah pada divisi *core paper* dan *LLDPE cast stretch film*. *Material handling equipment* yang menjadi usulan yaitu penggantian *forklift truck* dan *cargo lift* dengan *reach truck A* pada divisi *core paper*. Selain kapasitas *reach truck* lebih besar, MHE ini juga memiliki 2 fungsi yang sama dengan *forklift* dan *reach truck*.
2. Usulan *support equipment* untuk menggantikan *pallet* kayu adalah *pallet* plastik yang memiliki keunggulan dari aspek alokasi biaya per hari, masa pakai, dan ketahanan. Biaya *pallet* kayu dengan sistem beli membutuhkan sebesar Rp 520.00 per tahun per *pallet* sedangkan *pallet* plastik dengan sistem beli Rp 470.000 per 7 tahun per *pallet*.
3. Pada divisi *core paper* yang awalnya hanya mencapai 1.068 kg mengalami peningkatan sehingga mencapai 2.136 kg karena penggantian *forklift* dengan *reach truck lift*. Peningkatan daya angkut juga terjadi pada *hand pallet jack* sebesar 11%-19%. Hal ini dikarenakan pergantian *hand palet jack* oleh *electric pallet truck*. Peningkatan kapasitas daya angkut *forklift truck B* pada divisi *LLDPE cast stretch film* yang pada awalnya hanya mencapai 1.202 kg saat ini bisa mencapai 2.273
4. Penurunan biaya tersebut terjadi karena dalam usulan perpindahan digunakan *reach truck* yang menggantikan fungsi *forklift truck* dan *cargo lift* sehingga biaya per hari *material handling equipment* berkurang dan penggunaan *pallet* plastik dengan sistem beli dimana total biaya *pallet* lebih murah 61,39%. Selain itu dengan berkurangnya jarak tempuh MHE maka penggunaan bahan bakar menjadi semakin sedikit sehingga menjadi salah satu faktor yang mengurangi biaya MHE.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Apple, James M. 1972. *Material handling Systems Design*. United States of America: The Ronald Press Company.
- [2] Bazaraa, Mokhtar Sadek. 1967. *THE DETERMINATION OF THE OPTIMUM LEVEL OF MECHANIZATION IN THE SELECTION OF MATERIALS HANDLING EQUIPMENT*. Georgia Institute of Technology.
- [3] Widayana, Brellian Gema. 2014. RANCANGAN USULAN SISTEM PERPINDAHAN MATERIAL PADA PT. CHITOSE INDONESIA MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE *GENERAL ANALYSIS PROCEDURE*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri *Telkom University*.
- [4] Faiz, Muhammad. 2008. MATERIAL HANDLING SYSTEM DEVELOPMENT IN FACTORY USING CATIA V5 SOFTWARE. Universiti Teknikal Malaysia Melaka
- [5] Heragu, Sunderesh S. 2008. *Facilities Design*. USA: Sunderesh Heragu
- [6] Imawan, Faizal Mifta. 2013. RANCANGAN USULAN SISTEM PERPINDAHAN MATERIAL DI PT FOXIMAS MANDIRI MENGGUNAKAN *METODE GENERAL ANALYSIS PROCEDURE* UNTUK MENGURANGI ONGKOS *MATERIAL HANDLING*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri *Telkom University*.
- [7] Meyers dan Fred. 1993. *Plant layout and material handling*. United States of America: Englewood Cliffs Regents.
- [8] Nirmal, Neeraj (2011). "MATERIAL HANDLING IN FLEXIBLE

- [9] MANUFACTURING SYSTEM". *International Journal of Computer Science and Management Studies*, Vol. 11, Issue 02, Aug 2011
- [10] Prayoga, Gumilang Cahya. 2013. PERANCANGAN SISTEM PERPINDAHAN MATERIAL DI PT AGRONESIA DIVISI INKABA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *GENERAL ANALYSIS PROCEDURE*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri *Telkom University*.
- [11] Purnomo, Hari. 2004. *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12] Senthil, S (2013). "A Framework for Evaluation of Material Handling Equipment". *International Journal of Mechanical Engineering and Research*. ISSN No. 2249-0019, Volume 3, Number 5 (2013), pp. 523-528
- [13] Surahman, Usep. 2011. *Perhitungan Beban Lift*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [14] Telek, Peter (2013). "EQUIPMENT PRESELECTION FOR INTEGRATED DESIGN OF MATERIALS HANDLING SYSTEMS". *Advanced Logistic Systems*, Vol. 7, No. 2 (2013), pp.57-66.
- [15] Tompkins, J. A., dan White, J. A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A., dan Trevino. J., 2003, *Facilities Planning*, New York, NY: John, Wiley.
- [16] Vijayaram, Thoguluva Raghavan (2006). "Material Handling Technology and Significance of Expert Systems To Select Appropriate Handling Equipments In Engineering Industries: A Review". *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 65, August 2006, pp 619-624.
- [17] Wignjosubroto, Sritomo. 2000. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Gunawidya.

