



TUGAS AKHIR – TI 141501

**ANALISIS PERANCANGAN SISTEM *MATERIAL HANDLING*  
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN RISIKO BAHAYA PADA  
PG REJO AGUNG BARU**

ONIE CAHYA JUDHA  
NRP 2512 100 151

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT.  
NIP. 196605311990022001

Dosen Ko-Pembimbing  
Arief Rahman, ST, M.Sc  
NIP. 197706212002121002

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

**ANALYSIS SYSTEM DESIGN OF MATERIAL HANDLING  
WITH RISK CONSIDERATION AT PG REJO AGUNG BARU**

ONIE CAHYA JUDHA  
NRP 2512 100 151

Supervisor  
Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT.  
NIP. 196605311990022001

Co-Supervisor  
Arief Rahman, ST, M.Sc  
NIP. 197706212002121002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PERANCANGAN SISTEM *MATERIAL HANDLING*  
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN RISIKO BAHAYA PADA  
PG REJO AGUNG BARU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

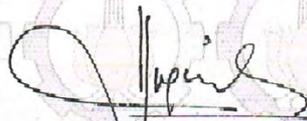
Penulis :

**ONIE CAHYA JUDHA**

**NRP 2512 100 151**

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



**Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT.**

NIP. 196605311990022001

Dosen Ko-Pembimbing



**Arief Rahman, ST, M.Sc**

NIP. 197706212002121002

**SURABAYA, JULI 2016**



# ANALISIS PERANCANGAN SISTEM *MATERIAL HANDLING* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN RISIKO BAHAYA PADA PG REJO AGUNG BARU

Nama : Onie Cahya Judha  
NRP : 2512 100 151  
Jurusan : Teknik Industri  
Pembimbing : Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT.  
Ko-Pembimbing : Arief Rahman, ST, M.Sc

## ABSTRAK

PG Rejo Agung Baru merupakan anak perusahaan dari PT Rajawali I yang bergerak pada produksi gula. Melalui peningkatan kapasitas giling menjadi 6000 TCD, PG Rejo Agung Baru terus berusaha memenuhi kebutuhan akan komoditas gula di Indonesia. Pengoperasian sistem *material handling* lori yang selama ini masih digunakan oleh perusahaan nyatanya menimbulkan *in-eficiency* karena disamping membutuhkan jumlah tenaga kerja yang banyak, biaya perawatan dan operasional lori dirasa cukup berat bagi perusahaan. Dari permasalahan tersebut, perusahaan merencanakan untuk melakukan pergantian sistem *material handling* menjadi *conveyor* dalam pengangkutan gula dari stasiun puteran menuju gudang. Penelitian ini bertujuan merancang sistem *material handling conveyor* beserta dengan mempertimbangkan beberapa aspek analisis. Analisis perbandingan berisi analisis beban kerja menggunakan NASA-TLX, analisis risiko menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta analisis finansial pada ongkos *material handling*. Berdasarkan pada analisis beban kerja didapatkan jumlah pekerja angkut optimal berjumlah 9 (sembilan) orang, selanjutnya pada analisis risiko juga didapatkan 2 (dua) nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi yang akan diprioritaskan untuk dilakukan upaya mitigasi. Mitigasi risiko dilakukan secara administratif yaitu pengadaan beberapa *safety sign* dalam mendukung terciptanya keselamatan dan kesehatan kerja serta perancangan alat pelindung pada *conveyor* yang merupakan salah satu pengendalian risiko secara *engineering*. Selisih kerugian ongkos *material handling* yang dibutuhkan pada penggunaan *conveyor* dan lori sebesar Rp 705.807.000,- dengan peningkatan produktivitas sebesar 42% atau setara dengan keuntungan perpindahan sebesar Rp 1.885.500.000,-. Pada penghematan total biaya mencapai Rp 1.179.193.000/tahun.

**Kata kunci :** *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), NASA-TLX, Ongkos *Material Handling*, *Workload Analysis*

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## ANALYSIS SYSTEM DESIGN OF MATERIAL HANDLING WITH RISK CONSIDERATION AT PG REJO AGUNG BARU

Name : Onie Cahya Judha  
NRP : 2512 100 151  
Department : Industrial Engineering  
Supervisor : Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT.  
Co-Supervisor : Arief Rahman, ST, M.Sc

### ***ABSTRACT***

*PG Rejo Agung Baru is a subsidiary company of PT Rajawali I which is engaged in the production of sugar. Through the increasing number of milling capacity to 6000 TCD, PG Rejo Agung continue to comply the needs of sugar commodity in Indonesia. The lori operation of material handling system which has been used in the company goes to the fact of in-efficiency since it requires more human resources, also the maintenance and operational costs are considered high for the company. Of these problems, the company plans to substitute the material handling system to a conveyor of transporting sugar from Puteran Station to the Warehouse. This research aims to design a material handling conveyor systems along with considering some aspects of the analysis. Comparative analysis shows the workload analysis using the NASA-TLX, risk analysis using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), also financial analysis on material handling costs. Based on workload analysis obtained the optimal number of transport workers amounts to 9 (nine), then the risk analysis was also obtained 2 (two) value of risk priority number (RPN) will be the highest priority for mitigation efforts. The risk of mitigation is done administratively with the procurement of several safety signs to support the creation of occupational safety and health as well as the design of protective equipment on a conveyor which is one of the engineering risk control. The difference of material handling loss which is needed for the use of conveyor and lorries costs Rp 705.807.000, with the increase of productivity to 42%, equivalent to a profit of movement which is Rp 1.885.500.000,- On the total cost saving sreached Rp 1.179.193.000/year.*

***Keywords : Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), NASA-TLX, Ongkos Material Handling, Workload Analysis***

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan yang wajib ditempuh di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai pelengkap dan bukti telah menyelesaikan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir. Dengan selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan moral dan spiritual kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis (Ir. Judarso Widyono dan Drg Susilorini) ,kakak-kakak penulis (Okky Prima Yudha, Ata Putri S, dan Odie Susila Yudha) beserta Keluarga besar yang selalu mendukung dan memotivasi secara Materiil, Moral, dan Spiritual kepada penulis.
2. Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D dan Yudha Andrian Saputra, ST, MBA selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan yang memberikan arahan, kebijakan, serta motivasi selama ini.
3. Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT, sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan menuntun dengan sangat baik dalam setiap proses pengerjaanya Tugas Akhir ini.
4. Arief Rahman, ST, M.Sc, selaku dosen ko-pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan perhatian kepada penulis.
5. Dewanti Anggrahini, ST, MT selaku dosen wali yang telah memberikan semangat juang, arahan, dan motivasi terhadap penulis selama di bangku perkuliahan.
6. Pak Ary Setiawan sebagai pembimbing eksternal yang telah memberikan arahan dan pengalaman yang berharga kepada penulis pada saat di pabrik selama pengerjaan penelitian ini.
7. Pak Effendi dan Pak Tjip, selaku karyawan PT. PG Rajawali I yang telah memberikan ijin dan penghubung utama pada awal-awal perijinan memasuki pabrik.

8. Segenap Karyawan PG Rejo Agung Baru (Pak Rizal, Pak Suswanto, Mas Erik, Pak Haswi), yang memberikan masukan dan informasi-informasi yang dibutuhkan dalam proses penyelesaian penelitian ini.
9. ALTIUS yang telah memberikan cerita dan doa serta memotivasi sejak penulis berada pada tataran mahasiswa.
10. Yanuar dan Mas Kampes, sebagai teman seperjuangan pengerjaan TA dan juga bimbingan Ibu Srigunani yang telah memberikan cerita bahagia dan sharing pengalaman dalam proses pengerjaan penelitian masing-masing.
11. Nur layla selaku “ko-pembimbing 2” penulis yang telah rela mengoreksi dan memberikan saran mulai dari seminar hingga sidang pada laporan tugas akhir penulis. Terimakasih atas keikhlasannya.
12. Kocin’s Family, yang telah memberikan tempat berlabuh dan menginap selama perkuliahan, terimakasih atas hura-hura dan cerita lucunya.
13. Teman-teman seperjuangan dan Keluarga Besar Teknik Industri ITS Angkatan 2012 (KAVALERI) yang telah memberikan beribu-ribu cerita dan pengalaman di kehidupan perkuliahan selama 4 (empat) tahun ini. Semoga kedepannya kita menjadi orang-orang yang terlibat dan berpengaruh untuk kemajuan Negeri, Amin.
14. GATEL 28 selaku teman-teman terbaik selama perkuliahan yang memberikan banyak cerita gila, keseruan dan pengalaman disamping kegiatan kemahasiswaan, semoga kelak kita menjadi orang-orang yang berguna untuk masyarakat, Amin.
15. Fungsionaris Brutal 2014/2015 (Novangga, Fandi, Madhan, Nur, Dini, Vio, Arvent, Yanuar, Dede, Muson, Panjul, Faza, Doni, Ade, Kolim) yang telah berkeja sama membangun HMTI 14/15 dan memberikan kisah-kisah yang membuat penulis mengerti kisah-kisah berorganisasi secara strategis.
16. Kabinet Kece Badai Hublu 14/15 (Tia, Joshua, Odel) yang telah membuat penulis mengerti apa artinya kerja sama sebenarnya, menghadapi sebuah keluarga blurss yang tentu sangat membuat kita bangga pada akhirnya.
17. Departemen Hubungan Luar HMTI ITS 14/15 (Tia, Joshua, Odel, Lukman, Rara, Indra, Abel, Arif, Eli, Angga, Tigo, Didi) yang telah menjadi rekan, adik, dan teman penulis yang telah membantu

mensukseskan hublu gen 5, terimakasih atas canda tawa bahagia selama ini.

18. Departemen Hubungan Luar HMTI ITS 13/14 (Mbak Sasa, Mas Galih, Mbak Friska, Mas Devin, Tia, Joshua, Novangga, Ary, Viona, Gegek, Nupi, Odel, Kujeng) yang telah menjadi tempat penulis merasakan organisasi pertama kali sejak mahasiswa, terimakasih telah memberikan pengalaman, ilmu, dan juga keyakinan bahwa kehidupan perkuliahan ternyata sangatlah indah jika didalamnya terdapat keluarga.
19. Mas-Mbak 2011 (Veresis) dan adik-adik 2013 (Cyprium), 2014 (Gardapati) yang telah memberikan dukungan dan juga cerita motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
20. Sodara Sepermainan yang selalu menjadi teman bermain dan nongkrong bareng penulis, terimakasih atas dukungan dan doa selama ini.
21. *And last* Nadia Farah Jessica, seorang wanita yang selama 4 (empat) tahun lebih menemani penulis hingga diujung menjadi mahasiswa . Terimakasih atas kesabaran dan kesetiaannya selama ini.

Serta berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan sebagai motivasi dalam rangka pengembangan diri menjadi lebih baik.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	6
1.5.1 Batasan.....	6
1.5.2 Asumsi .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Perancangan Fasilitas .....	9
2.2 <i>Material handling</i> .....	10
2.2.1 Jenis-Jenis <i>Material handling</i> .....	12
2.2.2 Prinsip <i>Material Handling</i> .....	15
2.2.3 Ongkos <i>Material Handling</i> (OMH).....	16
2.3 Jarak Aisle Distance .....	17
2.4 Analisis Beban Kerja.....	18

2.4.1	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja .....	18
2.4.2	<i>NASA Task Load Index (NASA-TLX)</i> .....	19
2.5	Bahaya (Hazard) .....	21
2.6	Risiko .....	23
2.6.1	Analisis Risiko Bahaya .....	23
2.6.1.1	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	24
2.6.2	Pengendalian Risiko Bahaya .....	27
2.7	<i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		33
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	33
3.2	Tahap Persiapan .....	35
3.2.1	Studi Lapangan .....	35
3.2.2	Studi Literatur .....	35
3.3	Tahap Pengumpulan Data .....	35
3.4	Tahap Pengolahan Data .....	36
3.4.1	Pembuatan Konsep Desain <i>Material handling</i> Baru .....	36
3.4.1.1	<i>Workload Analysis</i> .....	36
3.4.2	Pengukuran Risiko Bahaya pada Rancangan <i>Conveyor</i> .....	36
3.4.3	Perhitungan Total Biaya .....	37
3.5	Tahap Analisis dan Kesimpulan .....	37
3.5.1	Perbandingan Rancangan Lori dengan <i>Conveyor</i> .....	37
3.5.2	Perancangan Desain <i>Conveyor</i> .....	37
3.5.3	Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	38
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		39
4.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	39
4.1.1	Visi, Misi, dan Nilai-Nilai Perusahaan .....	41

4.1.2	Struktur Organisasi PG Rejo Agung Baru.....	42
4.1.3	Produk PG Rejo Agung Baru .....	43
4.2	Sistem <i>Material handling</i> Eksisting .....	43
4.2.1	Sistem <i>Material handling</i> PG Rejo Agung Baru.....	44
4.2.1.1	<i>Gerakan Perpindahan Material</i> .....	47
4.2.2	Identifikasi Beban Kerja .....	50
4.2.2.1	<i>Penilaian Beban Kerja Penggunaan Sistem Material handling Lori</i> .....	50
4.2.3	Identifikasi Potensi Bahaya .....	58
4.2.3.1	<i>Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> ....	59
4.2.3.2	<i>Penentuan Nilai Severity, Occurance, dan Detection</i> ....	65
4.2.4	Total Kebutuhan Biaya .....	70
4.3	Sistem <i>Material handling</i> Usulan.....	72
4.3.1	Identifikasi Beban Kerja .....	74
4.3.2	Identifikasi Potensi Bahaya .....	76
4.3.2.1	<i>Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> ....	77
4.3.2.2	<i>Penentuan Nilai Severity, Occurance, dan Detection</i> ....	81
4.3.3	Total Kebutuhan Biaya .....	86
BAB 5 ANALISA DAN INTERPRETASI HASIL RANCANGAN .....		89
5.1	Analisa Sistem <i>Material handling</i> Lori dan <i>Conveyor</i> .....	89
5.2	Analisa Beban Kerja pada Penggunaan Lori.....	91
5.3	Analisa Beban Kerja pada Penggunaan <i>Conveyor</i> .....	93
5.4	Analisa Risiko Penggunaan Lori .....	94
5.5	Analisa Risiko Penggunaan <i>Conveyor</i> .....	96
5.6	Analisa Total Kebutuhan Biaya.....	97
5.7	Desain Rancangan <i>Conveyor</i> .....	100

5.7.1	Pengadaan <i>Safety Sign</i> pada Area <i>Conveyor</i> Gantung.....	100
5.7.2	Pembuatan Komponen Pelindung Produk Gula diatas <i>Conveyor</i> .....	102
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN .....	105
6.1	Kesimpulan .....	105
6.2	Saran .....	106
6.2.1	Saran Untuk Perusahaan .....	106
6.2.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya.....	106
DAFTAR PUSTAKA	.....	107
LAMPIRAN	.....	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Spesifikasi Sistem <i>Material Handling Lori</i> .....	3
Tabel 2.1 Prinsip-Prinsip <i>Material handling</i> .....	15
Tabel 2.2 Deskripsi Faktor Pengukuran NASA-TLX.....	19
Tabel 2.3 Kategori Beban Kerja.....	21
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> .....	25
Tabel 2.5 Kriteria Penilaian <i>Occurance</i> .....	26
Tabel 2.6 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> .....	27
Tabel 2.7 Rekap Data Penelitian Sebelumnya .....	32
Tabel 4.1 Kondisi dan Detail PG Rejo Agung Baru .....	40
Tabel 4.2 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Lori di Stasiun Puteran.....	47
Tabel 4.3 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Lori di Gudang .....	48
Tabel 4.4 Jumlah Pengangkutan oleh Pekerja di Stasiun Puteran dan Gudang ....	49
Tabel 4.5 Jumlah Beban Angkut oleh Pekerja di Stasiun Puteran dan Gudang ...	50
Tabel 4.6 Pemberian <i>Rating Indicator</i> pada Lori oleh <i>Supervisor</i> .....	51
Tabel 4.7 Pemberian <i>Rating Indicator</i> pada Lori oleh Pekerja Angkut.....	51
Tabel 4.8 Pembobotan pada Lori oleh <i>Supervisor</i> .....	52
Tabel 4.9 Pembobotan pada Lori oleh Pekerja Angkut .....	52
Tabel 4.10 Hasil Nilai Produk pada Lori oleh <i>Supervisor</i> .....	53
Tabel 4.11 Hasil Nilai Produk pada Lori oleh Pekerja Angkut .....	53
Tabel 4.12 Hasil <i>Weighted Workload (WWL)</i> pada Lori oleh <i>Supervisor</i> .....	54
Tabel 4.13 Hasil <i>Weighted Workload (WWL)</i> pada Lori oleh Pekerja Angkut ..	54
Tabel 4.14 Hasil Skor NASA-TLX pada Lori oleh <i>Supervisor</i> .....	56
Tabel 4.15 Kategori Penilaian Beban Kerja Pekerja Angkut.....	56
Tabel 4.16 Hasil Skor NASA-TLX pada Lori oleh Pekerja Angkut .....	57
Tabel 4.17 Kategori Penilaian Beban Kerja Pekerja Angkut.....	58
Tabel 4.18 Potensi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) .....	59
Tabel 4.19 Potensi Bahaya Proses .....	59
Tabel 4.20 Hasil <i>Failure, Effect, Cause</i> dan <i>Control</i> pada Penggunaan Lori.....	61
Tabel 4.21 Kriteria <i>Severity</i> .....	65

Tabel 4.22 Kriteria <i>Occurance</i> .....	66
Tabel 4.23 Kriteria <i>Detection</i> .....	66
Tabel 4.24 Hasil Penentuan Nilai <i>Severity, Occurance, dan Detection</i> .....	67
Tabel 4.25 Komponen Perawatan Lori.....	70
Tabel 4.26 Asumsi Operasional.....	71
Tabel 4.27 Biaya Operasional Sistem <i>Material Handling</i> Lori .....	71
Tabel 4.28 Gerakan Pindahkan Gula Menggunakan <i>Conveyor</i> .....	75
Tabel 4.29 Waktu Penyelesaian Pengangkutan Gula Menggunakan <i>Conveyor</i> ....	75
Tabel 4.30 Potensi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	76
Tabel 4.31 Potensi Bahaya Proses.....	77
Tabel 4.32 Hasil <i>Failure, Effect, Cause</i> dan <i>Control</i> pada Penggunaan <i>Conveyor</i> .....	78
Tabel 4.33 Kriteria <i>Severity</i> .....	81
Tabel 4.34 Kriteria <i>Occurance</i> .....	82
Tabel 4.35 Kriteria <i>Detection</i> .....	82
Tabel 4.36 Hasil Penentuan Nilai <i>Severity, Occurance, dan Detection</i> .....	83
Tabel 4.37 Komponen Perawatan <i>Conveyor</i> .....	86
Tabel 4.38 Asumsi Operasional.....	86
Tabel 4.39 Biaya Operasional Sistem MH <i>Conveyor</i> .....	87
Tabel 5.1 Perbandingan Total Biaya pada Penggunaan Lori dan <i>Conveyor</i> Per Tahun.....	98
Tabel 5.2 Perbandingan Biaya Pekerja Angkut dan Bahan Bakar Lori dan <i>Conveyor</i> per Tahun.....	99
Tabel 5.3 Efisiensi dan <i>Saving Money</i> Operasional Lori dan <i>Conveyor</i> per Tahun. .....	99
Tabel 5.4 Jenis-Jenis <i>Safety Sign</i> untuk Penggunaan <i>Conveyor</i> .....	101

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Produksi Gula di Jawa Timur 2012-2015 .....	1
Gambar 1.2 Produksi Gula di PG Rejo Agung Baru 2012-2015 .....	3
Gambar 1.3 Pengangkutan Sak Gula di PG Rejo Agung Baru .....	5
Gambar 2.1 Sistematis Perencanaan Fasilitas Pabrik.....	9
Gambar 2.2 Pertimbangan Aliran Material dalam Perancangan Sistem <i>Material handling</i> .....	11
Gambar 2.3 Jenis <i>Roller Conveyor</i> dan <i>Belt Conveyor</i> Gantung.....	12
Gambar 2.4 Jenis <i>Kail Crane</i> dan <i>Tower Crane</i> .....	13
Gambar 2.5 Contoh <i>Forklift</i> .....	14
Gambar 2.6 Contoh Alat Angkut Tebu dan Gula dengan <i>Lori</i> dan Lokomotif....	14
Gambar 2.7 Formulasi Jarak <i>Aisle Distance</i> .....	17
Gambar 2.8 Contoh Kuisioner Pengisian Rating pada NASA-TLX.....	20
Gambar 2.9 Pembobotan Faktor NASA-TLX .....	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Logo Perusahaan .....	39
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT PG Rejo Agung Baru.....	42
Gambar 4.3 Produk Gula Kemasan.....	43
Gambar 4.4 Gerbong <i>Lori</i> dan Lokomotif <i>Schoma</i> di PG Rejo Agung Baru .....	45
Gambar 4.5 <i>Layout</i> Stasiun Puteran-Gudang (Area Pengangkutan Gula Menggunakan <i>Lori</i> ).....	46
Gambar 4.6 Pekerjaan Pengangkutan Sak Guladi PG Rejo Agung Baru .....	47
Gambar 4.7 <i>Layout</i> Stasiun Puteran dan Alokasi Pekerja Angkut.....	48
Gambar 4.8 <i>Layout</i> Gudang dan Alokasi Pekerja Angkut.....	49
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata <i>Weighted Workload</i> (WWL) pada <i>Supervisor</i> .....	54
Gambar 4.10 Grafik Rata-Rata <i>Weighted Workload</i> (WWL) pada Pekerja Angkut .....	55
Gambar 4.11 Grafik Hasil Skor NASA-TLX pada <i>Supervisor</i> .....	56
Gambar 4.12 Grafik Hasil Skor NASA-TLX pada Pekerja Angkut.....	58
Gambar 4.13 <i>Belt Conveyor</i> Gantung di PG Rejo Agung Baru. ....	72

Gambar 4.14 Usulan <i>Layout</i> Stasiun Puteran-Gudang (Area Pengangkutan Gula Menggunakan <i>Conveyor</i> ) .....	73
Gambar 4.15 <i>Layout</i> Gudang dan Alokasi Pekerja Angkut .....	76
Gambar 5.1 Perbandingan Rata-Rata <i>Weighted Workload</i> (WWL).....	92
Gambar 5.2 Pelindung sak Gula dari Hujan, Angin, dan Panas .....	103
Gambar 5.3 Jaring Penyangga Pencegah Sak Gula Jatuh .....	103

# BAB 1

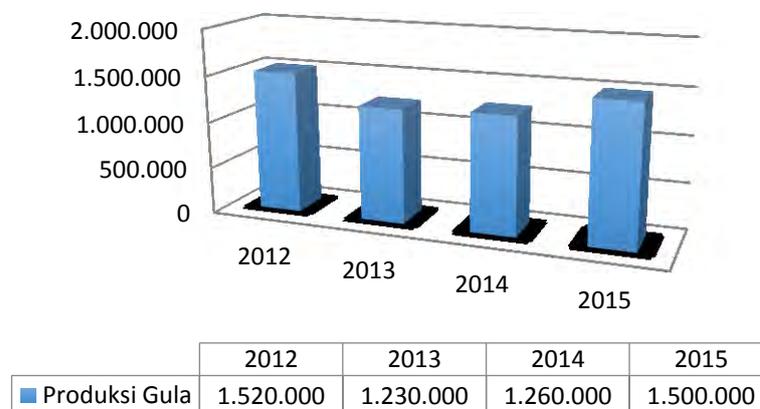
## PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi, dan sistematika penulisan.

### 1.1 Latar Belakang

Kedudukan gula sebagai bahan pemanis utama di Indonesia belum dapat tergantikan oleh bahan pemanis lainnya yang digunakan baik oleh rumah tangga maupun industri makanan dan minuman (Ernawati dan Suryani, 2013). Berdasarkan data Kementerian Pertanian di tahun 2014, luas areal tebu rakyat sebesar 252.166 Ha dan areal tebu swasta 198.131 Ha dengan kemampuan produksi gula Indonesia hanya sebesar 2,1 juta ton Gula Kristal Putih (GKP) per tahun. Angka tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang hampir berada di angka 3 juta ton/tahun. Oleh karena itu, Pemerintah Indonesia melalui Sasaran Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2012-2015 menargetkan salah satu pemenuhan pangan di bidang pertanian, yaitu gula mencapai 3,8 Juta Ton (Dewan Ketahanan Pangan, 2015).

Di wilayah Jawa Timur sendiri berdiri 31 PG dengan total kapasitas 90.430 TCD (*Ton Cane per Day*). Pada Gambar 3.1 menunjukkan data produksi gula di Jawa Timur empat tahun terakhir.



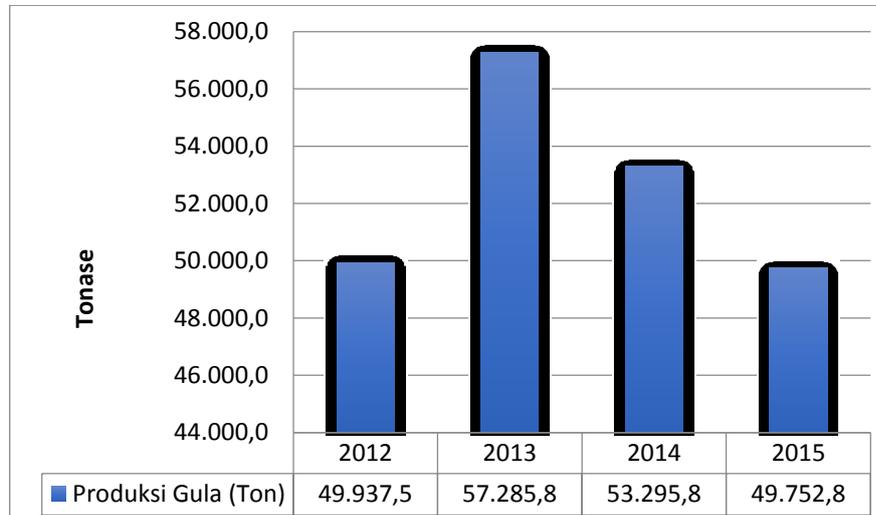
Gambar 1.1 Produksi Gula di Jawa Timur 2012-2015 (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur, 2015)

Produksi gula Jawa Timur tahun 2013 sebesar 1,23 juta ton, memberikan kontribusi sebesar 48% terhadap produksi gula nasional sebesar 2,54 juta ton. Produksi gula Jawa Timur turun, sekitar 1,6% dibanding produksi tahun sebelumnya (2012) yang mencapai 1,52 juta ton. Pada tahun 2014 tercatat produksi gula Jawa Timur yang dihasilkan oleh 31 PG di Jawa Timur mencapai 1,26 juta ton. Dengan turut meningkatnya permintaan akan komoditas gula dari tiga tahun terakhir juga turut mendorong produksi tiap pabrik gula yang ada di Jawa Timur agar mendukung pemenuhan ketahanan pangan menurut RPJMN.

Menurut Purnomo (2004), masalah utama dalam produksi yang ditinjau dari segi kegiatan/proses produksi adalah Bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat produksi berikutnya. Peningkatan produksi dapat dilakukan jika rancangan tata letak fasilitas pada pabrik gula tersebut ditata secara optimal. Tata fasilitas yang baik adalah tata letak yang juga dapat menangani sistem *material handling* secara menyeluruh (Wignjosoebroto, 2003). Menurut Meyers dan Stephens (2005), *Material handling* bertujuan untuk memindahkan material pada tempat yang benar, waktu yang tepat, jumlah dan urutan yang tepat pula sesuai kondisi yang diharapkan demi meminimasi biaya produksi. Biaya *material handling* ini dapat mencakup lebih dari 50% biaya produksi. *Material handling* pada sebuah pabrik memerlukan tenaga kerja sekitar 25% dari seluruh tenaga kerja, menggunakan ruangan sekitar 55% dari seluruh ruangan yang ada, dan 87% dari waktu produksi (Purnomo, 2004)

Salah satu perusahaan yang bergerak pada produksi gula di Jawa Timur yaitu PT PG Rajawali I. Anak perusahaan dari Rajawali Nusantara Indonesia (RNI) ini bergerak pada bidang agroindustri terutama pada produk gula. Perusahaan ini membawahi salah satu pabrik gula yang berada di area Jawa Timur yaitu pabrik gula Rejo Agung Baru di Madiun. Saat ini PG Rejo Agung Baru telah meningkatkan kapasitas giling menjadi 6000 TCD. Produksi gula pada PG Rejo Agung 3 (tiga) tahun terakhir menunjukkan penurunan angka produksi. Pada tahun 2013 produksi gula sebesar 57.285 ton, sedangkan tahun 2014 mengalami penurunan sebesar 3.990 ton menjadi 53.295 ton. Pada tahun 2015 pabrik juga mengalami penurunan angka produksi sebesar 3.543 ton menjadi 49.752 ton. Total

penurunan angka produksi 3 (tiga) tahun terkahir ialah sebesar 7.533 Ton. Detail perbandingan angka terkait produksi dapat dilihat pada Gambar 1.2 dibawah ini



Gambar 1.2 Produksi Gula di PG Rejo Agung Baru 2012-2015 (Data Internal Perusahaan, 2016)

Perusahaan mengalami dua musim pada tiap tahunnya yaitu musim giling dan juga musim *maintenance*. Produksi yang dilakukan setiap 24 jam per hari membuat proses *material handling* harus terus berjalan secara optimal dari proses gilingan hingga menuju gudang. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa adanya proses *material handling* yang membutuhkan usaha dan jumlah tenaga kerja angkut yang cukup banyak. Hal tersebut terjadi pada stasiun puteran pada pabrik hingga menuju gudang. Perusahaan selama ini menggunakan lori sebagai kendaraan angkut produk gula sehari hari dari stasiun puteran hingga gudang. Lori merupakan alat angkut berupa gerbong yang ditarik dengan lokomotif dengan sistem kerja sama dengan kereta api namun memiliki dimensi yang lebih kecil.. Data mengenai spesifikasi lori dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1.1 Spesifikasi Sistem *Material Handling Lori*

Spesifikasi	Keterangan
Kapasitas Angkut	21.000 ton/tahun
Bahan Bakar	Diesel (Solar)
Sistem Kerja	Manual/Operator Manusia
Kecepatan	± 10 km/jam
Frekuensi Perpindahan	4-6 kali/hari

Sumber : PG Rejo Agung Baru, 2016

Berat 1 (satu) sak gula mencapai 50 kg, dimana 1 (satu) gerbong lori berkapasitas 5 ton atau setara dengan 100 sak gula yang perharinya diangkut dengan lebih dari 5 lori. Dengan kapasitas angkut yang terbilang masih rendah, menyebabkan adanya penumpukan produk pada stasiun puteran. Ketika produk gula semakin menumpuk, maka produksi gula juga akan terhambat dikarenakan keterbatasan tempat penyimpanan di stasiun puteran. Frekuensi perpindahan mencapai 6 kali sehari menimbulkan ketidakefisienan dalam hal kecepatan dan fleksibilitas, ditambah permasalahan pada tenaga kerja angkut yang berjumlah 8-10 orang yang masing-masing berada di stasiun puteran dan di gudang. Dominasi tenaga kerja di stasiun puteran-gudang masih menggunakan *manual material handling* yaitu pada kegiatan mengangkat produk ke lori dan juga mengambil lagi produk dari lori pada saat berada digudang. Hal ini kembali dapat berakibat terjadinya *in-eficiency* karena disamping membutuhkan jumlah tenaga kerja yang banyak, biaya perawatan dan operasional lori juga dirasa cukup berat bagi perusahaan.

Pada kondisi ideal, maksimal tenaga kerja pada tiap gudang untuk melakukan proses pemindahan barang tidak diperkenankan melebihi 6 orang, karena sisa tenaga kerja sebenarnya dapat dialokasikan pada pekerjaan produktif lainnya. Untuk menanggulangi permasalahan yang ada tersebut, perusahaan merencanakan adanya pergantian sistem *material handling* yang semula Lori menjadi *conveyor* gantung dan *conveyor portable*. Rencana pergantian ini dimaksudkan agar mengurangi alokasi tenaga kerja pada stasiun puteran menuju gudang dan juga meningkatkan produktivitas dengan adanya sistem pemindahan barang yang lebih terautomasi. Adanya risiko bahaya juga akan menjadi pertimbangan untuk merancang sistem *material handling conveyor* yang tepat, hal ini dilakukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan juga nyaman agar mengurangi risiko kegagalan dari segi manusia, proses dan juga mesin yang berada disekitar area pabrik. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh *International Labour Organization* (ILO), bahwa setiap tahun ada lebih dari 250 juta kecelakaan di tempat kerja, dan terlebih lagi 1,2 juta pekerja meninggal akibat kecelakaan pada saat bekerja. Di PG Rejo Agung sendiri memiliki banyak potensi bahaya yang salah satunya merupakan potensi bahaya yang timbul akibat

pengangkutan sak gula secara manual seperti pada Gambar 2.1. Pekerjaan ini dilakukan oleh para pekerja angkut secara terus menerus yang jika dibiarkan akan menyebabkan adanya cedera atau *back injury* (*ergonomic hazard*). Hal ini disebabkan dikarenakan desain area kerja dan pemanfaatan sistem *material handling* lori yang mengharuskan pekerja melakukan pengangkutan secara manual.



Gambar 1.3 Pengangkutan Sak Gula di PG Rejo Agung Baru

Berdasarkan kondisi eksisting yang ada pada PG Rejo Agung Baru, maka penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis perancangan sistem *material handling* baru dengan menyesuaikan kebutuhan rencana pergantian oleh perusahaan. Adanya analisis perancangan sistem *material handling* yang tepat ini mampu digunakan untuk menentukan alokasi jumlah tenaga kerja, mengidentifikasi risiko bahaya (*hazard*) dan melakukan efisiensi dalam hal finansial sebagai pertimbangan perancangan sistem *material handling*. Dengan begitu hal ini turut mendukung peningkatan kecepatan dan ketepatan produksi dalam pemenuhan kebutuhan konsumen akan komoditas gula.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisis dan merancang sistem *material handling* conveyor sesuai dengan kondisi PG Rejo Agung Baru dengan mempertimbangkan faktor teknis, beban kerja, risiko, dan finansial.

### **1.3 Tujuan**

Di dalam penelitian ini, terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai antara lain :

1. Menganalisa beban kerja guna menentukan jumlah alokasi tenaga kerja pada penggunaan sistem *material handling conveyor*.
2. Mengidentifikasi risiko bahaya (*hazard*) yang terdapat pada proses pemindahan material pada penggunaan lori dan *conveyor*.
3. Menghitung penghematan total biaya antara penggunaan lori dan *conveyor*.
4. Membuat rancangan sistem *material handling* baru dari stasiun menuju ke gudang (*warehouse*) pada Pabrik Gula Rejo Agung Baru.

### **1.4 Manfaat**

Di dalam penulisan penelitian ini, terdapat beberapa manfaat yang ingin diperoleh antara lain:

1. Dapat mengetahui sistem *material handling* yang tidak efisien dan merugikan perusahaan dari sektor biaya.
2. Dapat meningkatkan keselamatan kerja para pekerja dengan mengurangi risiko kecelakaan yang ada.
3. Dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pekerja serta kecepatan dalam proses pemindahan gula dari pabrik menuju *warehouse*.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi 2 (dua), yaitu batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

#### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Area penelitian terfokus pada sistem *material handling* dari pabrik menuju *warehouse*.
2. Pergantian sistem *material handling* terbatas pada jenis lori.
3. Analisis pergantian *conveyor* hanya pada *conveyor* gantung.

4. Perhitungan finansial terbatas pada ongkos *material handling* dan penghematan berdasarkan produktivitas angkut.

### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Pengoperasian sistem *material handling* lori berlangsung 5 hari dalam seminggu dengan lama operasi 8 jam perhari.
2. Waktu musim penggilingan pada pabrik diasumsikan 5 bulan.
3. Nilai biaya perawatan diasumsikan 20% untuk lori dan 25% untuk *conveyor*.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada laporan penelitian tugas akhir ini berisi penjelasan ringkas dari masing-masing bagian yang terdapat dalam laporan. Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab Pendahuluan ini dijelaskan mengenai latar belakang pelaksanaan penelitian, rumusan masalah dan tujuan yang menjadi fokus pembahasan penelitian, manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab Tinjauan Pustaka ini dijelaskan mengenai landasan yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir, yaitu berupa studi literatur yang membantu peneliti dalam menentukan metode yang sesuai untuk diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab Metodologi ini dijelaskan secara detail mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini menggambarkan alur pelaksanaan penelitian dan kerangka berpikir yang digunakan peneliti selama pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian ini meliputi tahap identifikasi dan perumusan masalah, tahap pengumpulan dan

pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, dan yang terakhir tahap pembuatan kesimpulan dan saran

#### **BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab Pengumpulan dan Pengolahan Data ini akan dijelaskan secara sistematis terkait dengan metode pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di awal.

#### **BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL RANCANGAN**

Pada bab Analisis dan Interpretasi Data ini akan dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis dan interpretasi data akan dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

#### **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab Kesimpulan dan Saran ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil pelaksanaan penelitian tugas akhir sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai serta saran-saran yang dapat diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

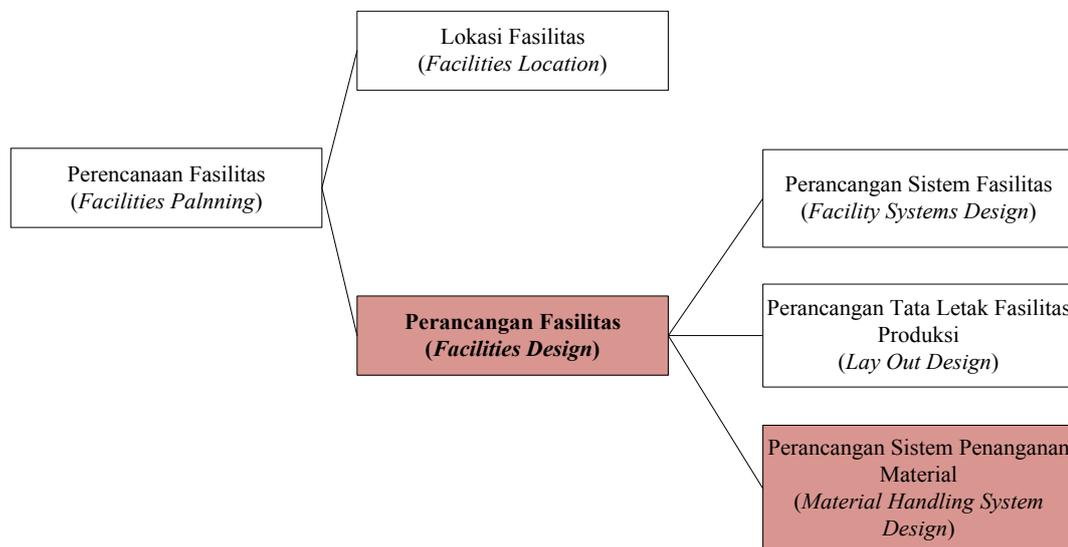
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 (dua) akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini.

#### 2.1 Perancangan Fasilitas

Menurut Apple (1977), perancangan fasilitas digunakan sebagai penentuan dari unsur-unsur perancangan fasilitas untuk mendukung pencapaian daripada tujuan fasilitas itu dibuat. Perancangan fasilitas merupakan cara penentuan yang terbaik bagaimana aset tetap mendukung pencapaian tujuan suatu aktivitas yang ada (Tompkin et al, 1996). Misal dalam industri manufaktur, perancangan fasilitas melibatkan unsur fasilitas manufaktur yang mana menjadi menjadi daya dukung utama dalam aktivitas produksi. Pada Gambar 2.1 berikut ini posisi dari perancangan fasilitas didalam sistematika perencanaan fasilitas pabrik



Gambar 2.1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik (Tompkins, et, al, 1996 ) didalam buku Purnomo (2004)

Adapun tujuan umum dari perancangan fasilitas menurut Tompkins et al (1996) antara lain :

1. Meningkatkan kepuasan konsumen dengan cara lebih peka terhadap permintaan dan kebutuhan konsumen
2. Meningkatkan *return of assets* (ROA) dengan memaksimalkan rotasi inventori dan meminimasi partisipasi pekerja
3. Efektivitas penggunaan manusia, peralatan, ruang, dan energi
4. Menjamin kepuasan dan kenyamanan pekerja
5. Mendukung visi organisasi melalui perbaikan penanganan material, pengendalian material, dan pengelolaan perusahaan yang baik

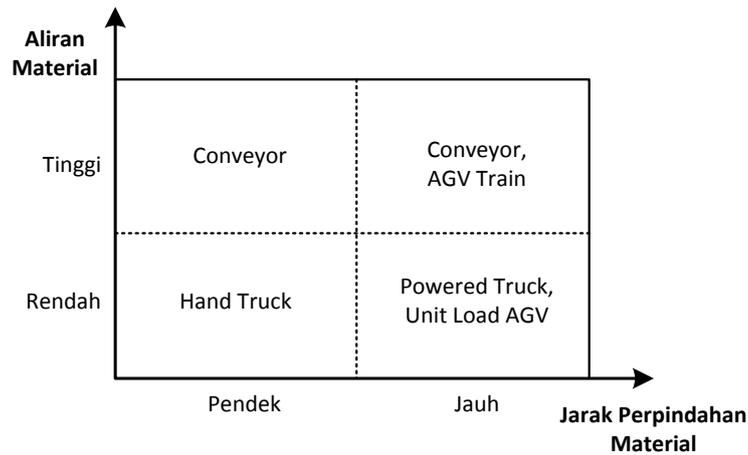
## **2.2 *Material handling***

Menurut Purnomo (2004), *material handling* merupakan perpaduan antara seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan dan pengawasan material. Untuk dapat berjalannya proses produksi perlu adanya kegiatan pemindahan material atau biasa disebut *material handling*. Adapun beberapa tujuan dari kegiatan *material handling* antara lain : (Meyers, 2005)

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan, dan memberikan perlindungan terhadap material.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja
3. Meningkatkan produktivitas melalui,
  - a. Material akan mengalir secara garis lurus
  - b. Material akan berpindah dengan jarak sedekat mungkin
  - c. Otomasi penanganan material
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas
  - a. Meningkatkan penggunaan bangunan
  - b. Standarisasi peralatan *material handling*
  - c. Menjaga, dan menempatkan seluruh peralatan sesuai kebutuhan dan mengembangkan program pemeliharaan preventif.
5. Sebagai pengawasan daripada persediaan material

Dalam kegiatan manufaktur, pemindahan bahan/*material handling* mengambil porsi 25% dari jumlah pekerja, 55% dari luas lantai produksi yang

digunakan, dan 87% dari waktu produksi yang digunakan. Hal ini menjadi bukti nyata pentingnya perancangan sistem *material handling* dan mampu mereduksi kontribusi pekerja, pemakaian luas lantai, dan waktu produksi. Terkadang dibutuhkan pertimbangan untuk pemilihan sistem *material handling* yang dibutuhkan. Adapun pertimbangan jarak untuk pemilihan peralatan *material handling* yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Pertimbangan Aliran Material dalam Perancangan Sistem *Material handling* (Purnomo, 2004)

Menurut Apple (1977), terdapat 4 (empat) fokus utama Sistem *Material handling*) antara lain:

1. *Motion*

Sebuah *material handling* harus bisa memberikan peran bahwa setiap produk harus dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi yang lain secara tepat

2. *Time*

Sebuah *material handling* harus bisa mengatasi masalah pada sebuah industri untuk dapat terpenuhi kedatangan sebuah produk secara tepat waktu, 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, tidak *overload* atau terlalu sedikit

#### 4. *Space*

Kebutuhan akan *space*/luas ruangan akan sangat dipengaruhi oleh bentuk aliran dari sistem *material handling* nya.

##### 2.2.1 Jenis-Jenis *Material Handling*

Bagian terpenting dari sistem *material handling* ialah peralatan *material handling* yang digunakan (Purnomo, 2004). Berbagai macam jenis *material handling* dibedakan melalui beberapa aspek seperti kapasitas angkut, kecepatan angkut, dan juga fleksibilitas. Adapun jenis-jenis *material handling* antara lain :

###### 1. *Conveyor*

*Conveyor* merupakan rangkaian berjalan yang digunakan untuk mengangkut material baik berupa *unit load* atau *bulk material* secara mendatar maupun miring. *Conveyor* sendiri dapat diletakkan dibawah sejajar dengan lantai produksi, namun juga dapat diletakkan diatas secara menggantung atau disangga oleh pilar-pilar. Keuntungan pemakaian *conveyor* ini diantaranya memiliki kapasitas tinggi sehingga memungkinkan untuk memindahkan material dalam volume yang besar dan kecepatan *conveyor* dapat disesuaikan sesuai kebutuhan produksi. Kerugiannya yaitu jalur *conveyor* cenderung tetap sehingga pemindahan terbatas pada area tertentu. Contoh *conveyor* bisa dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Jenis *Roller Conveyor* dan *Belt Conveyor* Gantung (SSI Schafer dan Baska )

## 2. Crane dan Hoist

*Crane* (derek) merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara *vertical* dan *horizontal* kesuatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Sedangkan *Hoist* biasa disebut juga kerekan. Tipe *crane* ini dibagi berdasarkan cara *crane* tersebut berdiri yaitu *crane* yang dapat berdiri bebas (*free standing crane*), *crane* diatas rel (*rail mounted crane*), *crane* yang ditambatkan pada bangunan (*tied-in tower crane*) dan *crane* panjat (*climbing crane*). Keuntungan penggunaan *crane* diantaranya dapat mengangkat dan memindahkan benda ke tempat yang memiliki ketinggian berbeda serta kerugiannya salah satunya biaya dan keterbatasan gerak pada pengoperasiannya. Contoh *crane* dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Jenis Kail Crane dan Tower Crane (Whitingcorp.com)

## 3. Forklift

*Forklift* merupakan alat yang didesain khusus sebagai alat angkut dengan kapasitas berat untuk memindahkan suatu barang dari suatu tempat ke tempat lain yang juga memudahkan para operator dalam bekerja. Menggunakan alat seperti ini pada sebuah perusahaan sangatlah menghemat waktu dan tenaga para operator dengan hanya menjalankan mesin pada alat ini, barang dengan beban yang berat dapat diangkat ke suatu tempat dengan beberapa pergerakan yang cukup fleksibel. Penggunaan alat ini membutuhkan area yang cukup

luas dan lebar *aisle* yang sesuai. Contoh *forklift* bisa dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Contoh *Forklift*

#### 4. Lori

Jenis alat angkut ini digunakan pada daerah yang relatif mendatar dengan kemiringan maksimum 5% dengan jarak angkut sedang. Alat ini terdiri dari lokomotif yang berfungsi sebagai penggerak untuk menarik rangkaian lori yang berisi material yang bergerak di atas rel. Umumnya alat ini digunakan pada tambang dengan Tonase besar, dan juga pada pabrik pembuatan gula dengan mengangkut bahan baku berupa tebu. Pemilihan penggunaan lori dan lokomotif didasarkan pada pertimbangan: jalan relatif rendah, kemiringan maksimum 5% , jarak angkut panjang, Tonase relatif besar, umur tambang panjang. Contoh lori dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Contoh Alat Angkut Tebu dan Gula dengan Lori dan Lokomotif

### 2.2.2 Prinsip *Material Handling*

Dalam hal perancangan dan pengoperasian sistem *material handling* yang terbilang rumit dibutuhkan aturan dasar atau prinsip-prinsip yang tercatat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Prinsip-Prinsip *Material handling*

No	Prinsip	Keterangan
1	Perencanaan	Semua perencanaan material dan aktivitas-aktivitas penyimpanan guna menggapai efisiensi
2	Sistem Aliran	Integrasi sebanyak mungkin aktivitas penanganan sistem operasi meliputi penerimaan, penyimpanan, produksi, inspeksi, pengawasan, transportasi, dan konsumen
3	Aliran Material	Perencanaan urutan operasi dan tata letak peralatan untuk mendukung pengoptimalan aliran material
4	Penyederhanaan	Penyederhanaan penanganan dengan cara mengurangi, menghilangkan peralatan yang tidak perlu
5	Gravitasi	Gunakan gravitasi untuk memindahkan barang jika mungkin
6	Memanfaatkan Ruang	Memanfaatkan volume bangunan seoptimal mungkin
7	Ukuran Satuan	Tingkatkan jumlah, ukuran, berat beban, atau tingkat aliran material
8	Mekanisasi	Operasi penanganan secara mekanik, jika asas gravitasi tidak memungkinkan
9	Otomasi	Gunakan peralatan otomatis untuk produksi, penanganan, dan penyimpanan
10	Pemilihan Peralatan	Dalam pemilihan peralatan, pertimbangkan semua aspek penanganan material, pemindahan dan metode yang digunakan
11	Standarisasi	Standarisasi metode penanganan, jenis dan ukuran peralatan penanganan
12	Kemampuan Adaptasi	Gunakan metode dan peralatan yang dapat menjalankan berbagai macam tugas dan penerapan dengan baik
13	Bobot Mati	Mengurangi perbandingan bobot mati dari peralatan penanganan yang bergerak terhadap beban yang dibawa
14	Utilisasi	Rencanakan pemakaian peralatan penanganan dan <i>man power</i> atau sumber daya manusia secara optimal

Sumber : Meyers et al, 2005

Tabel 2.1 Prinsip-Prinsip *Material handling* (Lanjutan)

No	Prinsip	Keterangan
15	Perawatan	Rencanakan perawatan pencegahan ( <i>preventive maintenance</i> ) dan jadwal perbaikan dari semua peralatan penanganan material
16	Keuangan	Ganti metode dan peralatan penanganan yang usang dan jika ada metode atau peralatan yang lebih efisien akan meningkatkan operasi
17	Pengawasan	Gunakan aktivitas-aktivitas penanganan material untuk meningkatkan pengendalian produksi, pengendalian persediaan, dan penanganan biaya
18	Kapasitas	Gunakan peralatan penanganan untuk membantu dalam mencapai kapasitas produksi yang diinginkan
19	Efektivitas	Tentukan efektivitas kinerja penanganan dalam bentuk biaya persatuan yang ditangani
20	Keamanan	Tetapkan metode peralatan yang sesuai untuk keamanan penanganan material

Sumber : Meyers et al,2005

### 2.2.3 Ongkos *Material handling* (OMH)

Penentuan ongkos *material handling* dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tata letak fasilitas. Ditinjau dari segi biaya, tata letak fasilitas dapat dikatakan baik apabila memiliki ongkos *material handling* serendah-rendahnya. Menurut Purnomo (2004), biaya yang termasuk dalam perancangan dan operasi sistem penanganan material ialah sebagai berikut :

1. Biaya Investasi, seperti biaya pembelian peralatan, harga komponen alat bantu, dan biaya instalasi
2. Biaya Operasi, seperti biaya perawatan, biaya bahan bakar, dan biaya tenaga kerja
3. Biaya pembelian muatan
4. Biaya terkait *packaging* dan kerusakan material.

Adapun rumus perhitungan ongkos *material handling* (OMH) dapat dilihat pada rumus 2.1, 2.2, dan 2.3 berikut ini :

$$Opt\ Cost = (Biaya\ Tenaga\ Kerja + Biaya\ Perawatan\ Mesin + Utilitas + Biaya\ Bahan\ Bakar + Operator) \quad (2.1)$$

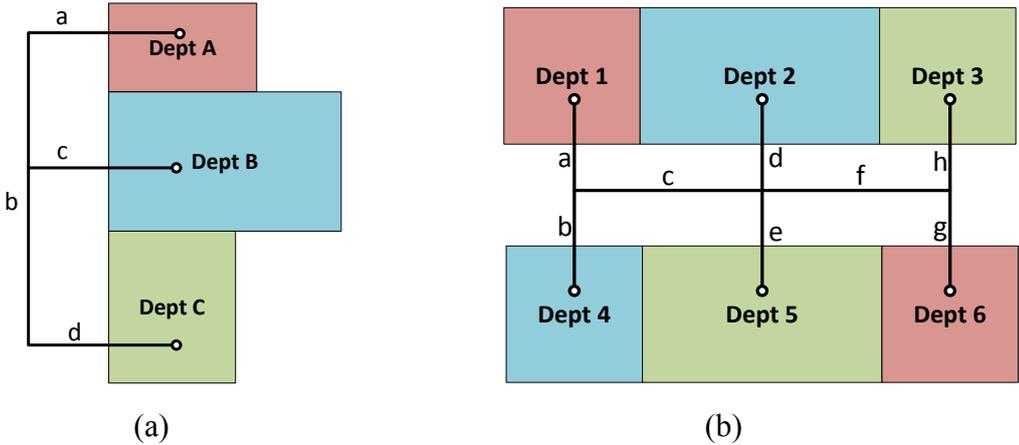
$$OMH\ per\ meter = \frac{Opt\ Cost}{Total\ Jarak\ Perpindahan} \quad (2.2)$$

$$TOTAL\ OMH = OMH\ per\ meter \times Jarak\ Perpindahan \times Frekuensi\ perpindahan \quad (2.3)$$

**2.3 Jarak Aisle Distance**

Jarak *aisle distance* merupakan salah satu pengukuran jarak yang dilakukan secara aktual. Jarak ini diukur sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut bahan atau *material handling* (Heragu, 1997). Berikut merupakan formulasi pengukuran jarak *aisle distance* :

$$\begin{aligned} a) D [A-C] &= a + b + d \\ b) D [1-6] &= a + c + f + g \end{aligned} \quad (2.4)$$



Gambar 2.7 Formulasi Jarak *Aisle Distance* (Heragu, 1997)

## **2.4 Analisis Beban Kerja**

Beban kerja atau *workload* dapat didefinisikan sebagai sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu (Menpan, 1997). Definisi beban kerja ialah sebagai perbedaan antara kemampuan pekerjaan dengan tuntutan pekerjaan (Hancock dan Meshkati, 1998). Sedangkan menurut Komaruddin (1996) analisa beban kerja merupakan proses untuk menetapkan jumlah jam kerja orang yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam waktu tertentu. Analisis beban kerja bertujuan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang tepat untuk ditempatkan pada suatu area kerja sesuai dengan beban kerja yang ideal.

Pada dasarnya, aktivitas manusia dapat digolongkan menjadi 2 (dua), yaitu kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Meskipun tidak dapat dipisahkan namun masih dapat dibedakan pekerjaannya dengan dominasi fisik dan pekerjaan dengan dominasi aktivitas mental. Aktivitas fisik dan mental ini menimbulkan konsekuensi, yaitu munculnya beban kerja. Jika kemampuan pekerja lebih tinggi daripada tuntutan pekerjaan, akan muncul perasaan bosan, sebaliknya jika kemampuan pekerja lebih rendah daripada tuntutan pekerjaan, maka akan muncul kelelahan yang berlebihan. Berikut ini ialah faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja.

### **2.4.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja**

Beban kerja dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor eksternal dan faktor internal.

1. Faktor eksternal merupakan faktor yang mempengaruhi beban kerja dan berasal dari luar tubuh manusia seperti
  - a. Beban Fisik : Stasiun kerja, tata ruang, tempat kerja, kondisi kerja, sikap kerja
  - b. Beban Mental : kompleksitas pekerjaan, tanggung jawab pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan
  - c. Lingkungan Kerja : lingkungan biologis, lingkungan kerja psikologis, dan lingkungan kimiawi
2. Faktor Internal, Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh akibat dari reaksi beban kerja eksternal. Faktor internal

meliputi faktor somatis (Jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan dan kepuasan).

#### 2.4.2 NASA Task Load Index (NASA-TLX)

*NASA Task Load Index* (NASA-TLX) merupakan salah satu metode dalam pengukuran beban kerja mental. Metode ini dianggap mengukur beban kerja secara multidimensional dikarenakan menggunakan 6 (enam) dimensi/faktor dalam penilaiannya seperti *mental demand* (kebutuhan mental), *physical demand* (kebutuhan fisik), *temporal demand* (kebutuhan akan tekanan pekerjaan), *own performance* (tingkat keberhasilan pekerjaan yang dibutuhkan), dan *effort* (besar usaha yang dihasilkan). Adapun deskripsi pengukuran enam faktor ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Deskripsi Faktor Pengukuran NASA-TLX

Skala	Rating	Keterangan
Mental Demand (MD)	Rendah, Tinggi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut sulit, sederhana atau kompleks, longgar atau ketat
Physical Demand (PD)	Rendah, Tinggi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya mendorong, menarik, dan mengontrol putaran)
Temporal Demand (TD)	Rendah, Tinggi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan
Performance Demand (OP)	Tidak Tepat, Sempurna	Seberapa besar keberhasilan seseorang dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya

Sumber : Hart dan Staveland, 1981



Metode ini memiliki beberapa tahapan dalam penggunaannya. Tahap pertama yaitu pengisian *rating indicator* dengan skala 1-100 yang diisi melalui kusioner seperti pada Gambar 2.8 diatas. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pembobotan menggunakan *pairwise comparision* pada keenam faktor seperti pada Gambar 2.9 berikut ini.

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD						
PD						
TD						
OP						
EF						
FR						

Gambar 2.9 Pembobotan Faktor NASA-TLX (NASA-TLX v.1.0)

Tahap ketiga yaitu perhitungan *weighted workload* (WWL) yaitu hasil dari penjumlahan semua dimensi pengukuran kemudian dirata-ratakan. Tahap terakhir yaitu mengklasifikasikan kedalam level kategori beban kerja NASA-TLX.. Berdasarkan penjelasan Hart dan Staveland (1981) dalam teori NASA-TLX, skor beban kerja yang diperoleh terbagi dalam tiga bagian sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kategori Beban Kerja

Range	Beban Kerja
0-9	Rendah
10-29	Sedang
30-49	Agak Tinggi
50-79	Tinggi
80-100	Tinggi Sekali

Sumber : Hart dan Staveland, 1981

## 2.5 Bahaya (Hazard)

*Hazard* atau bahaya merupakan sumber, situasi atau tindakan yang berpotensi menciderai manusia atau kondisi kelainan fisik atau mental yang teridentifikasi berasal dari dan atau bertambah buruk karena kegiatan kerja atau

situasi yang terkait dengan pekerjaan (OHSAS 18001:2007). Menurut Cross (1998), bahaya merupakan sumber potensi kerusakan atau situasi yang berpotensi untuk menimbulkan kerugian. Sesuatu disebut sebagai sumber bahaya jika memiliki risiko menimbulkan hasil yang negatif. Sedangkan Potensi bahaya adalah sesuatu yang berpotensi untuk terjadinya insiden yang berakibat pada kerugian

Berdasarkan modul keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang dikeluarkan oleh *International Labor Organization* (ILO), terdapat 4 (empat) macam kategori potensi bahaya yaitu :

1. Bahaya Keselamatan Kerja (*Safety Hazard*), yaitu jenis bahaya yang memiliki dampak kecelakaan yang dapat menyebabkan luka/cidera (*injury*) hingga kematian, dan juga kerusakan aset/properti perusahaan. Adapun contoh dari jenis-jenis bahaya ini antara lain :
  - a. Bahaya Mekanik, yang disebabkan oleh mesin atau peralatan mekanik sehingga menimbulkan kejadian seperti terjatuh, tersayat, teriris, tertimpa, dan terpeleset
  - b. Bahaya Elektrik, yang disebabkan dari peralatan yang mengandung aliran listrik sehingga bisa menyebabkan kesetrum hingga kematian
  - c. Bahaya Kebakaran dan Ledakan, yang disebabkan oleh bahan kimia yang bersifat mudah terbakar (*flammable*) dan juga *explosive*
2. Bahaya Kesehatan Kerja (*Health Hazard*), yaitu jenis bahaya yang berdampak langsung pada kesehatan serta mengakibatkan gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja yang dilakukan. Adapun contoh dari jenis-jenis bahaya ini antara lain :
  - a. Bahaya fisik, seperti kebisingan, getaran, radiasi, cahaya, dan suhu
  - b. Bahaya Kimia, yang berasal dari bahan seperti *aerosol*, *antiseptic*, insektisida, gas, dll
  - c. Bahaya Ergonomi, berasal dari gerakan-gerakan yang berbahaya dan dilakukan secara terus-menerus (*repetitive*).
  - d. Bahaya Biologis, yang berkaitan dengan makhluk hidup yang berada pada lingkungan kerja seperti bakteri dan jamur

3. Bahaya terhadap kesejahteraan atau kesehatan sehari-hari, yaitu jenis bahaya yang potensinya berasal dari kebiasaan sehari-hari para pegawai pada saat melakukan pekerjaan. Seperti kurang higienisnya air minum, toilet dan fasilitas mencuci yang kotor, kurangnya pengadaan P3k ditempat kerja dan juga fasilitas transportasi yang kurang memadai.
4. Bahaya yang menimbulkan risiko pribadi dan psikologis, yaitu jenis bahaya yang dapat menyerang terhadap setiap individu pegawai di tempat kerja. Dampak yang nantinya dirasakan ialah trauma yang berkelanjutan serta gangguan jiwa dan mental pegawai. Contoh bahaya Pelecehan seksual, intimidasi, kekerasan secara fisik dan mental di tempat kerja, beban kerja yang terlalu berat, kondisi kerja yang kurang nyaman.

## 2.6 Risiko

Risiko bisa diartikan sebagai peluang munculnya suatu kejadian yang dapat mengakibatkan efek pada suatu objek (AS/NZS 4360:2004). Risiko dapat diukur melalui nilai *likelihood* (kemungkinan munculnya suatu kejadian) dan *consequences* (dampak yang ditimbulkan oleh kejadian tersebut) yang kemudian dapat dihitung melalui formula 2.5 berikut ini :

$$\text{Risk} = \text{likelihood} \times \text{consequences} \quad (2.5)$$

### 2.6.1 Analisis Risiko Bahaya

Analisis Risiko merupakan sistematisa penggunaan dari informasi yang tersedia untuk mengidentifikasi *hazard* dan memperkirakan suatu risiko terhadap individu, populasi, bangunan, hingga lingkungan (Kolluru, 1996). Sedangkan inti dari analisis risiko sendiri ialah bagaimana pengembangan pemahaman tentang risiko terutama risiko dari adanya bahaya atau *hazard*. Dalam analisis risiko ini terdapat data pendukung yang digunakan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan tentang cara pengendalian yang paling tepat dan memerlukan biaya yang paling rendah/*cost-effective* (AS/NZS 4360:2004).

### 2.6.1.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Salah satu metode yang digunakan dalam identifikasi risiko ialah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA merupakan sekumpulan petunjuk, proses untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial kegagalan/risiko (Gaspersz, 2007). Menurut Colling (1990), metode ini cukup sistematis untuk menilai komponen dari suatu sistem tentang bagaimana sistem dapat gagal yang kemudian akan dilakukannya evaluasi efek dari kegagalan tersebut, tingkat bahaya yang dihasilkan dari kegagalan dan bagaimana kegagalan tersebut dicegah dan diminimalisasi

FMEA berfokus pada pencegahan kegagalan, meningkatkan keamanan dan keselamatan serta meningkatkan kepuasan pelanggan. Adapun manfaat dari FMEA antara lain :

1. Mitigasi risiko yang secara mudah dapat dimodelkan
2. Dapat diaplikasikan untuk kompleksitas yang tinggi
3. Hasil dapat dicocokkan langsung dengan risiko yang sebenarnya
4. Memberikan informasi yang berguna dalam membangun program
5. Memberikan informasi yang baik mengenai perbaikan dan aksi korektif yang telah diaplikasikan

Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan FMEA antara lain:

- a. Menetapkan batasan proses yang akan dianalisis
- b. Melakukan pengamatan terhadap proses yang akan dianalisis
- c. Identifikasi kesalahan proses yang akan dianalisis berdasarkan pengamatan yang dilakukan sebelumnya
- d. Identifikasi potensial cause dari kesalahan/*defect* yang terjadi
- e. Menetapkan nilai-nilai, antara lain nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*
- f. Memasukkan kriteria nilai sesuai dengan tiga kriteria yang telah dibuat sebelumnya
- g. Mendapatkan nilai RPN (*Risk Potential Number*) dengan perhitungan sesuai formula 2.6 berikut ini

$$\text{RPN} = \text{Severity}(S) \times \text{Occurance}(O) \times \text{Detection}(D) \quad (2.6)$$

- h. Memfokuskan pada nilai RPN tertinggi dan segera lakukan tindak perbaikan terhadap potential cause, alat kontrol, dan efek yang diakibatkan. *Recomended action* untuk mode-mode kegagalan tersebut sebaiknya lebih berfokus untuk mengurangi efek yang diakibatkan maupun frekuensi munculnya mode kegagalan daripada meningkatkan kemampuan deteksi kontrol proses.
- i. Mengupdate FMEA apabila ada perubahan desain atau proses. Nilai-nilai kriteria dari *Severity*, *Occurance* dan *Detection* ditampilkan sebagai berikut

❖ **Severity**

*Severity* merupakan suatu penilaian tingkat keparahan dari keseriusan *effect* yang ditimbulkan dari mode-mode kegagalan (*failure mode*).

Tabel 2.4 Kriteria Penilaian *Severity*

<b>Efek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Rank</b>
<i>Hazardous without warning</i>	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan	10
<i>Hazardous with warning</i>	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
<i>Very High</i>	Kegagalan mengganggu sistem secara total	8
<i>High</i>	Kegagalan mengganggu 50% kerja sistem	7
<i>Moderate</i>	Kegagalan mengganggu 25% kerja sistem	6
<i>Low</i>	Kegagalan mengganggu 10% kerja sistem	5
<i>Very Low</i>	Kegagalan mempengaruhi kerja sistem	4
<i>Minor</i>	Kegagalan memberi efek <i>minor</i> pada sistem	3
<i>Very Minor</i>	Kegagalan memberi efek yang dapat diabaikan	2
<i>None</i>	Kegagalan tidak memberi efek	1

Sumber : Besterfield, 1995

❖ **Occurance**

*Occurance* merupakan suatu penilaian mengenai peluang (probabilitas) frekuensi penyebab mekanisme kegagalan yang akan terjadi, sehingga dapat menghasilkan mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu.

Tabel 2.5 Kriteria Penilaian *Occurance*

<b>Probabilitas Kegagalan</b>	<b>Probabilitas terjadinya kegagalan per tahun</b>	<b>Rank</b>
Sangat Tinggi : Tidak dapat dilakukan	>500	10
	366-500	9
Tinggi : Kegagalan yang berulang	300-365	8
Moderate : Kegagalan musiman	250-300	7
	150-249	6
Rendah : Kegagalan yang relatif rendah	50-149	5
	(10-49)	4
	(5-9)	3
Remote : Jarang Terjadi	(1-4)	2
	< 1	1

Sumber : Besterfield, 1995

### ❖ *Detection*

*Detection* merupakan suatu penilaian mengenai kemampuan dari alat/proses kontrol dalam mendeteksi kesalahan maupun mode-mode kegagalan (*failure mode*) yang menyebabkan terjadinya kegagalan.

Tabel 2.6 Kriteria Penilaian *Detection*

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol</b>	<b>Rank</b>
Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber : Besterfield, 1995

### 2.6.2 Pengendalian Risiko Bahaya

Pengendalian merupakan proses, peraturan, alat pelaksanaan atau tindakan yang berfungsi untuk meminimalisasi efek negatif atau meningkatkan peluang positif (AS/NZS 4360:2004). Terdapat langkah-

langkah yang dilakukan dalam pengendalian risiko yang tercantum pada hirarki pengendalian. Hirarki pengendalian ini merupakan daftar pilihan pengendalian yang telah diurutkan sesuai dengan mekanisme pengurangan paparan risiko. Adapun hirarki pengendalian risiko ialah sebagai berikut :

1. Eliminasi

Eliminasi merupakan langkah awal dan merupakan solusi terbaik dalam mengendalikan paparan risiko, namun juga merupakan langkah-langkah yang paling sulit untuk diaplikasikan. Kecil kemungkinan dalam suatu pabrik untuk mengeliminasi adanya bahaya atau substansi serta proses tanpa mengganggu kelangsungan produksi secara keseluruhan.

2. Substitusi

Langkah ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan tingkat risiko dengan mengganti beberapa potensial *hazard* (material atau proses) dengan sumber lain yang memiliki potensial *hazard* yang lebih kecil.

3. Pengendalian secara *Engineering*

Tipe ini merupakan tipe yang paling umum untuk digunakan karena memiliki kemampuan untuk merubah jalur transmisi bahaya atau mengisolasi pekerja dari bahaya. Tiga macam alternatif pengendalian engineering antara lain dengan isolasi, *guarding*, dan ventilasi

- a) Isolasi, ialah prinsip dengan menghalangi pergerakan bahaya dengan memberikan pembatas atau pemisah terhadap bahaya maupun pekerja
- b) *Guarding*, ialah prinsip dengan mengurangi jarak atau kesempatan adanya kontak antara sumber bahaya dengan pekerja
- c) Ventilasi, cara ini paling efektif untuk mengurangi kontaminasi udara, berfungsi untuk kenyamanan dan kestabilan suhu serta aliran udara.

#### 4. Pengendalian Administratif

Tipe pengendalian ini berfokus pada pengendalian sikap dan kesadaran serta kebiasaan para pekerja (*human behaviour*). Pengendalian ini untuk jenis risiko yang rendah, dan tipe pengendalian ini harus didukung oleh adanya kampanye tentang dukungan akan keselamatan kerja dan juga pengawasan dan tanda-tanda peringatan.

#### 5. Penggunaan PPE (*Personal Protective Equipment*)

Penggunaan PPE atau APD ini merupakan cara terakhir yang dipilih untuk menghadapi bahaya. Umumnya penggunaan alat seperti (Helm, *earmuff*, *earplug*, sarung tangan, sepatu karet/*boots*, respirator, dan kaca mata) sangat dianjurkan

### 2.7 **Review Penelitian Sebelumnya**

Pada subbab ini akan dilakukan *review* penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pemilihan penelitian berdasarkan kesamaan topik yang erat kaitannya dengan penelitian yang dikerjakan saat ini. Review ini dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan pada topik yang sama, namun dengan metode yang berbeda-beda. Metode ini nantinya dapat dijadikan referensi atau sebagai dasar evaluasi untuk penambahan metode-metode lain yang dilakukan melalui penelitian ini. Berikut ini adalah Gambaran umum dari review penelitian yang dilakukan.

#### 1. Analisis Dan Rancangan Ulang Sistem Perpindahan Material Di PT Dwi Indah Menggunakan *Material Handling General Analysis Procedure*

Pada penelitian ini dilakukan analisis dan perancangan ulang sistem pemindahan material. Hal-hal yang diperhatikan pada analisis ini mencakup *unit load*, *material handling equipment*, ongkos *material handling* dan *flow material*. Metode yang dipakai ialah *General Analysis Procedure*. Metode ini ialah pendekatan sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada material handling yang dapat membantu menyusun ulang sistem perpindahan material yang kompleks dan mengarahkan pada usulan yang tepat.

Biaya sumber daya manusia atau *man power* merupakan biaya yang vital pada sistem perpindahan material. Setelah menghitung rincian biaya *material handling* per meter dan juga total biaya *material handling* dengan tambahan *labor cost* selesai dilakukan, maka selanjutnya dilakukan perbandingan sistem perpindahan eksisting dan juga usulan. Dimana terdapat penurunan biaya per hari pada divisi core paper dari Rp 730.515,- menjadi Rp 492.230,91 perhari dengan improvement mencapai 20,06%. Pergantian pada divisi core terjadi dari 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.

## 2. Analisis Penggantian *Crawler Crane* Menjadi *Gantry Crane* (Studi Kasus: PT. Varia Usaha Beton – Bpc Gresik).

Pada penelitian ini dilakukan analisis penggantian *crawler crane* menjadi *gantry crane*. *Crawler crane* sendiri berguna sebagai alat angkut *stock* barang jadi dari *stock yard* menuju trailer. Namun terdapat kendala dilapangan bahwa crane tidak dapat menjangkau seluruh wilayah produksi dengan *stock yard*, sehingga mengakibatkan penimbunan *stock* atau membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menjangkau *stock yard*.

Analisis ini terfokus pada analisis kelayakan finansial secara mendalam. Dengan tujuan akhir apakah pergantian ini dinyatakan layak atau tidak terutama dari aspek finansial. Langkah pertama pada penelitian ini ialah memetakan proses dengan metode *Integration Definition Language 0* (IDEF0), metode ini digunakan untuk menetapkan model-model data, proses bisnis, dan taksonomi informasi. Selanjutnya analisis

replacement dilakukan untuk membandingkan nilai ekonomis aset eksisting (*defender*) dengan alternative aset pengganti (*challenger*). Selanjutnya dilakukan perhitungan NPV, IRR, dan juga Payback Period, dan terakhir model diidentifikasi dengan simulasi menggunakan *software* ARENA.

Dengan hasil akhir menggunakan *class life* selama 8 tahun, nilai IRR sebesar 11% dan NPV menunjukkan nilai sebesar –Rp 988.722.398, dimana jika  $NPV < 0$ , proyek dinyatakan Penggantian *crane* tidak layak untuk dijalankan. Walaupun dari hasil simulasi Arena, penggantian tersebut dapat menambah pendapatan perusahaan sebesar Rp. 2.324.901.000 namun akibat biaya pembelian serta instalasi yang terlalu besar, MARR yang sangat tinggi, serta hasil penjualan *crawler crane* yang tidak sebanding dengan harga crane yang baru menyebabkan proyek penggantian ini diakhiri dengan kesimpulan tidak layak.

Tabel 2.7 Rekap Data Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Judul	Tahun	Metode Penelitian	Output Penelitian
Muhammad Arief Hendrawan	Analisis Penggantian Crawler Crane Menjadi Gantry Crane (Studi Kasus: Pt. Varia Usaha Beton – Bpc Gresik)	2016	IDEF0, Analisis Kelayakan Finansial ; IRR ; NPV ; Simulasi	Proyek penggantian crane dinyatakan tidak layak berdasarkan nilai IRR dan NPV
Oka Sutarto Putra	Analisis Dan Rancangan Ulang Sistem Perpindahan Material Di PT Dwi Indah Menggunakan Material Handling General Analysis Procedure	2014	<i>Material Handling General Analysis Procedure</i> ; Ongkos <i>Material Handling</i>	Efisiensi total ongkos material handling pada sistem material handling usulan
Onie Cahya Judha	Analisis Perancangan Sistem Material Handling Dengan Mempertimbangkan Risiko Bahaya Pada Pg Rejo Agung Baru	2016	<i>Workload Analysis</i> ; FMEA ; Ongkos <i>Material Handling</i>	Efisiensi total biaya (OMH + biaya Risiko) ; rancangan <i>conveyor</i> sesuai FMEA

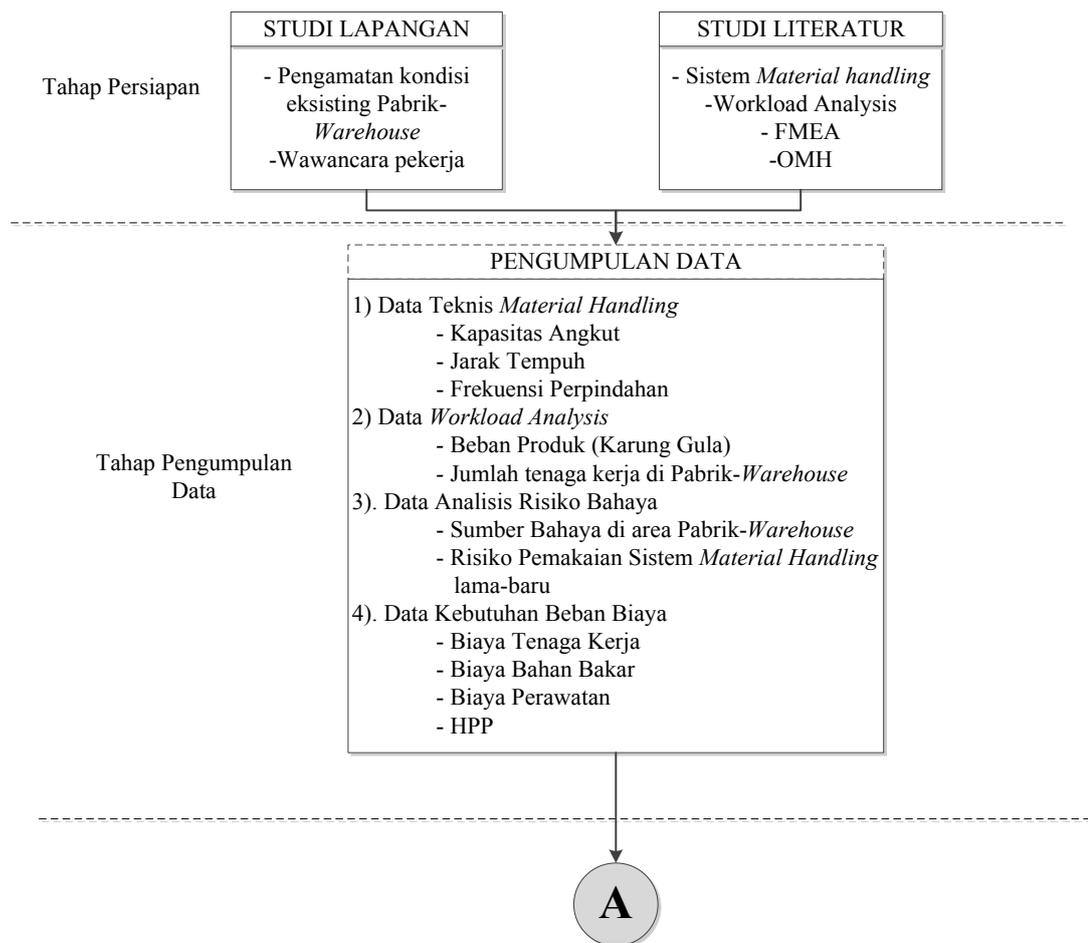
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

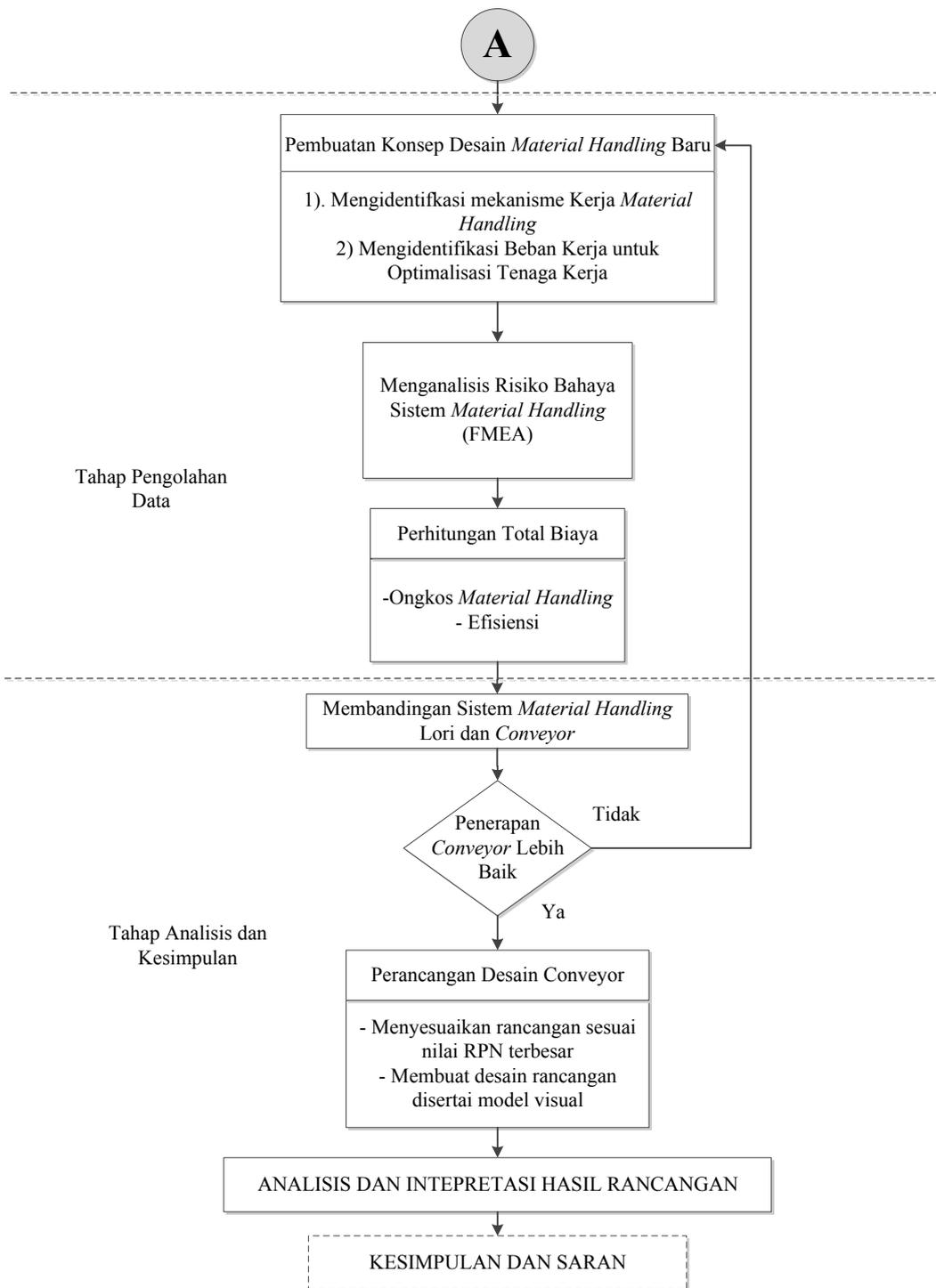
Berdasarkan tahapan penelitian yang mengacu pada tahapan ilmiah, maka setiap penelitian memerlukan adanya kerangka berpikir atau biasa disebut dengan metodologi penelitian. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang meliputi tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan langkah yang harus dilakukan dalam proses menjalankan penelitian.

#### 3.1 *Flowchart* Penelitian

Adapun *flowchart* penelitian yang dibuat sebagai visualisasi dari metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian (Lanjutan)

Berdasarkan *flowchart* yang dibuat pada Gambar 3.1, terdapat beberapa tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, dan

tahap analisis serta kesimpulan yang akan dideskripsikan melalui subbab selanjutnya.

### **3.2 Tahap Persiapan**

Pada tahap ini akan dirumuskan permasalahan yang terdapat pada PG Rejo Agung Baru. Perumusan didasarkan pada observasi awal dan hasil diskusi dengan pihak perusahaan. Proses penelitian ini didasari dari 2 (dua) sumber informasi/pengetahuan yaitu studi lapangan dan studi literatur.

#### **3.2.1 Studi Lapangan**

Tahap studi lapangan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting pada PG Rejo Agung Baru, maka dari itu perlu dilaksanakan observasi langsung di pabrik pengolahan gula guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Proses studi lapangan ini dapat dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara pada karyawan pabrik.

#### **3.2.2 Studi Literatur**

Pada studi literatur ini berisi studi ilmiah yang sesuai dengan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Sumber literatur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari buku, jurnal, dan juga data sekunder yang diperoleh dari internet. Studi ini bertujuan untuk mendukung penggunaan teori-teori ilmiah oleh para *expert* ataupun penelitian-penelitian terkait bidang perancangan sistem *material handling*, *workload analysis*, *failure mode and effect analysis*, dan ongkos *material handling*.

### **3.3 Tahap Pengumpulan Data**

Setelah diketahui permasalahan dan juga teori yang tepat untuk diimplementasikan pada penelitian ini, selanjutnya pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang berasal dari data primer atau data yang diambil dari pengamatan langsung di lapangan. Adapun data-data yang dibahas pada penelitian merupakan data yang berguna dalam analisis perancangan sistem *material*

*handling* dari lori menjadi *conveyor*. Pengumpulan data ini sangat berguna untuk mendukung tahap pengolahan data yang akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

### **3.4 Tahap Pengolahan Data**

Setelah mendapatkan data yang didapat pada observasi langsung di pabrik, tahap selanjutnya ialah pengolahan data yang dilakukan dengan beberapa fase sebagai berikut :

#### **3.4.1 Pembuatan Konsep Desain *Material handling* Baru**

Pada pembuatan konsep desain *material handling* pengganti lori ialah dengan menggunakan *belt conveyor*. Pembuatan konsep ini dilakukan dengan membandingkan mekanisme kerja dari lori dan *conveyor*. Perbandingan juga dilakukan dengan berdasarkan lain dua parameter yaitu aspek teknis *material handling* dan juga beban kerja (*workload*) pekerja yang dijelaskan sebagai berikut

##### *3.4.1.1 Workload Analysis*

Pengukuran beban kerja ini dilakukan atas banyaknya pekerja yang mengangkut karung gula secara manual ketika lori tiba di *warehouse*. Perhitungan beban kerja dilakukan pada kondisi eksisting (dengan menggunakan lori) dan pada rekomendasi *belt conveyor*. Adapun setelah pergantian sistem *material handling* menjadi *belt conveyor*, alokasi pekerja pada pengangkutan sak gula di *warehouse* dapat dikurangi. Pengukuran beban kerja dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX dan juga tugas per tugas jabatan berdasarkan keputusan keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara nomor KEP/75/M.PAN/7/2004.

#### **3.4.2 Pengukuran Risiko Bahaya pada Rancangan *Conveyor***

Setelah *conveyor* ditetapkan menjadi sistem *material handling* yang baru menggantikan lori, selanjutnya ialah merancang *conveyor* dengan mempertimbangkan apa saja risiko bahaya yang terdapat pada area Stasiun Puteran-*Warehouse*. Tujuan dari analisis risiko ini ialah untuk menciptakan area kerja yang aman dan nyaman demi keselamatan para pekerjanya. Identifikasi dan

penilaian risiko ini dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Proses penilaian dilakukan melalui pengamatan langsung oleh penulis yang kemudian divalidasi bersama pihak *expert* perusahaan yakni kepala gudang PG Rejo Agung Baru.

### **3.4.3 Perhitungan Total Biaya**

Pada tahap ini berisi gambaran berapa total biaya yang harus dikeluarkan oleh adanya penggunaan lori atau *Conveyor*. Total biaya ini merupakan jumlah dari biaya *material handling* dan juga biaya yang dibutuhkan jika perusahaan dapat meningkatkan produktivitas diakibatkan adanya peningkatan kapasitas pengangkutan. Biaya ini nantinya dihitung per tahun yang setara dengan 5 (lima) bulan sebagaimana terjadinya proses penggilingan pada PG Rejo Agung Baru.

## **3.5 Tahap Analisis dan Kesimpulan**

Setelah proses pengolahan data telah dilakukan, maka selanjutnya dilakukan analisis melalui tahapan-tahapan sebagai berikut.

### **3.5.1 Perbandingan Rancangan Lori dengan *Conveyor***

Pada tahap ini dilakukan perbandingan dengan aspek-aspek sebelumnya yaitu aspek teknis, *workload* pekerja dan serta pengukuran risiko dari stasiun puteran ke *warehouse*. Dasar perbandingan utama ialah dengan membandingkan total ongkos *material handling* yang dikeluarkan untuk kedua sistem *material handling*. Dalam melakukan perbandingan ini penulis dibantu oleh 2 (dua) orang *expert* dari bagian instalasi dan juga gudang sebagai bentuk validasi terhadap rancangan sistem *material handling* kedepannya

### **3.5.2 Perancangan Desain *Conveyor***

Pada tahap ini terdapat proses perancangan desain *conveyor* yang nantinya dibuat dengan menyesuaikan nilai *Risk Priority Number* (RPN) terbesar dari masing-masing jenis risiko pada hasil identifikasi risiko menggunakan FMEA. Perancangan ini meliputi pembuatan *safety sign* dalam mendukung keselamatan pada area kerja *conveyor* dan serta pembuatan desain rancangan pelindung sak

gula. Desain ini dibuat dengan memvisualisasikan model *conveyor* dengan menggunakan bantuan *software* 3Dsmax.

### **3.5.3 Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Di tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan dan saran atas pelaksanaan penelitian ini.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab 4 (empat) akan dijelaskan mengenai profil dan dekripsi umum dari PG Rejo Agung Baru. Selain itu, akan dijelaskan pula mengenai pengumpulan dan pengolahan berdasarkan dengan metodologi penelitian yang telah dibuat sebelumnya

#### **4.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Didirikan pada tahun 1894 sebagai salah satu anak perusahaan NV Handel Kian Gwan, yang kemudian berubah nama menjadi Oei Tiong Ham Concern sebagai induk perusahaan dengan status 100% kepemilikan swasta. Pada tahun 1961, seluruh harta kekayaan Oei Tiong Ham Concern diambil alih oleh Negara Republik Indonesia. Tanggal 20 Juli 1963 penguasaan dan pengelolaan seluruh aset perusahaan OTCH diserahkan terimakan dari Jaksa Agung kepada Menteri Urusan Pendapatan Pembiayaan dan Pengawasan (P3) yang sekarang menjadi Departemen Keuangan Republik Indonesia.

Selanjutnya berdasarkan adanya Undang- Undang Nomor : 6 Tahun 1968 dan Peraturan Pemerintah Nomor : 5 tahun 1974, PT. PPEN Rajawali Nusantara Indonesia disesuaikan bentuk hukumnya menjadi Perusahaan Perseroan dengan nama yang sekaligus ditetapkan bahwa seluruh saham PG. Rejo Agung serta anak perusahaan lainnya menjadi milik PT. RNI, sedangkan nama NV. PG. Rejo Agung berubah menjadi PT. PG. Rejo Agung Baru. Logo perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Logo Perusahaan

Momen terpenting ketika pada tahun 1995 PT Rajawali Indonesia menggabungkan anak perusahaannya, PG Krebet Baru dan PG Rejo Agung Baru dalam satu payung perusahaan PT PG Rajawali I. Kerja tanpa lelah akhirnya tercapai ketika PT PG Rajawali I mampu menjawab harapan pemerintah dengan sumbangsih pencapaian rendemen 8,55 %, tertinggi diantara pabrik gula di Pulau Jawa pada tahun 2012.

Proses peningkatan kapasitas dilakukan secara bertahap sejak awal berdiri hingga saat ini. Pada awal berdirinya yaitu tahun 1894, pabrik dirancang dengan kapasitas 2000 TCD. Kemudian pada 1927 ditingkatkan menjadi 3000 TCD dengan menambah 1 *serie battery* gilingan. Seiring berkembangnya kondisi perekonomian yang ada, pada tahun 1988 hingga 1990 kapasitas pabrik ditingkatkan menjadi 4800 TCD dengan 3000 TCD pada unit gilingan barat dan 1800 TCD pada unit gilingan timur. Kemudian kapasitas pabrik terus ditingkatkan hingga pada tahun 2013 dapat mencapai 6000 TCD, dimana kapasitas total unit gilingan mampu mencapai 8000 TCD. Kondisi dan detail data perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Kondisi dan Detail PG Rejo Agung Baru

<b>Data</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Nama Perusahaan</b>	PG. Rejo Agung Baru
<b>Alamat</b>	Jl. Yos Sudarso No. 23-25, Madiun 63123
<b>Telepon</b>	(0351) 462525
<b>Desa</b>	Patihan
<b>Kecamatan</b>	Mangunharjo
<b>Kabupaten</b>	Madiun
<b>Propinsi</b>	Jawa Timur
<b>Tahun Berdiri</b>	1894
<b>Kepemilikan</b>	BUMN
<b>Jenis Produksi Gula</b>	SHS 1 A
<b>Luas Area Giling</b>	8300 - 9700 Ha
<b>Jumlah Tebu</b>	640.000 - 800.000 Ton
<b>Rendemen</b>	7,87%
<b>Produksi SHS</b>	27.000 - 37.500 Ton
<b>Kapasitas Giling</b>	6000 TCD

Sumber : PG Rejo Agung Baru, 2016

Dalam memperoleh bahan baku tebu PG Rejo Agung Baru mempunyai wilayah kerja yang tersebar di 4 Kabupaten di *ex* Karisidenan Madiun yaitu Madiun, Ponorogo, Ngawi, Magetan dan juga di wilayah kabupaten Nganjuk. Areal untuk budidaya tebu secara total seluas ± 8.250 ha dengan jumlah tebu ± 760.000 ton tebu yang semuanya dikelola dengan sistem tebu rakyat kemitraan. Perjalanan panjang yang membanggakan selama lebih 17 tahun, dimana PT. PG Rajawali I beserta unit perusahaannya telah bekerja keras menjadi perusahaan peraih laba dan selalu bergandengan tangan dengan masyarakat untuk meningkatkan kinerjanya.

#### **4.1.1 Visi, Misi, dan Nilai-Nilai Perusahaan**

Berikut adalah visi dan misi yang diusung oleh PG Rejo Agung Baru

##### **Visi**

“ Menjadi industri berbasis tebu yang unggul dalam persaingan global dan berwawasan lingkungan berlandaskan tata kelola perusahaan yang baik.”

##### **Misi**

1. Meningkatkan kinerja terbaik melalui pencapaian produktivitas dan efektivitas, berorientasi kualitas produk, pelayanan pelanggan prima serta menjadi perusahaan yang memiliki komitmen tinggi terhadap kelestarian lingkungan
2. Melakukan langkah-langkah inovasi, diversifikasi dan ekspansi untuk tumbuh berkembang berkelanjutan

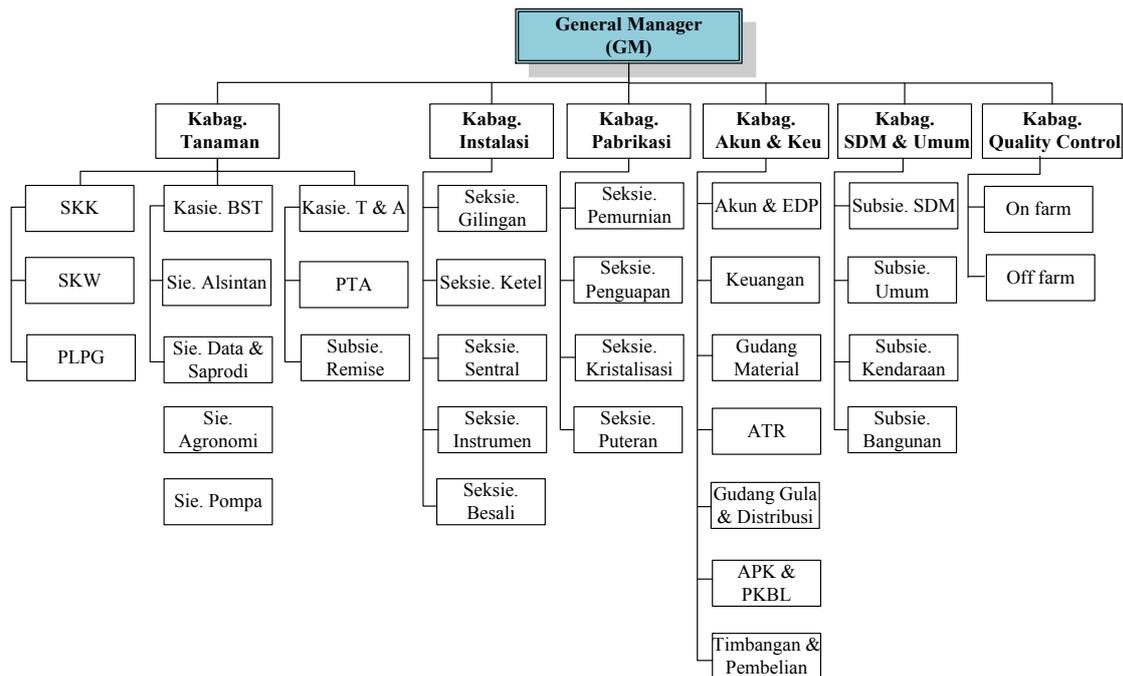
Adapun nilai-nilai yang dijadikan budaya bekerja di PG Rejo Agung Baru sebagai berikut :

- Menghormati stakeholder sebagai keluarga besar perusahaan
- Menghargai setiap aktifitas usaha untuk dijadikan mozaik strategi besar perusahaan
- Menanamkan kepuasan kerja sebagai pedoman emas serta menghargai karyawan sebagai mitra kerja strategis
- Mengakomodasi ide-ide strategis kemudian dikreasikan menjadi *winning teamwork* dalam kompetisi global

- Bekerja sama sebagai wujud *teamwork* yang solid di masa kini maupun masa akan datang
- Menempatkan stakeholder dalam sebuah kolaborasi "menang-menang"
- Mewujudkan karyawan loyal pada perusahaan dengan menerapkan manajemen komunikasi terbuka dari hati ke hati
- Mempunyai integritas di setiap aktivitas usaha, sosial dan lingkungan.
- Satu komitmen menjaga spirit menjadi perusahaan berbasis tebu yang tidak hanya tumbuh berkelanjutan tetapi juga terbaik serta mempunyai nilai dalam menjalankan tugas dan kewajiba

#### 4.1.2 Struktur Organisasi PG Rejo Agung Baru

Berikut ini merupakan struktur organisasi yang dimiliki oleh PT PG Rejo Agung Baru.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT PG Rejo Agung Baru

Semua anak perusahaan PT PG Rajawali 1 umumnya langsung dipimpin oleh seorang *General Manager* tak terkecuali pada PG Rejo Agung Baru. General Manager PG Rejo Agung membawahi 5 (lima) orang kepala bagian yang bekerja

sama menjalankan fungsi dan perannya pada keberlangsungan perusahaan ini. Adapun kelima bagian yang ada pada perusahaan diantaranya bagian tanaman, bagian instalasi, bagian pabrikasi, bagian akuntansi dan keuangan, bagian SDM dan umum, serta bagian *quality control*. Total jumlah tenaga kerja pada PG Rejo Agung Baru ini berjumlah 300 orang (pada saat luar musim giling) dan 1.138 orang (pada saat dalam musim giling).

#### 4.1.3 Produk PG Rejo Agung Baru

Sampai saat ini hasil produk yang dikeluarkan oleh PT PG Rejo Agung Baru terdiri dari produk utama yaitu Gula kemasan dengan 3 jenis berat yang berbeda (0,5 kg ; 5 kg ; dan 50 kg) dan juga produk sampingan yaitu tetes, ampas tebu, dan pupuk organik. Produk gula dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini



Gambar 4.3 Produk Gula Kemasan

#### 4.2 Sistem *Material handling* Eksisting

Dalam proses bisnis suatu pabrik mulai dari pengadaan bahan baku hingga penyimpanan barang jadi di dalam gudang tentu membutuhkan sistem *material handling* yang tepat. Sistem *material handling* ini yang turut mensukseskan proses produksi pabrik secara keseluruhan. Demikian pula dengan sistem *material handling* yang digunakan oleh PG Rejo Agung Baru, sistem perpindahan bahan yang masih bersifat konvensional terus digunakan sampai saat ini untuk mendukung alur produksi dari tebu hingga menjadi gula. PG Rejo Agung Baru mengklasifikasikan 3 (tiga) macam penggunaan sistem *material handling* pada proses bisnisnya sebagai berikut

1. Proses pengangkutan bahan baku tebu menuju mesin gilingan

Pada proses ini PG Rejo Agung Baru menggunakan lori sebagai alat pemindahan bahan yang berguna mengangkut tebu yang berasal dari lahan perusahaan menuju mesin gilingan. Untuk pengangkutan tebu yang berasal dari luar perusahaan seperti lahan tebu milik rakyat, biasanya diangkut dengan menggunakan truk.

2. Proses produksi gula

Proses produksi ini dimulai dari mesin gilingan hingga stasiun puteran. Alur material dari satu mesin ke mesin lain diangkut secara terautomasi menggunakan perpipaan. Pada stasiun puteran, gula yang sudah dipackaging kemudian diangkut menggunakan *conveyor portable* menuju lori yang kemudian siap dikirim ke gudang.

3. Proses pengangkutan gula menuju gudang (*warehouse*)

Pada tahap ini produk gula siap dikirim ke gudang penyimpanan. Proses ini menggunakan lori yang diangkut dengan 1 (satu) lokomotif. Sesampainya digudang, para pekerja angkut siap untuk mengangkut produk gula dari lori lalu masuk ke dalam gudang.

#### **4.2.1 Sistem *Material handling* PG Rejo Agung Baru**

Sesuai dengan rencana perusahaan yang menginginkan adanya penggantian salah satu sistem *material handling* yaitu lori. Pada subab ini akan dijelaskan mengenai deskripsi singkat sistem *material handling* lori yang sudah cukup lama digunakan oleh perusahaan. Lori yang digunakan oleh PG Rejo Agung Baru ini merupakan lori dengan model lama yang masih sangat mengandalkan kapasitas dalam pengangkutan gula. 1 (satu) gerbong lori mampu mengangkut 100 sak gula yang setara dengan 5 ton.

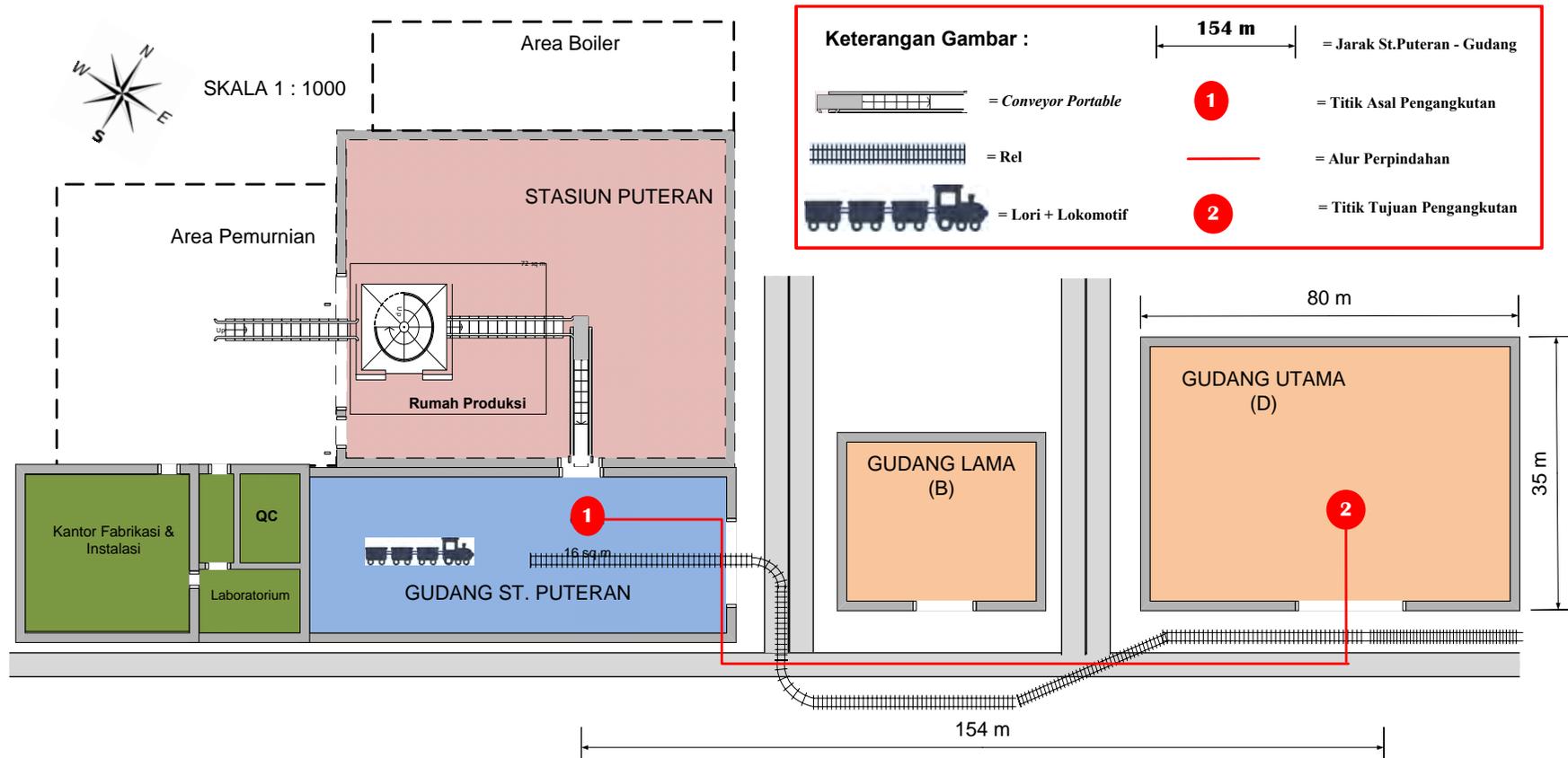
Banyaknya gerbong lori yang digunakan untuk mengangkut gula dari stasiun puteran hingga gudang berbeda dengan jumlah shift yang digunakan pada pekerja angkut. Lori digunakan hanya pada pagi hari hingga sore dengan rata-rata kebutuhan gerbong lori pagi sebesar 30 (tiga puluh) lori dan siang sebesar 15 lori. Pada saat pabrik harus memproduksi gula dengan target yang cukup banyak, kebutuhan lori bisa mencapai 85 (delapan puluh lima) gerbong dalam sehari.



Gambar 4.4 Gerbong Lori dan Lokomotif *Schoma* di PG Rejo Agung Baru

Lori ini bergerak dengan ditarik menggunakan satu lokomotif berbahan bakar solar. Lokomotif inilah yang menjadi mesin utama dalam sistem pengangkutan gula menggunakan lori secara keseluruhan. Lokomotif yang tersedia di pabrik sebanyak 10 (sepuluh) loko, namun selama musim giling lokomotif yang siap digunakan hanya berjumlah 6 (enam) saja dikarenakan adanya kebijakan dalam perawatan lokomotif. Adapun jenis-jenis lokomotif yang biasa digunakan di pabrik antara lain *O & K*, *Diema*, dan *Schoma Christoph Schottler G.M.B.H Diepholz Maschinenfabrik BezBremn.* nama terakhir yang disebut merupakan jenis yang paling sering digunakan dalam menarik gerbong-gerbong lori.

Pengoperasian lori dan lokomotif dikoordinasi oleh sub bagian Remise. Sub bagian Remise bertanggung jawab atas operasional hingga perawatan lori dan lokomotif, sub bagian Remise sendiri merupakan bagian diluar struktur formal pabrik yang pada awalnya berada pada bagian kebun khusus untuk pengangkutan tebu dari lahan perkebunan. Seiring berjalannya waktu lori juga digunakan untuk pengangkutan gula yang telah *dipackaging* menuju gudang. Setiap proses pengangkutan gula, terdapat 1 (satu) masinis dan 1 (satu) operator yang bertanggung jawab atas berjalannya lori dan lokomotif. Untuk kapasitas lori ini dapat mencapai 210 ton/hari dan kapasitas sekali angkut sebesar 40 ton. Untuk bahan bakar solar yang digunakan, setiap lokomotif rata-rata menghabiskan  $\pm 25$  liter/hari, operasi dengan kecepatan rata-rata 10 km/jam. Kecepatan pengangkutan ini sangat dijaga dikarenakan kondisi rel dan tanah yang mudah sekali amblas/anjlok. Peletakkan gula juga harus sesuai dengan kapasitas tiap lori untuk menghindari adanya gula yang jatuh. Area pengoperasian lori dapat dilihat pada visualisasi *layout* stasiun puteran-gudang pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 *Layout* Stasiun Puteran-Gudang (Area Pengangkutan Gula Menggunakan Lori)

#### 4.2.1.1 Gerakan Perpindahan Material

Perpindahan produk gula dari stasiun menuju gudang dengan menggunakan lori memerlukan beberapa gerakan-gerakan yang dilakukan oleh para pekerja angkut, operator lori, dan masinis lokomotif. Pekerja angkut disini dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu pekerja angkut pada stasiun puteran dan pada gudang. Beberapa visualisasi gerakan dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Pekerjaan Pengangkutan Sak Gula di PG Rejo Agung Baru

Pada Tabel 4.2 dan 4.3 merupakan gerakan perpindahan sak gula pada sistem *material handling* lori. Terdapat *breakdown* dari pekerjaan pengangkutan gula beserta jumlah pekerja yang ada pada tiap bagian.

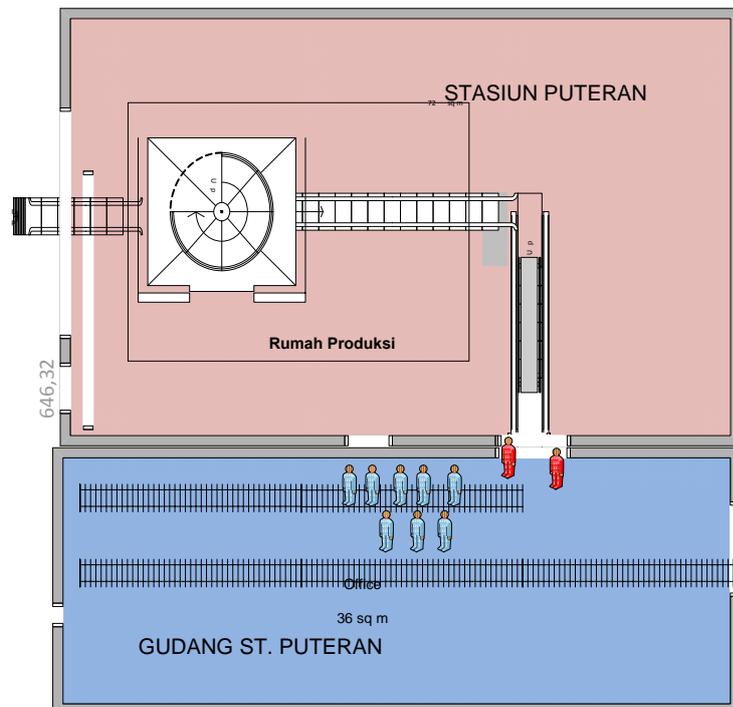
Tabel 4.2 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Lori di Stasiun Puteran

Objek	Jumlah Pekerja	Kode Warna	Job Description
Pekerja Angkut (Stasiun Puteran )	2		1. Mengambil gula dari <i>conveyor portable</i>
	8		2. Mengangkut gula secara manual ke lori
			3. Menaikan gula sesuai tumpukan
			4. Menata sak gula secara teratur di lori

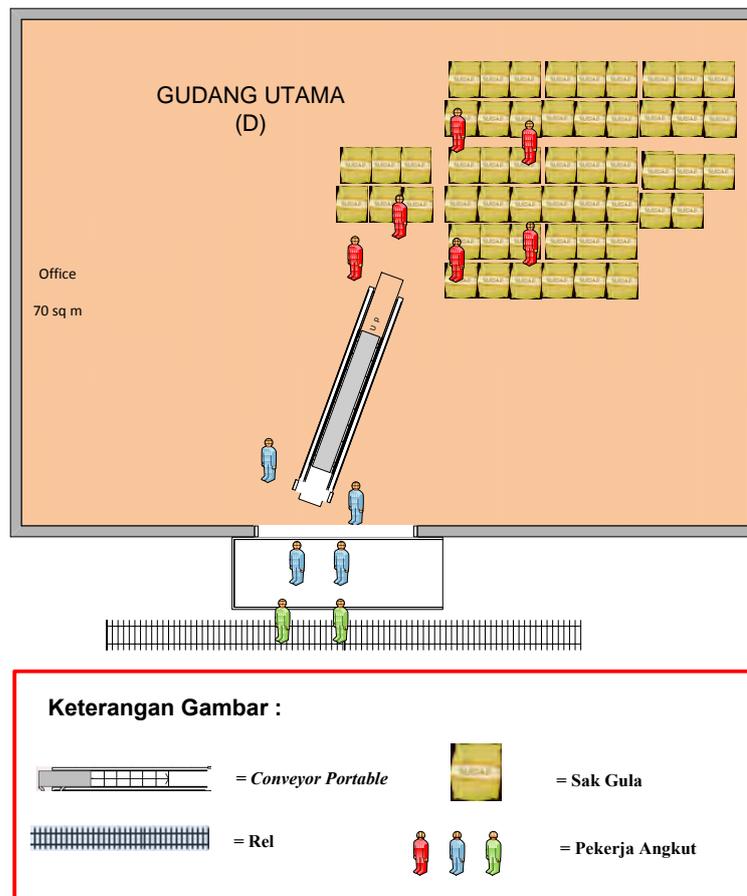
Tabel 4.3 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Lori di Gudang

Objek	Jumlah Pekerja	Kode Warna	Job Description
Pekerja Angkut (Gudang)	2		1. Mengambil gula dari lori
	2		2. Mengangkut gula kedalam gudang
	2		3. Menaikkan gula keatas <i>conveyor portable</i>
	6		4. Mengambil gula dari <i>conveyor portable</i>
			5. Menata sak gula

. Total pekerja angkut pada penggunaan lori sebanyak 22 orang. Kode warna mengindikasikan perbedaan pekerjaan oleh pekerja angkut yang berguna pada alokasi pekerja sesuai dengan *job description* masing-masing. Pada Gambar 4.7 dan 4.8 berikut ini merupakan layout dari stasiun puteran dan gudang berdasarkan alokasi pekerja angkut.



Gambar 4.7 Layout Stasiun Puteran dan Alokasi Pekerja Angkut



Gambar 4.8 *Layout* Gudang dan Alokasi Pekerja Angkut

Pada Gambar diatas diketahui bahwa pekerjaan pengangkutan gula cenderung dilakukan secara estafet, dimana pengangkutan dilakukan secara berkelanjutan dari satu pekerja ke pekerja lain. Pada Tabel 4.4 berikut merupakan data mengenai jumlah pengangkutan yang dilakukan oleh pekerja selama 1 (satu) hari.

Tabel 4.4 Jumlah Pengangkutan oleh Pekerja di Stasiun Puteran dan Gudang

Bagian	Jumlah Pekerja	Jumlah Jam Kerja/Hari	Jumlah Pengangkutan Sak Gula/Hari	Jumlah Pengangkutan Sak Gula/Hari/Orang	Jumlah Pengangkutan/Hari/Orang/Jam
Stasiun Puteran	10 Orang	8 Jam	500 kali	50 kali	7 kali
Gudang	12 Orang	8 Jam	500 kali	42 kali	6 kali

Tabel 4.5 Jumlah Beban Angkut oleh Pekerja di Stasiun Puteran dan Gudang

Bagian	Jumlah Pekerja	Beban Sak Gula	Beban Angkut /Hari	Beban Angkut/Hari /Orang	Beban Angkut/Hari/Orang /Jam
Stasiun Puteran	10 Orang	50kg	25 ton	2,5 ton	0,31 ton/310 kg
Gudang	12 Orang	50kg	25 ton	2,1 ton	0,27 ton/270 kg

#### 4.2.2 Identifikasi Beban Kerja

Identifikasi beban kerja dalam melakukan aktivitas pengangkutan gula menggunakan lori dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX. Langkah awal pada metode ini ialah penyebaran kuesioner kepada beberapa responden yang berperan penting dalam aktivitas terkait seperti *supervisor* dan juga pekerja angkut.

##### 4.2.2.1 Penilaian Beban Kerja Penggunaan Sistem Material handling Lori

Tahap awal ialah merekap data kuisisioner yang berisi pemberian *rating* dan juga pembobotan pada keenam faktor yang terdapat pada NASA-TLX. Kuisisioner ini ditujukan pada penggunaan sistem *material handling* dengan lori. Adapun keterangan keenam faktor tersebut sebagai berikut :

- *Mental Demands* - MD
- *Physical Demands* - PD
- *Temporal Demands* - TD
- *Own Performance* - OP
- *Frustration Level* - FR
- *Effort* – EF

Pemberian *rating* didapatkan melalui wawancara dan pengisian kuesioner oleh 3 (tiga) orang *supervisor* yang bertindak sebagai *expert* dan bertanggung jawab atas kegiatan *material handling* ini dan juga 22 (dua puluh dua) pekerja angkut yang secara langsung mengerjakan kegiatan pengangkutan ini. Responden diminta untuk memberikan *rating* terhadap keenam indikator diatas. Rekapitulasi data pemberian *rating* dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 4.6 dan 4.7

Tabel 4.6 Pemberian *Rating Indicator* pada Lori oleh *Supervisor*

No	Objek	<i>Event Scoring Indicator</i>					
		MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	<i>Supervisor A</i>	80	90	30	70	25	90
2	<i>Supervisor B</i>	75	87	80	75	54	90
3	<i>Supervisor C</i>	85	95	65	80	30	70

Tabel 4.7 Pemberian *Rating Indicator* pada Lori oleh Pekerja Angkut

No	Objek	<i>Event Scoring Indicator</i>					
		MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	Pekerja A	84	94	83	74	81	83
2	Pekerja B	90	92	78	75	74	79
3	Pekerja C	91	96	79	71	84	82
4	Pekerja D	82	86	69	74	75	70
5	Pekerja E	95	92	85	75	86	87
6	Pekerja F	90	100	83	74	90	78
7	Pekerja G	87	93	78	74	90	80
8	Pekerja H	94	97	79	68	87	83
9	Pekerja I	85	91	85	73	89	81
10	Pekerja J	84	94	82	74	85	79
11	Pekerja K	93	100	74	73	83	78
12	Pekerja L	86	95	70	72	92	76
13	Pekerja M	94	99	70	71	87	85
14	Pekerja N	89	80	65	69	90	75
15	Pekerja O	85	94	73	68	82	80
16	Pekerja P	89	93	66	73	81	78
17	Pekerja Q	87	83	73	71	79	74
18	Pekerja R	85	91	72	75	91	82
19	Pekerja S	86	100	70	75	88	78
20	Pekerja T	93	90	74	78	87	81
21	Pekerja U	84	92	72	75	83	80
22	Pekerja V	93	97	72	77	94	76

Selanjutnya ialah menghitung jumlah *tally* yang merupakan hasil dari penyebaran kuisioner pembobotan atas keenam faktor diatas. Pembobotan

dilakukan untuk mengetahui dominasi satu faktor dengan faktor-faktor lainnya. Rekapitulasi data pembobotan dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 4.8 dan 4.9

Tabel 4.8 Pembobotan pada Lori oleh *Supervisor*

No	Objek	<i>Paired Comparison Indicator</i>					
		WMD	WPD	WTD	WOP	WFR	WEF
1	<i>Supervisor A</i>	5	4	2	1	3	0
2	<i>Supervisor B</i>	3	4	3	2	2	1
3	<i>Supervisor C</i>	4	3	3	1	2	2

Tabel 4.9 Pembobotan pada Lori oleh Pekerja Angkut

No	Objek	<i>Paired Comparison Indicator</i>					
		WMD	WPD	WTD	WOP	WFR	WEF
1	Pekerja A	5	4	1	3	2	0
2	Pekerja B	4	3	2	2	3	1
3	Pekerja C	3	3	3	1	4	1
4	Pekerja D	4	4	3	2	1	1
5	Pekerja E	3	5	2	1	3	1
6	Pekerja F	3	4	2	2	3	1
7	Pekerja G	5	3	1	3	3	0
8	Pekerja H	4	4	3	2	1	1
9	Pekerja I	3	4	2	2	2	2
10	Pekerja J	2	5	1	3	3	1
11	Pekerja K	3	4	2	1	3	2
12	Pekerja L	3	3	3	2	3	1
13	Pekerja M	4	3	2	3	2	1
14	Pekerja N	5	3	3	4	0	0
15	Pekerja O	5	3	2	2	2	1
16	Pekerja P	4	4	2	1	2	2
17	Pekerja Q	3	3	3	2	1	3
18	Pekerja R	2	3	2	1	4	3
19	Pekerja S	2	5	3	2	1	2
20	Pekerja T	5	4	1	3	2	0
21	Pekerja U	4	4	1	2	1	3
22	Pekerja V	4	4	2	3	0	2

Setelah mengetahui nilai *rating* dan juga pembobotan pada keenam indikator, selanjutnya akan dihitung nilai produk. Nilai produk didapat melalui hasil perkalian antara *rating* dengan bobot faktor. Hasil dari nilai produk dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan 4.11 berikut ini.

Tabel 4.10 Hasil Nilai Produk pada Lori oleh *Supervisor*

No	Objek	Nilai Produk					
		MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	<i>Supervisor A</i>	400	360	108	70	75	0
2	<i>Supervisor B</i>	225	348	240	150	108	90
3	<i>Supervisor C</i>	340	285	195	80	60	140

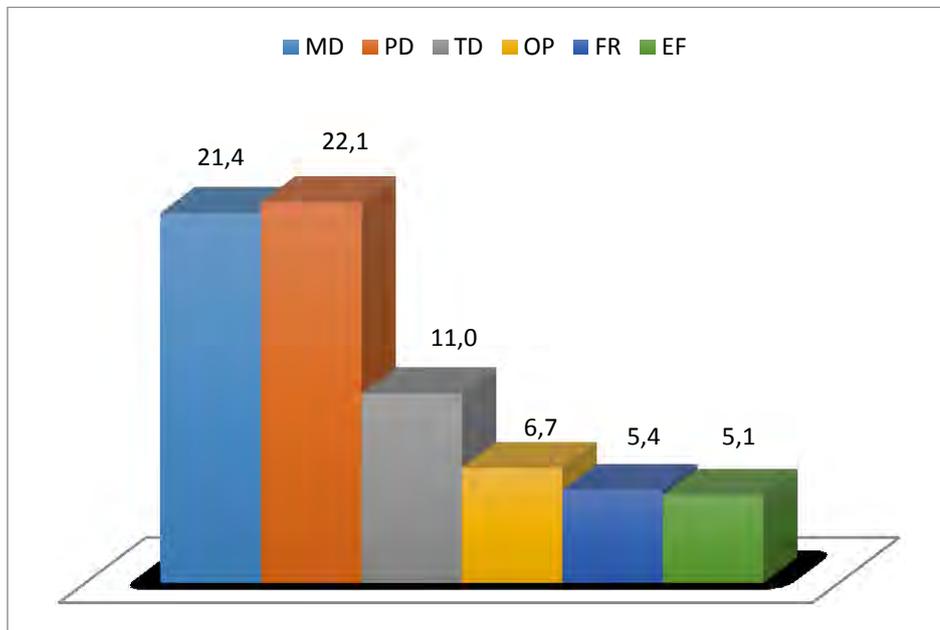
Tabel 4.11 Hasil Nilai Produk pada Lori oleh Pekerja Angkut

No	Objek	Nilai Produk					
		MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	Pekerja A	420	376	83	222	162	0
2	Pekerja B	360	276	156	150	222	79
3	Pekerja C	273	288	237	71	336	82
4	Pekerja D	328	344	207	148	75	70
5	Pekerja E	285	460	170	75	258	87
6	Pekerja F	270	400	166	148	270	78
7	Pekerja G	435	279	78	222	270	0
8	Pekerja H	376	388	237	136	87	83
9	Pekerja I	255	364	170	146	178	162
10	Pekerja J	168	470	82	222	255	79
11	Pekerja K	279	400	148	73	249	156
12	Pekerja L	258	285	210	144	276	76
13	Pekerja M	376	297	140	213	174	85
14	Pekerja N	445	240	195	276	0	0
15	Pekerja O	425	282	146	136	164	80
16	Pekerja P	356	372	132	73	162	156
17	Pekerja Q	261	249	219	142	79	222
18	Pekerja R	170	273	144	75	364	246
19	Pekerja S	172	500	210	150	88	156
20	Pekerja T	465	360	74	234	174	0
21	Pekerja U	336	368	72	150	83	240
22	Pekerja V	372	388	144	231	0	152

Selanjutnya dilakukan perhitungan *weighted workload* (WWL), nilai *weighted workload* didapat dengan menjumlahkan keenam nilai produk yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan 4.13

Tabel 4.12 Hasil *Weighted Workload* (WWL) pada Lori oleh *Supervisor*

No	Objek	<i>Weighted Workload</i> (WWL)						TOTAL
		MD	PD	TD	OP	FR	EF	
1	<i>Supervisor A</i>	400	360	108	70	75	0	965
2	<i>Supervisor B</i>	225	348	240	150	108	90	1161
3	<i>Supervisor C</i>	340	285	195	80	60	140	1100



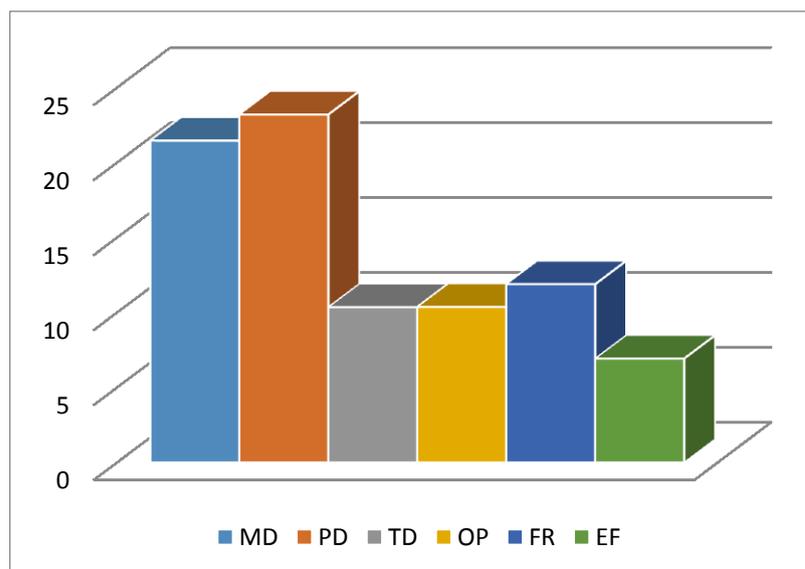
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata *Weighted Workload* (WWL) pada *Supervisor*

Tabel 4.13 Hasil *Weighted Workload* (WWL) pada Lori oleh *Pekerja Angkut*

No	Objek	<i>Weighted Workload</i> (WWL)						TOTAL
		MD	PD	TD	OP	FR	EF	
1	Pekerja A	420	376	83	210	162	0	1251
2	Pekerja B	360	276	156	150	222	79	1243
3	Pekerja C	273	288	237	71	336	82	1287
4	Pekerja D	328	344	207	148	75	70	1172
5	Pekerja E	285	460	170	75	258	87	1335

Tabel 4.13 Hasil *Weighted Workload* (WWL) pada Lori oleh Pekerja Angkut (lanjutan)

No	Objek	<i>Weighted Workload</i> (WWL)						TOTAL
		MD	PD	TD	OP	FR	EF	
6	Pekerja F	270	400	166	148	270	78	1332
7	Pekerja G	435	279	78	222	270	0	1284
8	Pekerja H	376	388	237	136	87	83	1307
9	Pekerja I	255	364	170	146	178	162	1275
10	Pekerja J	168	470	82	222	255	79	1276
11	Pekerja K	279	400	148	73	249	156	1305
12	Pekerja L	258	285	210	144	276	76	1249
13	Pekerja M	376	297	140	213	174	85	1285
14	Pekerja N	445	240	195	276	0	0	1156
15	Pekerja O	425	282	146	136	164	80	1233
16	Pekerja P	356	372	132	73	162	156	1251
17	Pekerja Q	261	249	219	142	79	222	1172
18	Pekerja R	170	273	144	75	364	246	1272
19	Pekerja S	172	500	210	150	88	156	1276
20	Pekerja T	465	360	74	234	174	0	1307
21	Pekerja U	336	368	72	150	83	240	1249
22	Pekerja V	372	388	144	231	0	152	1287

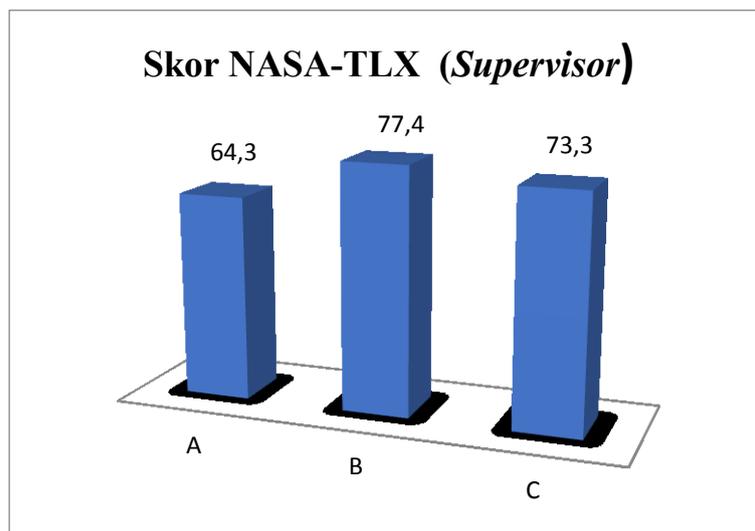


Gambar 4.10 Grafik Rata-Rata *Weighted Workload* (WWL) pada Pekerja Angkut

Pada tahap terakhir ialah menghitung rata-rata *weighted workload* (WWL), nilai ini nantinya menjadi skor NASA-TLX. Skor akhir diperoleh dengan membagi masing-masing nilai *weighted workload* pada keenam indikator dengan jumlah bobot yaitu 15. Hasil skor NASA-TLX oleh *supervisor* dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini

Tabel 4.14 Hasil Skor NASA-TLX pada Lori oleh *Supervisor*

No	Objek	Rata-rata WWL						TOTAL WORKLOAD
		MD	PD	TD	OP	FR	EF	
1	<i>Supervisor A</i>	26,7	24	7,2	4,6	5	0	64,3
2	<i>Supervisor B</i>	15	23,2	16	10	7,2	6	77,4
3	<i>Supervisor C</i>	22,7	19	13	5,3	4	9,93	73,3



Gambar 4.11 Grafik Hasil Skor NASA-TLX pada Supervisor

Setelah mendapatkan semua *total workload* yang dibutuhkan, selanjutnya ialah mengkategorikan hasil tersebut kedalam *workload range* berikut ini.

Tabel 4.15 Kategori Penilaian Beban Kerja Pekerja Angkut

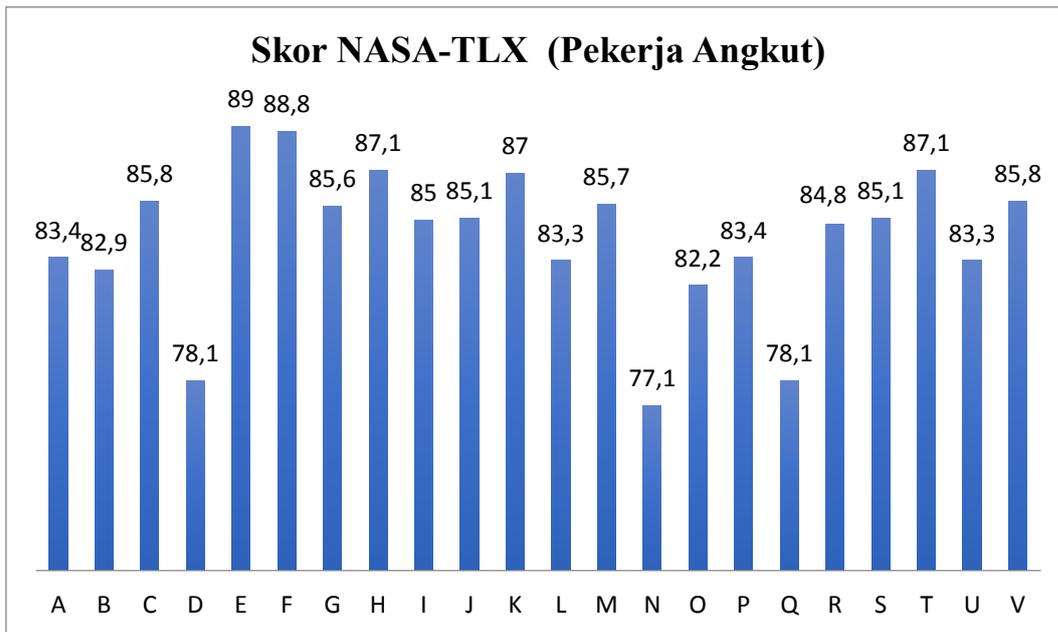
No	Range	Rata-rata Total Workload	Beban Kerja
1	0-9	-	Rendah
2	10-29	-	Sedang
3	30-49	-	Agak Tinggi
4	50-79	71,69	Tinggi
5	80-100	-	Tinggi Sekali

Dikarenakan *supervisor* tidak langsung mengalami atau mengerjakan kegiatan pengangkutan, maka akan dihitung rata-rata *total workload* oleh *supervisor* yang berjumlah 71,69 dan termasuk dalam kategori beban kerja dengan level tinggi. Berikut merupakan hasil perhitungan *total workload* pada pekerja angkut dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini

Tabel 4.16 Hasil Skor NASA-TLX pada Lori oleh Pekerja Angkut

No	Objek	Rata-rata WWL						TOTAL WORKLOAD
		MD	PD	TD	OP	FR	EF	
1	Pekerja A	28	25,1	5,5	14	10,8	0	83,4
2	Pekerja B	24	18,4	10,4	10	14,8	5,3	82,9
3	Pekerja C	18,2	19,2	15,8	4,7	22,4	5,5	85,8
4	Pekerja D	21,9	22,9	13,8	9,9	5,00	4,7	78,1
5	Pekerja E	19	30,7	11,3	5	17,2	5,8	89
6	Pekerja F	18	26,7	11,1	9,9	18	5,2	88,8
7	Pekerja G	29	18,6	5,2	14,8	18	0	85,6
8	Pekerja H	25,1	25,9	15,8	9,1	5,8	5,5	87,1
9	Pekerja I	17	24,3	11,3	9,7	11,9	10,8	85
10	Pekerja J	11,2	31,3	5,5	14,8	17	5,3	85,1
11	Pekerja K	18,6	26,7	9,9	4,9	16,6	10,4	87
12	Pekerja L	17,2	19	14	9,6	18,4	5,1	83,3
13	Pekerja M	25,1	19,8	9,3	14,2	11,6	5,7	85,7
14	Pekerja N	29,7	16	13	18,4	0	0	77,1
15	Pekerja O	28,3	18,8	9,7	9,1	10,9	5,3	82,2
16	Pekerja P	23,7	24,8	8,8	4,9	10,8	10,4	83,4
17	Pekerja Q	17,4	16,6	14,6	9,5	5,3	14,8	78,1
18	Pekerja R	11,3	18,2	9,6	5	24,3	16,4	84,8
19	Pekerja S	11,5	33,3	14	10	5,9	10,4	85,1
20	Pekerja T	31	24	4,9	15,6	11,6	0	87,1
21	Pekerja U	22,4	24,5	4,8	10	5,5	16	83,3
22	Pekerja V	24,8	25,9	9,6	15,4	0	10,1	85,8

Setelah diketahui *total workload* dari masing-masing pekerja angkut, selanjutnya akan dituangkan ke dalam grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Hasil Skor NASA-TLX pada Pekerja Angkut

Setelah mendapatkan semua *total workload* yang dibutuhkan, selanjutnya ialah mengkategorikan hasil tersebut kedalam range berikut ini.

Tabel 4.17 Kategori Penilaian Beban Kerja Pekerja Angkut

No	Range	Jumlah Pekerja	Beban Kerja
1	0-9	-	Rendah
2	10-29	-	Sedang
3	30-49	-	Agak Tinggi
4	50-79	3	Tinggi
5	80-100	19	Tinggi Sekali

Total jumlah pekerja angkut yang memiliki nilai *total workload* pada level tinggi berjumlah 3 (tiga) orang, sedangkan pada level tinggi sekali berjumlah 19 (sembilan belas) orang. Dengan total rata-rata nilai workload sebesar 84,3.

#### 4.2.3 Identifikasi Potensi Bahaya

Pada kegiatan pengangkutan gula menggunakan lori tentu akan menimbulkan risiko/potensi bahaya yang jika tidak dikendalikan dengan baik akan menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan. Pada identifikasi potensi bahaya disini akan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu bahaya

keselamatan kerja dan kesehatan kerja (K3) dan bahaya proses. Data mengenai bahaya K3 meliputi bahaya ergonomis dan bahaya sistem keselamatan kerja pada area pengangkutan gula dari stasiun puteran menuju akan disebutkan pada Tabel 4.18 berikut ini.

Tabel 4.18 Potensi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

No	Kode	Potensi Bahaya
1	K1	Bekerja tanpa sarung tangan
2	K2	Bekerja tanpa pelindung kepala
3	K3	Merokok di lingkungan kerja
4	K4	Pengangkutan sak gula menuju lori secara manual
5	K5	Desain ketinggian lori dan lantai gudang sangat timpang
6	K6	Suhu ruangan yang panas dan kurang nyaman
7	K7	Tidak adanya rambu di sekitar rel

Sedangkan data mengenai bahaya proses meliputi bahaya yang bisa berdampak pada keberlangsungan proses pengangkutan gula. Bahaya ini dapat merugikan terutama pada produk. Detail bahaya dapat dilihat paada Tabel 4.19 dibawah ini

Tabel 4.19 Potensi Bahaya Proses

No	Kode	Potensi Bahaya
1	P1	Terlalu tinggi memposisikan sak gula
2	P2	Melempar sak gula ke lori
3	P3	Menyeret sak gula
4	P4	Penumpukan tidak sesuai tempatnya
5	P5	Kurangnya perawatan rel
6	P6	Kurangnya perawatan komponen lori+lokomotif
7	P7	Laju kecepatan lori melebihi standard

#### 4.2.3.1 Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pada pendekatan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) digunakan untuk menilai dan mengevaluasi risiko/potensi bahaya yang telah disebutkan pada Tabel 4.18 dan 4.19. Metode ini berisi kriteria/aktivitas yang

aktivitas yang dapat menimbulkan adanya risiko bahaya, *failure* atau kesalahan yang dapat terjadi diakibatkan adanya aktivitas terkait, *effect* merupakan dampak yang terjadi diakibatkan dilakukannya *failure* tersebut, *cause* atau penyebab terjadinya kesalahan dan *control* yaitu bagaimana sistem pengawasan yang telah ada. Pada Tabel 4.20 berikut merupakan hasil identifikasi *failure*, *effect*, *cause* dan juga *control*.

Tabel 4.20 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan Lori

<b>Kode Kriteria</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Cause</b>	<b>Control</b>
K1	Bekerja tanpa sarung tangan	F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	Tidak fleksibel/kurang nyaman	SOP
		F2	Tergores besi gerbong lori	Tangan terluka ringan hingga sedang	Tidak tersedia sesuai jumlah pekerja	
K2	Bekerja tanpa pelindung kepala	F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	Kurang nyaman/mengganggu pekerjaan	SOP
K3	Merokok di lingkungan kerja	F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	Tidak adanya smoking room	SOP
				Kerugian Material yang terbakar	Kurang adanya Control	
K4	Pengangkutan sak gula dilakukan secara manual	F5	Kesalahan posisi tubuh pada saat pengangkutan	Kehilangan jam kerja	Tidak adanya SOP pengangkutan	Pengawasan oleh mandor
				Terkena <i>back injury</i> jika dilakukan secara repetitive	Pengangkutan lebih cepat	

Tabel 4.20 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan Lori (lanjutan)

<b>Kode Kriteria</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Cause</b>	<b>Control</b>
K5	Desain ketinggian lori dan lantai gudang sangat timpang	F6	Sak gula mudah jatuh	Kerusakan material	Kesalahan desain area kerja	Pengawasan oleh mandor
		F7	Kesulitan Pengangkatan oleh pekerja		Tidak adanya alat bantu pengangkatan	
K6	Suhu ruangan yang panas dan kurang nyaman	F8	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	Kurangnya ventilasi udara	Pengawasan oleh mandor
		F9	Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	Cuaca yang panas	
K7	Tidak adanya rambu di sekitar rel	F10	Orang disekitar area kerja dapat tertabrak oleh lori	Luka sedang hingga berat	Kecepatan lori dapat diperkirakan	Pengawasan oleh mandor
		F11	tabrakan lori dengan kendaraan lain	Kerugian material		

Tabel 4.20 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan Lori (lanjutan)

<b>Kode</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Cause</b>	<b>Control</b>
P1	Terlalu tinggi memposisikan sak gula	F12	Sak Gula mudah terjatuh	Kerusakan kemasan	Ingin menghemat penumpukan	SOP
P2	Melempar sak gula ke lori	F13	Sak gula jatuh ke-tanah	Kerugian material & waktu	Tergesa-gesa, mempercepat waktu	SOP
P3	Menyeret sak gula	F14	Sak gula cepat robek	Kerusakan kemasan	Kelelahan	Pengawasan oleh mandor
P4	Penumpukan tidak sesuai tempatnya	F15	Terjadi salah perhitungan sak gula	Kerugian waktu	Tidak paham aturan penumpukan	SOP
				Beban tenaga angkut bertambah	Lokasi penyimpanan jauh	
P5	Minimnya perawatan rel	F16	Tanah dibawah rel ambles	Kerugian material (lori + sak gula)	Kurang tinjauan permukaan tanah	Pengawasan pihak maintenance
		F17	Lori anjlok	Penambahan orang untuk proses pengangkatan lori	Kurang teliti dalam perawatan	

Tabel 4.20 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan Lori (lanjutan)

<b>Kode</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Cause</b>	<b>Control</b>
P6	Perawatan komponen lori+lokomotif kurang akurat	F18	Loko mogok sewaktu proses berlangsung	Kerugian waktu	Mesin loko sudah sangat tua	Pengawasan oleh bagian remise
		F19	Sambungan gerbong lori putus	Penambahan biaya perbaikan	Kurang persiapan sebelum proses giling	
P7	Laju kecepatan lori melebihi standard	F20	Sak gula berjatuhan	Kerusakan material	Masinis tidak paham aturan	SOP
		F21	Roda + rem cepat rusak	Penambahan biaya perawatan	Operator tidak mengingatkan	

#### 4.2.3.2 Penentuan Nilai Severity, Occurance, dan Detection

Hasil dari identifikasi *effect* nantinya akan digunakan untuk memperhitungkan tingkat dampak atau *severity*, hasil dari identifikasi *risk cause* akan digunakan untuk memperhitungkan tingkat probabilitas terjadinya penyebab risiko tersebut atau *occurance*, dan hasil identifikasi dari *control* tersebut akan digunakan untuk menentukan tingkat pengontrolan eksisting yang telah dilakukan atau *detection*. Kriteria penilaian *severity*, *occurance*, dan *detection* sebagai berikut

Tabel 4.21 Kriteria *Severity*

<b>Efek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Rank</b>
<i>Hazardous without warning</i>	Dapat membahayakan pekerja angkut dan sistem pengangkutan tanpa ada peringatan	10
<i>Hazardous with warning</i>	Dapat membahayakan pekerja angkut dan sistem pengangkutan dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
<i>Very High</i>	Kegagalan mengganggu pekerja angkut dan sistem pengangkutan secara total	8
<i>High</i>	Kegagalan mengganggu 50% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	7
<i>Moderate</i>	Kegagalan mengganggu 25% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	6
<i>Low</i>	Kegagalan mengganggu 10% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	5
<i>Very Low</i>	Kegagalan mempengaruhi pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	4
<i>Minor</i>	Kegagalan memberi efek <i>minor</i> pada pekerja angkut dan sistem pengangkutan	3
<i>Very Minor</i>	Kegagalan memberi efek yang dapat diabaikan	2
<i>None</i>	Kegagalan tidak memberi efek	1

Sumber : Besterfield, 1995

Tabel 4.22 Kriteria *Occurance*

<b>Probabilitas Kegagalan</b>	<b>Probabilitas terjadinya kegagalan per tahun</b>	<b>Rank</b>
Sangat Tinggi : Tidak dapat dielakkan	>100	10
	80-100	9
Tinggi : Kegagalan yang berulang	70-79	8
	60-69	7
Moderate : Kegagalan musiman	50-59	6
	30-49	5
	10-29	4
Rendah : Kegagalan yang relatif rendah	5-9	3
	1-4	2
Remote : Jarang Terjadi	< 1	1

Sumber : Besterfield, 1995

Tabel 4.23 Kriteria *Detection*

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol</b>	<b>Rank</b>
Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6

Tabel 4.23 Kriteria *Detection* (lanjutan)

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol</b>	<b>Rank</b>
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber : Besterfield, 1995

Dengan mengetahui kriteria penilaian diatas, selanjutnya ialah penentuan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* yang dihasilkan dari sesi brainstorming dengan menggunakan kuisisioner bersama pihak *expert* disini yaitu kepala gudang PG Rejo Agung Baru yang dapat diliat pada Lampiran 4. Pada Tabel 4.24 berikut merupakan hasil pengisian nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*.

Tabel 4.24 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*

<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Severity</b>	<b>Occurence</b>	<b>Detection</b>	<b>RPN</b>
F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	3	4	3	36
F2	Tergores besi gerbong lori	Tangan terluka ringan hingga sedang	5	3	3	45
F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	7	2	3	42

Tabel 4.24 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* (lanjutan)

<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Severity</b>	<b>Occurence</b>	<b>Detection</b>	<b>RPN</b>
F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	9	1	4	36
		Kerugian Material yang terbakar	8	1	4	32
F5	Kesalahan posisi tubuh pada saat pengangkatan	Kehilangan jam kerja	8	2	5	80
		Terkena <i>back injury</i> jika dilakukan secara <i>repetitive</i>	7	4	4	112
F6	Sak gula mudah jatuh	Kerusakan material	5	2	4	40
F7	Kesulitan Pengangkatan oleh pekerja	Pekerja terjatuh	4	3	4	48
F8	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	4	8	3	96
F9	Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	3	5	4	60
F10	Orang disekitar area kerja dapat tertabrak oleh lori	Luka sedang hingga berat	5	3	3	45
F11	tabrakan lori dengan kendaraan lain	Kerugian material	4	2	6	48

Tabel 4.24 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* (lanjutan)

<b>Kode Failure</b>	<b>Failure</b>	<b>Effect</b>	<b>Severity</b>	<b>Occurrence</b>	<b>Detection</b>	<b>RPN</b>
F12	Sak Gula mudah terjatuh	Kerusakan kemasan	4	5	4	80
F13	Sak gula jatuh ke tanah	Kerugian material & waktu	3	7	4	84
F14	Sak gula cepat robek	Kerusakan kemasan	3	5	5	75
F15	Terjadi salah perhitungan sak gula	Kerugian waktu	2	5	6	60
		Beban tenaga angkut bertambah	3	4	4	48
F16	Tanah dibawah rel amblas	Kerugian material (lori + sak gula)	5	7	3	105
F17	Lori anjlok	Penambahan orang untuk proses pengangkatan lori	4	9	3	108
F18	Loko mogok sewaktu proses berlangsung	Kerugian waktu	5	3	5	75
F19	Sambungan gerbong lori putus	Penambahan biaya perbaikan	5	2	6	60
F20	Sak gula berjatuhan	Kerusakan material	4	3	4	48
F21	Roda + rem cepat rusak	Penambahan biaya perawatan	2	4	5	40

Pada penentuan nilai perhitungan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* diatas juga akan dihitung *risk priority number* (RPN). *Risk priority number* merupakan hasil perhitungan perkalian antara nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. Berikut merupakan contoh perhitungan RPN pada F5 menggunakan rumus (2.10):

$$RPN = Severity(S) \times Occurance (O) \times Detection(D)$$

$$RPN = 7 \times 4 \times 4$$

$$RPN = 112$$

Nilai RPN diatas nantinya dapat merepresentasikan risiko-risiko yang serius. semakin besar nilai RPN maka semakin penting risiko tersebut untuk diprioritaskan atau diberikan upaya mitigasi. Pada evaluasi risiko pada penggunaan lori didapatkan nilai RPN terbesar pada *failure* (F5) sebesar 112 yaitu pada terekenannya *back injury* jika dilakukan secara *repetitive* dan *failure* (F17) sebesar 108 pada anjloknya lori. Namun, pada penilaian risiko bahaya pada lori ini hanya terbatas pada penentuan nilai RPN tertinggi tanpa adanya penentuan peta risiko serta tindakan mitigasi.

#### 4.2.4 Total Kebutuhan Biaya

Setelah dilakukan beberapa analisis sebelumnya pada penggunaan sistem *material handling* lori, selanjutnya dilakukan penentuan beberapa biaya yang dibutuhkan dalam penggunaan lori. Perawatan lori diasumsikan sebesar 20% terhadap jumlah biaya operasional, berikut merupakan rincian komponen dari lori dan juga perawatan rel dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4.25 Komponen Perawatan Lori

Komponen Perawatan Lori		
Mesin Loko	Transmisi	Understel
Pipa	<i>Gear Kit</i>	Rem
<i>Nozzle</i>	Karet <i>Gear</i>	<i>Gear Box</i>
<i>Cylinder Head</i>		Roda

Berikut merupakan asumsi yang digunakan pada satu musim giling di PG Rejo Agung Baru

Tabel 4.26 Asumsi Operasional

Keterangan	Jumlah
Musim Giling	5 Bulan
Jumlah Hari Kerja/Minggu	5 Hari
Jumlah Hari Kerja/Bulan	20 Hari
Jumlah Hari Kerja/Tahun	100 Hari
Jumlah Jam Kerja/Hari	8 Jam
Jarak Perpindahan	154 m

Tabel 4.27 Biaya Operasional Sistem MH Lori

Biaya Operasional Lori			
Pekerja Angkut (100 hari) (22 orang)	Rp 50.000,00	2200	Rp 110.000.000,00
Operator + Masinis	Rp 1.394.000	10	Rp 13.940.000
Solar (Industri) (1 hari = 25 liter)	Rp 7.200,00	2500	Rp 18.000.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>Rp 141.940.000,00</b>
Perawatan	20%		Rp 28.388.000,00
<b>TOTAL Biaya Operasional</b>			<b>Rp 170.328.000,00</b>

Setelah didapatkan total biaya operasional selanjutnya ialah perhitungan ongkos *material handling* per meter dengan menggunakan rumus (2.2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{OMH per meter} &= \frac{\text{Opt Cost}}{\text{Total Jarak Perpindahan}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 170.328.000}{154 \text{ m}} \\
 \text{OMH per meter} &= \text{Rp } 1.106.026
 \end{aligned}$$

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan total ongkos *material handling* dengan menggunakan rumus (2.3) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{TOTAL OMH} &= \text{OMH per meter} \times \text{Jarak Perpindahan} \times \text{Frekuensi Perpindahan} \\
 \text{TOTAL OMH} &= \text{Rp } 1.106.026 \times 154 \text{ m} \times 6 \\
 \text{TOTAL OMH} &= \text{Rp } 1.021.968.000
 \end{aligned}$$

### 4.3 Sistem *Material handling* Usulan

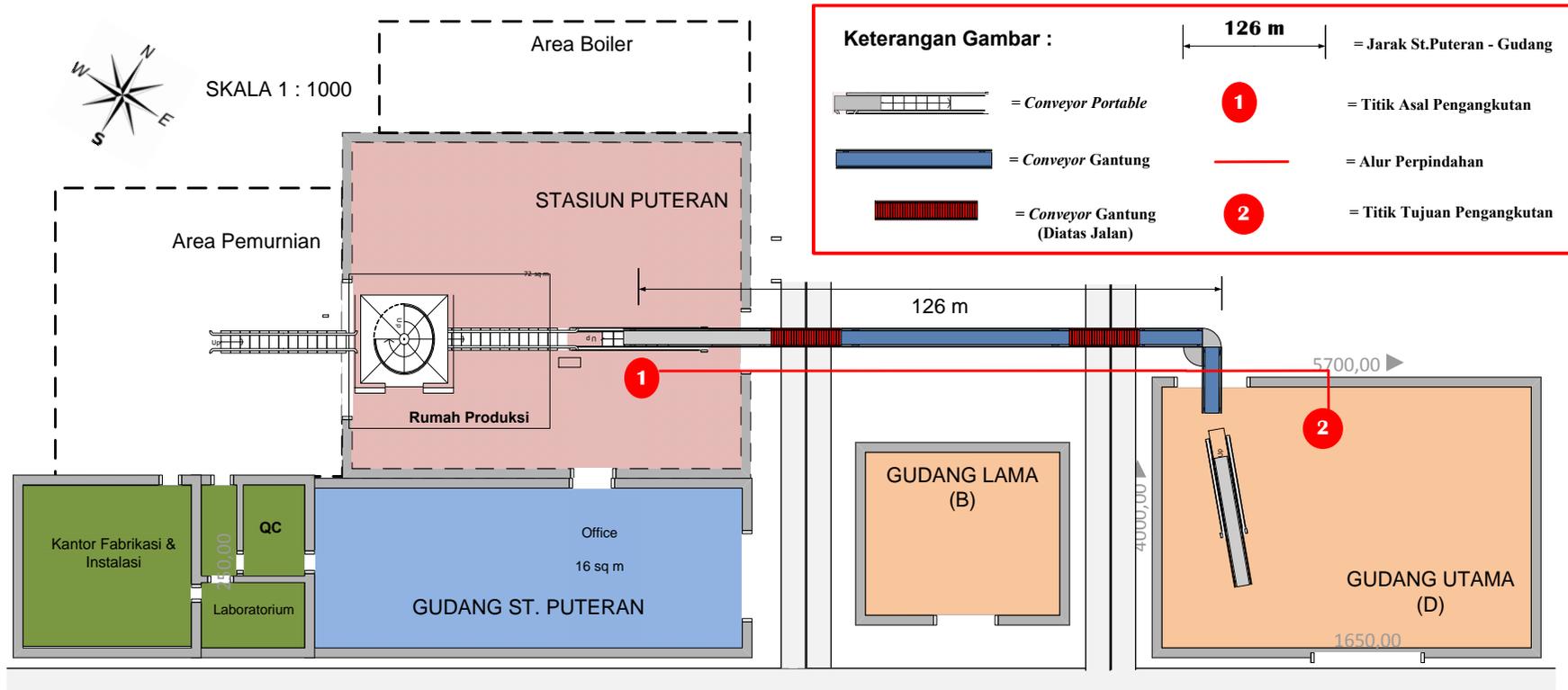
Perpindahan material menggunakan *conveyor* gantung pada PG Rejo Agung Baru sejatinya sudah dioperasikan selama ini, namun penggunaannya hanya untuk mengangkut ampas gula hasil dari penguapan yang kemudian sudah tidak digunakan lagi. Tentu terdapat perbedaan diantara *conveyor* untuk pengangkutan ampas dan sak gula, disamping dimensi *belt* yang berbeda juga masalah beban produk. Pada Gambar berikut ini merupakan contoh *conveyor* gantung yang ada pada PG Rejo Agung Baru



Gambar 4.13 Belt *Conveyor* Gantung di PG Rejo Agung Baru.

Penggunaan *belt conveyor* gantung sendiri sering digunakan untuk mengangkut material curah, material satuan bahkan. *Belt conveyor* banyak digunakan untuk pengangkutan baik di pabrik manufaktur maupun industri pertambangan karena nilai ekonomis, kapasitas angkut, pengoperasian yang relatif luas, serta terkait dengan ramah terhadap lingkungan. *Belt conveyor* ini juga memungkinkan digunakan untuk jangkauan transportasi yang panjang serta ramah lingkungan karena memungkinkan menggunakan *conveyor* untuk mengangkut material yang berdebu. Aplikasi *belt conveyor* gantung juga dirasa cocok pada pengangkutan gula dikarenakan dapat mengangkut beban produk yang cukup besar serta lebih aman dalam penggunaannya. *Conveyor* dinilai memiliki kapasitas angkut mencapai 500 ton/hari dimana dalam sekali pengangkatan memiliki kapasitas sebesar 24 ton. Perhitungan frekuensi *conveyor* dilakukan dengan membagi kapasitas angkut dengan jam kerja operasional/hari *conveyor* selama 24 jam. Berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi Perpindahan} &= 500 \text{ ton} : 24 \text{ jam} \\ &= 20,83 \approx 21 \text{ Kali} \end{aligned}$$



Gambar 4.14 Usulan *Layout* Stasiun Puteran-Gudang (Area Pengangkutan Gula Menggunakan *Conveyor*)

### 4.3.1 Identifikasi Beban Kerja

Pada identifikasi beban kerja penggunaan *conveyor* ini dapat diperoleh dengan pendekatan tugas per tugas jabatan sesuai dengan keputusan menteri pendayagunaan aparatur negara nomor KEP/75/M.PAN/7/2004. Dengan melihat pada poin d tentang pendekatan tugas per tugas jabatan, Metode ini tepat digunakan untuk pekerjaan dengan hasil yang beragam. Meskipun pekerjaan ini ialah pengangkutan gula, namun pada pengerjaannya dilakukan secara estafet sehingga terdapat pengklasifikasian pekerjaan seperti pada Tabel 4.26. Sehingga, sangat cocok dilakukan pengukuran beban kerja dengan metode ini. Berdasarkan keputusan menteri pendayagunaan aparatur negara nomor KEP/75/M.PAN/7/2004 terdapat beberapa hal yang harus diketahui terlebih dahulu agar dapat dilakukan perhitungan dengan metode ini. Berikut ini adalah informasi yang diperlukan.

- Uraian tugas beserta jumlah beban setiap tugas
- Waktu penyelesaian tugas
- Jumlah waktu per hari rata-rata

Setelah diketahui informasi diatas, langkah selanjutnya adalah menghitung dengan rumus yang sudah ditetapkan. Berikut ini adalah rumus penentuan jumlah tenaga kerja.

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{\Sigma \text{Waktu Penyelesaian Tugas}}{\Sigma \text{Waktu Kerja Efetif}}$$

Keterangan :

Waktu Penyelesaian Tugas = WPT

Waktu Kerja Efetif = WKE

Selanjutnya ialah mengklasifikasikan pekerjaan pengangkutan kedalam beberapa klasifikasi pekerjaan pada penggunaan sistem *material handling* dengan *conveyor*. Namun disini pekerja angkut hanya dialokasikan pada bagian gudang dikarenakan penggunaan conveyor yang berjalan secara terautomasi. Pada Tabel 4.28 berikut ini merupakan gerakan perpindahan gula oleh pekerja angkut di stasiun puteran

Tabel 4.28 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan *Conveyor*

Objek	Kode Warna	Job Description
Pekerja Angkut (Gudang)		1. Mengambil sak gula dari <i>conveyor portable</i>
		2. Menumpuk sak gula sesuai urutan
		3. Menata sak gula dengan rapi

Tabel 4.29 Waktu Penyelesaian Pengangkutan Gula Menggunakan *Conveyor*

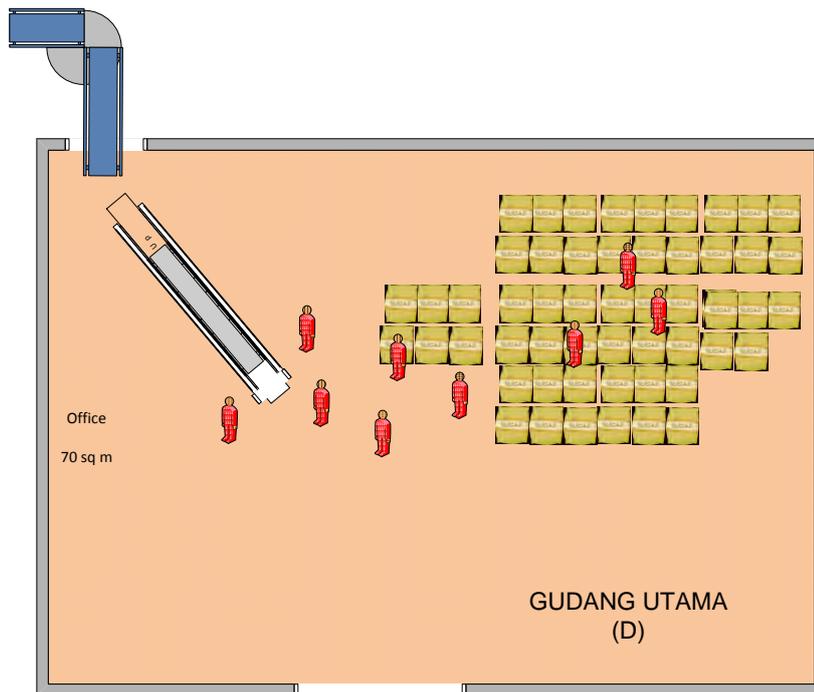
Job Description	Beban Angkut	Rata-rata Waktu	(Beban Angkut x Waktu)
1. Mengambil sak gula dari <i>conveyor portable</i>	2083 kg/hari	1,5 menit	3124,5
2. Menumpuk sak gula sesuai urutan	2083 kg/hari	1,45 menit	3020,35
3. Menata sak gula dengan rapi	2083 kg/hari	3,2 menit	6665,6
	<b>Σ WPT</b>		<b>12810,45</b>

Data mengenai beban angkut dan rata-rata waktu tugas didapatkan dari data historis penelitian sebelumnya pada bagian gudang PG Rejo Agung Baru. Hal ini termasuk kedalam pengukuran beban kerja secara *indirect method* (tanpa melakukan pengamatan secara langsung). Jumlah waktu kerja rata-rata per hari yang ditetapkan sebagai waktu efektif adalah 1440 menit. Jadi jumlah pekerja angkut yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengangkutan sak gula adalah:

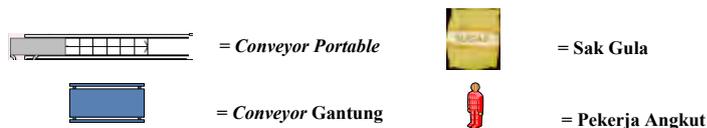
$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{12810,45}{1440 \text{menit}}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 8,896 \approx 9 \text{ orang}$$

Setelah didapatkan jumlah pekerja angkut pada bagian gudang PG Rejo Agung Baru, selanjutnya ialah pengalokasian pekerja angkut yang telah divisualisasikan melalui gambar 4.15 berikut ini.



**Keterangan Gambar :**



Gambar 4.15 *Layout Gudang dan Alokasi Pekerja Angkut*

### 4.3.2 Identifikasi Potensi Bahaya

Perpindahan gula menggunakan *conveyor* juga dapat menimbulkan risiko/potensi bahaya yang jika tidak dikendalikan dengan baik akan menimbulkan kerugian bagi pihak perusahaan. Data potensi bahaya K3 akan disebutkan pada Tabel 4.30 berikut ini.

Tabel 4.30 Potensi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

No	Kode	Potensi Bahaya
1	K1	Bekerja tanpa sarung tangan
2	K2	Bekerja tanpa helm
3	K3	Merokok di lingkungan kerja
4	K4	Suhu ruangan yang panas dan kurang nyaman
5	K5	Tidak adanya <i>safety sign</i> di sekitar <i>conveyor</i> gantung

Sedangkan data mengenai bahaya proses meliputi bahaya yang bisa berdampak pada keberlangsungan proses pengangkutan gula. Bahaya ini dapat merugikan terutama pada produk. Detail bahaya dapat dilihat paada Tabel 4.31 dibawah ini

Tabel 4.31 Potensi Bahaya Proses

No	Kode	Potensi Bahaya
1	P1	Meletakkan sak gula ke conveyor dengan posisi berdiri
2	P2	Meletakkan sak gula ke conveyor secara langsung tanpa jarak
3	P3	Kecepatan conveyor tidak standart
4	P4	Kurangnya perawatan komponen <i>conveyor</i>
5	P5	Desain ketinggian conveyor gantung terlalu rendah
6	P6	Ketidakamanan peletakkan sak gula pada conveyor gantung

#### 4.3.2.1 Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Berikut ini merupakan hasil dari identifikasi risiko yang berisi kriteria/aktivitas, *failure*, *effect*, dan *cause* yang dapat dilihat pada Tabel 4.32 berikut

Tabel 4.32 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan *Conveyor*

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Cause	Control
K1	Bekerja tanpa sarung tangan	F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	Tidak fleksibel/kurang nyaman	SOP
		F2	Operator tersetrum	Tangan terluka ringan hingga sedang	APD Tidak tersedia sesuai jumlah pekerja	
K2	Bekerja tanpa pelindung kepala	F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	Kurang nyaman/mengganggu pekerjaan	SOP
K3	Merokok di lingkungan kerja	F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	Tidak adanya <i>smoking room</i>	SOP
				Kerugian Material	Kurang adanya Control	
K4	Suhu ruangan yang panas dan kurang nyaman	F5	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	Kurangnya ventilasi udara	Pengawasan oleh mandor
			Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	Cuaca yang panas	

Tabel 4.32 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan *Conveyor* (lanjutan)

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Cause	Control
K5	Tidak adanya safety sign di sekitar <i>conveyor</i> gantung	F6	Dapat menimpa orang dibawahnya	Cidera sedang hingga berat	Tidak mengetahui jika <i>conveyor</i> sedang beroperasi	Pengawasan oleh mandor
P1	Meletakkan sak gula ke <i>conveyor</i> dengan posisi berdiri	F7	Sak gula terjatuh	Kerusakan kemasan	Pekerja terburu-buru	SOP
P2	Meletakkan sak gula ke <i>conveyor</i> secara langsung tanpa jarak	F8	Kesalahan perhitungan jumlah sak gula	Kerugian material & waktu	Tergesa-gesa, mempercepat waktu	SOP
		F9	Bisa terjadi kelebihan beban	Kerusakan <i>belt</i> pada <i>conveyor</i>	Tidak memahami kapasitas angkut <i>conveyor</i>	SOP

Tabel 4.32 Hasil *Failure, Effect, Cause* dan *Control* pada Penggunaan *Conveyor* (lanjutan)

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Cause	Control
P3	Kecepatan <i>conveyor</i> tidak standard	F10	Kerusakan komponen	Kerugian finansial	Tidak paham aturan pengangkutan	SOP
P4	Kurangnya perawatan komponen <i>conveyor</i>	F11	<i>Roller conveyor</i> rusak	Kerugian material	Kurang penggantian komponen berkala	Pengawasan pihak operator
		F12	<i>gear box</i> karatan	Operasi tidak dapat berjalan	Kurang pelumas	
P5	Desain ketinggian <i>conveyor</i> gantung terlalu rendah	F13	Mengganggu jalannya kendaraan besar (truk, traktor)	Kerusakan kendaraan	Kesalahan desain	SOP
P6	Kurang amannya peletakkan sak gula pada <i>conveyor</i> gantung	F14	Terkena hujan dan panas	Kemasan gula basah dan rusak	Tidak adanya pelindung produk pada <i>conveyor</i>	Pengawasan oleh mandor
		F15	Sak gula jatuh pada saat diatas <i>conveyor</i> gantung	Kerugian material	Terkena angin kencang	

#### 4.3.2.2 Penentuan Nilai Severity, Occurance, dan Detection

Hasil dari identifikasi *effect* nantinya akan digunakan untuk memperhitungkan tingkat dampak atau *severity*, hasil dari identifikasi *risk cause* akan digunakan untuk memperhitungkan tingkat probabilitas terjadinya penyebab risiko tersebut atau *occurance*, dan hasil identifikasi dari *control* tersebut akan digunakan untuk menentukan tingkat pengontrolan eksisting yang telah dilakukan atau *detection*. Kriteria penilaian *severity*, *occurance*, dan *detection* sebagai berikut

Tabel 4.33 Kriteria Severity

Efek	Kriteria	Rank
<i>Hazardous without warning</i>	Dapat membahayakan pekerja angkut dan sistem pengangkutan tanpa ada peringatan	10
<i>Hazardous with warning</i>	Dapat membahayakan pekerja angkut dan sistem pengangkutan dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
<i>Very High</i>	Kegagalan mengganggu pekerja angkut dan sistem pengangkutan secara total	8
<i>High</i>	Kegagalan mengganggu 50% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	7
<i>Moderate</i>	Kegagalan mengganggu 25% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	6
<i>Low</i>	Kegagalan mengganggu 10% pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	5
<i>Very Low</i>	Kegagalan mempengaruhi pekerja angkut dan kerja sistem pengangkutan	4
<i>Minor</i>	Kegagalan memberi efek <i>minor</i> pada pekerja angkut dan sistem pengangkutan	3
<i>Very Minor</i>	Kegagalan memberi efek yang dapat diabaikan	2
<i>None</i>	Kegagalan tidak memberi efek	1

Sumber : Besterfield, 1995

Tabel 4.34 Kriteria *Occurance*

<b>Probabilitas Kegagalan</b>	<b>Probabilitas terjadinya kegagalan per tahun</b>	<b>Rank</b>
Sangat Tinggi : Tidak dapat dielakkan	>100	10
	80-100	9
Tinggi : Kegagalan yang berulang	70-79	8
	60-69	7
Moderate : Kegagalan musiman	50-59	6
	30-49	5
	10-29	4
Rendah : Kegagalan yang relatif rendah	5-9	3
	1-4	2
Remote : Jarang Terjadi	< 1	1

Sumber : Besterfield, 1995

Tabel 4.35 Kriteria *Detection*

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol</b>	<b>Rank</b>
Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6

Tabel 4.35 Kriteria *Detection* (lanjutan)

Deteksi	Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol	Rank
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber : Besterfield, 1995

Dengan mengetahui kriteria penilaian diatas, selanjutnya ialah penentuan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* yang dihasilkan dari sesi brainstorming dengan menggunakan kuisisioner bersama pihak *expert* disini yaitu kepala gudang PG Rejo Agung Baru yang dapat dilihat pada lampiran 4. Pada Tabel 4.36 berikut merupakan hasil pengisian nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*.

Tabel 4.36 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*

Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Occurence	Detection	RPN
F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	3	4	3	36
F2	Operator tersetrum	Tangan terluka ringan hingga sedang	4	4	3	48
F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	7	2	3	42

Tabel 4.36 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* (lanjutan)

Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Occurence	Detection	RPN
F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	9	1	4	36
		Kerugian Material	8	2	4	64
F5	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	4	8	3	96
	Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	3	5	4	60
F6	Dapat menimpa orang dibawahnya	Cidera sedang hingga berat	7	4	4	112
F7	Sak gula terjatuh	Kerusakan kemasan	4	3	5	60
F8	Kesalahan perhitungan jumlah sak gula	Kerugian material & waktu	4	3	4	48
F9	Bisa terjadi kelebihan beban	Kerusakan <i>belt</i> pada <i>conveyor</i>	3	4	3	36
F10	Kerusakan komponen	Kerugian finansial	7	3	4	84

Tabel 4.36 Hasil Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* (lanjutan)

Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Occurance	Detection	RPN
F11	<i>Gear Box</i> rusak	Kerugian material	4	4	4	64
F12	<i>Roller conveyor</i> karatan	Operasi tidak dapat berjalan	5	5	3	75
F13	Mengganggu jalannya kendaraan besar (truk, traktor)	Kerusakan kendaraan	6	4	2	48
F14	Terkena hujan dan panas	Kemasan gula basah dan rusak	8	4	4	128
F15	Sak gula jatuh pada saat diatas <i>conveyor</i> gantung	Kerugian material	7	4	4	112

Pada penentuan nilai perhitungan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* diatas juga akan dihitung *risk priority number* (RPN). *Risk priority number* merupakan hasil perhitungan perkalian antara nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. Berikut merupakan contoh perhitungan RPN pada F14 menggunakan rumus (2.6):

$$\begin{aligned}
 \text{RPN} &= \text{Severity}(S) \times \text{Occurance} (O) \times \text{Detection}(D) \\
 \text{RPN} &= 8 \times 4 \times 4 \\
 \text{RPN} &= 128
 \end{aligned}$$

Nilai RPN diatas nantinya dapat merepresentasikan risiko-risiko yang serius. semakin besar nilai RPN maka semakin penting risiko tersebut untuk diprioritaskan atau diberikan upaya mitigasi. Pada evaluasi risiko pada

penggunaan lori didapatkan nilai RPN terbesar pada *failure* (F6) sebesar 112 dan juga *failure* (F14) sebesar 128.

#### 4.3.3 Total Kebutuhan Biaya

Setelah dilakukan beberapa analisis sebelumnya pada penggunaan sistem *material handling conveyor*, selanjutnya dilakukan penentuan beberapa biaya yang dibutuhkan dalam penggunaan *conveyor*. Perawatan *conveyor* diasumsikan sebesar 25% terhadap jumlah biaya operasional, berikut merupakan rincian komponen dari *conveyor* dapat dilihat pada Tabel 4.37

Tabel 4.37 Komponen Perawatan *Conveyor*

<b>Komponen Perawatan <i>Conveyor</i></b>		
<b>Penggerak</b>	<b>Pembawa Material</b>	<b>Peralatan Pengumpan</b>
<i>Coupling</i>	Sabuk ( <i>Belt</i> )	<i>Feeding Chute</i>
<i>Gear Box</i>	<i>Carry Idler</i>	<i>Belt Feeder</i>
<i>Motor</i>	<i>Return Idler</i>	<i>Belt Cleaning</i>
<i>Drive Pulley</i>	<i>Ground Module</i>	
<i>Snub Pulley</i>	<i>Gallery</i>	
<i>Head Pulley</i>		
<i>Tail Pulley</i>		

Tabel 4.38 Asumsi Operasional

<b>Musim Giling</b>	: 5 Bulan
<b>Jumlah Hari Kerja/Minggu</b>	: 5 Hari
<b>Jumlah Hari Kerja/Bulan</b>	: 20 Hari
<b>Jumlah Hari Kerja/Tahun</b>	: 100 Hari
<b>Jarak Perpindahan</b>	: 126 m
<b>Frekuensi Perpindahan</b>	: 21 kali
<b>Kapasitas</b>	: 500 ton/hari
<b>Kapasitas Sekali Pengangkutan</b>	: 24 ton

Tabel 4.39 Biaya Operasional Sistem MH *Conveyor*

<b>Biaya Operasional Conveyor</b>					
Operator (1 orang)	Rp	1.394.000	5	Rp	6.970.000,00
Pekerja Angkut (100 hari) (9 orang)	Rp	50.000,00	900	Rp	45.000.000,00
Listrik (1 hari = 100 Kwh )	Rp	1.385,00	10000	Rp	13.850.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>Rp</b>	<b>65.820.000,00</b>
Perawatan		25%		Rp	16.455.000,00
<b>TOTAL Biaya Operasional</b>				<b>Rp</b>	<b>82.275.000,00</b>

Setelah didapatkan total biaya operasional selanjutnya ialah perhitungan ongkos *material handling* per meter dengan menggunakan rumus (2.2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{OMH per meter} &= \frac{\text{Opt Cost}}{\text{Total Jarak Perpindahan}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 82.275.000,00}{126 \text{ m}} \\
 \text{OMH per meter} &= \text{Rp } 652.976,19
 \end{aligned}$$

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan total ongkos *material handling* dengan menggunakan rumus (2.3) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{TOTAL OMH} &= \text{OMH per meter} \times \text{Jarak Perpindahan} \times \text{Frekuensi Perpindahan} \\
 \text{TOTAL OMH} &= \text{Rp } 652.976,19 \times 126 \text{ m} \times 21 \\
 \text{TOTAL OMH} &= \text{Rp } 1.727.775.000
 \end{aligned}$$

Total ongkos *material handling* dari penggunaan *conveyor* ialah sebesar Rp 1.727.775.000,- per musim giling.

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## **BAB 5**

### **ANALISA DAN INTERPRETASI HASIL RANCANGAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisa terkait sistem *material handling* eksisting, Perbandingan beban kerja menggunakan metode NASA-TLX, evaluasi risiko menggunakan FMEA, analisis finansial serta interpretasi desain rancangan pada sistem *material handling* usulan.

#### **5.1 Analisa Sistem *Material handling* Lori dan *Conveyor***

Sistem *material handling* lori sudah sangat lama digunakan oleh pihak PG Rejo Agung Baru. Alat angkut ini sering dipercaya oleh beberapa pabrik gula karena memiliki kapasitas angkut yang cukup besar dan juga keefektifannya dalam mengangkut tebu dari kebun menuju pabrik untuk kemudian dilakukan proses penggilingan. Di PG Rejo Agung Baru sendiri memiliki suatu sub bagian Remise yang khusus untuk mengurus masalah operasional lori ini. Lori inilah yang mendukung proses perpindahan bahan yang cukup vital bila diklasifikasikan dibanding *material handling* lain yang dimiliki pabrik.

Selama bertahun-tahun pengoperasian lori, dirasa cukup ampuh dalam melakukan perpindahan produk sak gula meskipun sering mengalami permasalahan pada proses pengangkutannya. Permasalahan yang timbul cenderung bersifat teknis atau akibat kerusakan mesin atau infrastruktur pendukung operasional lori seperti rel. Pada satu musim giling saja dapat terjadi berpuluh-puluh kali kejadian anjloknya lori yang diakibatkan ketahanan rel dan tanah yang kurang kuat. Meskipun hasil wawancara dengan beberapa pekerja hal ini tidak begitu mempengaruhi proses penangkutan secara besar dikarenakan kejadian anjlok langsung dapat ditangani oleh operator dan beberapa para pekerja. Disamping permasalahan teknis yang telah disebutkan sebelumnya, masalah sebenarnya ialah bagaimana pada pengoperasian lori ini membutuhkan jumlah tenaga kerja yang cukup banyak. Tenaga kerja angkut yang berstatus kontrak ini diberdayakan oleh perusahaan hanya pada musim giling berlangsung saja.

Secara umum penggunaan lori sangat efektif bila hanya digunakan dari kawasan kebun hingga menuju proses gilingan, karena bahan baku tebu memiliki bentuk dan berat yang sangat cocok bila diangkut dengan lori. Namun, pada konteks pengangkutan produk gula yang sudah dikemas dari stasiun puteran menuju gudang sebenarnya dapat digantikan dengan sistem *material handling* yang lebih terautomasi demi mengurangi permasalahan teknis dan juga penghematan biaya dari segi tenaga kerja.

Disisi lain penggunaan *conveyor* dinilai cukup efektif dalam pengangkutan sak gula dari stasiun puteran menuju gudang. Hal ini dibuktikan dengan kapasitas angkut yang lebih besar dari lori yang semula hanya 210 ton/hari yang jika menggunakan *conveyor* menjadi 500 ton /hari. Selain itu, penggunaan *conveyor* juga dirasa dapat meningkatkan efisiensi dari segi jarak tempuh dan juga tenaga kerja. Jarak yang semula 154 m jika menggunakan lori terpangkas menjadi 126 m jika menggunakan *conveyor*. Dengan jarak yang semakin dekat, semakin cepat pula proses pengangkutannya dan dengan begitu pemenuhan target akan kebutuhan gula di PG Rejo Agung Baru terus dapat ditingkatkan.

Terlepas dari perbedaan kedua sistem material handling ini hendaknya perusahaan dapat menempatkan bagian *material handling* ini sebagai unsur/unit pelaksanaan yang fungsi perannya merupakan arahan atas pemindahan bahan yang diberikan oleh petinggi perusahaan (*General Manager*). Karena melihat sistem material handling lori yang dikelola oleh sub bagian Remise yang termasuk pada sie tanaman, dimana lori yang seharusnya menjadi tumpuan utama pada pengangkutan gula tidak dimonitor secara langsung pada bagan organisasi yang telah ada. Seperti halnya pada penggunaan *conveyor* yang biasanya dikelola dibawah bagian produksi, dengan tugas turut langsung dalam proses produksi, terutama untuk pemindahan bahan-bahan dalam proses, dan bukan hanya sebagai pengawas. Oleh karena itu, supaya kegiatan material handling berjalan dengan baik dan efektif apalagi dengan adanya rencana pergantian menjadi *conveyor*, maka perlu pelaksanaan pihak perusahaan agar dapat dikoordinasikan dengan baik.

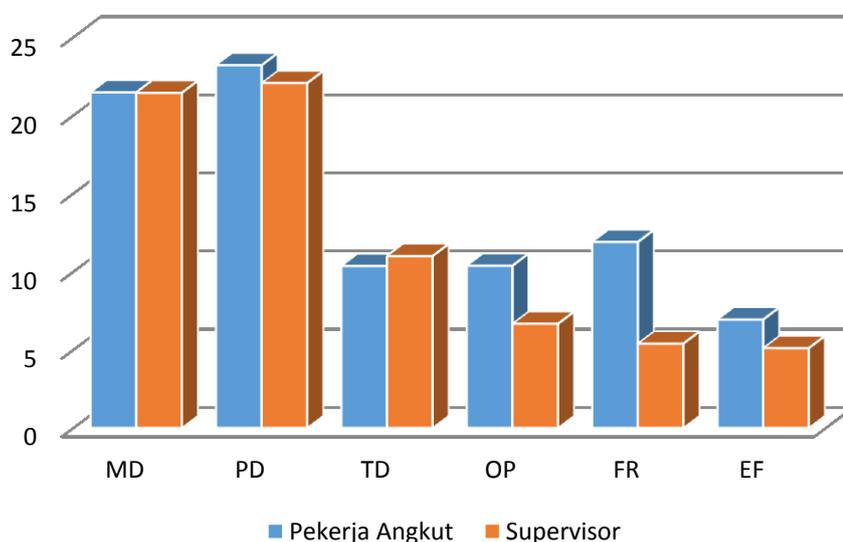
## 5.2 Analisa Beban Kerja pada Penggunaan Lori

Pada identifikasi beban kerja pada penggunaan lori dilakukan oleh *supervisor* dan juga pekerja angkut pada stasiun puteran dan gudang. Identifikasi beban kerja dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX dikarenakan metode ini dinilai lebih sistematis dengan menggabungkan beban kerja mental dan beban kerja fisik pada pekerja. Berikut merupakan beberapa dasar mengapa metode NASA-TLX digunakan pada pengukuran beban kerja dengan menggunakan lori .

<i>Mental Demand (MD)</i>	Pekerjaan pengangkutan ini terbilang sederhana untuk dilakukan, namun dengan adanya upah tenaga kerja yang dibatasi sesuai dengan berapa sak gula yang berhasil diangkat terkadang membuat pekerja mengalami stres
<i>Physical Demand (PD)</i>	Pekerjaan ini sangat membutuhkan aktivitas fisik, dikarenakan gerakan mengangkat/pengangkutan masih bersifat manual.
<i>Temporal Demand (TD)</i>	Pekerjaan ini dilakukan secara cepat dan sangat diawasi oleh mandor dibawah tekanan waktu. Dikarenakan tingkat pemenuhan target per harinya sangat diperhitungkan.
<i>Performance Demand (OP)</i>	Kepuasan pekerja angkut sangat tergantung atas kesehatan badan masing-masing, dikarenakan pengangkutan mengandalkan kekuatan otot tangan dengan waktu yang cukup lama.
<i>Frustration Level (FR)</i>	Pekerjaan ini dilakukan tanpa menggunakan APD seperti (sarung tangan dan helm pelindung), disamping itu suhu gudang yang cukup panas membuat banyak pekerja kurang nyaman dan cenderung tergesa-gesa dalam melakukan pekerjaannya.
<i>Effort (EF)</i>	Usaha yang dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan ini sangat tinggi baik dari segi fisik maupun mental para pekerjanya ditambah tuntutan hasil tiap harinya.

Pengambilan sampel responden pada *supervisor* bertujuan untuk mengetahui dari sudut pandang *expert* perusahaan tentang bagaimana seharusnya beban kerja pada saat pengangkutan sak gula dari stasiun puteran menuju gudang.

Pada hasil akhirnya dapat diketahui seberapa besar perbedaan antara *supervisor* dan pekerja angkut itu sendiri.



Gambar 5.1 Perbandingan Rata-Rata *Weighted Workload* (WWL)

Pada rata-rata *weighted workload* yang ditunjukkan pada gambar 5.1 oleh *supervisor* menyatakan bahwa bobot terbesar pada penggunaan lori ini terdapat pada *mental demand* (MD) dan juga *physical demand* (PD), hal ini diakibatkan karena pekerjaan ini sangat bergantung pada fisik pekerjanya yaitu pada pengangkatan sak gula yang masih dilakukan secara manual. Pada beban mental juga sangat berpengaruh dikarenakan upah yang dibayarkan kepada pekerja angkut ialah upah atas berapa kg sak gula yang sudah diangkat, hal ini dapat mempengaruhi psikologi dari pekerja itu sendiri yang harus bekerja sangat keras untuk dapat mendapat upah yang sesuai. Untuk pemberian *rating indicator* oleh *supervisor* menunjukkan skor terbesar rata-rata pada faktor *physical demand* (PD), dikarenakan fakta dilapangan mengungkapkan bahwa pekerjaan pengangkutan ini lebih banyak menggunakan tenaga fisik sehingga *rating* yang diberikan oleh *supervisor* juga tinggi.

Sedangkan yang ditunjukkan pada pekerja angkut yang berjumlah 22 (dua puluh dua) orang menyatakan bahwa faktor dominan yang ada pada pekerjaan ini lebih pada faktor *physical demand* pada pembobotan. Sama halnya pada pemberian *rating indicator* yang menunjukan rata-rata angka terbesar terletak pada

beban fisiknya. Disini sangat terlihat bahwa pekerja angkut yang melakukan pekerjaan secara langsung menyatakan bahwa pekerjaan mengangkut sak gula ini sangat menguras energi fisik dari pekerjaanya. Dilihat dari pergerakan pengangkutan yang masih dilakukan secara manual turut dan dilakukan secara berulang-ulang (*repetitive*).

Pada skor *workload*/skor NASA oleh *supervisor* memiliki rata-rata yaitu 71,69 yang termasuk kedalam beban kerja dengan level tinggi, sedangkan rata-rata skor NASA oleh pekerja angkut sebesar 84,3 yang termasuk kedalam beban kerja dengan level sangat tinggi. Disini sangat terlihat perbedaan antara *supervisor* dan juga pekerja angkut. Dengan nilai rata-rata pekerja angkut yang lebih besar daripada estimasi dari para *expert* yaitu *supervisor* terlihat bahwa pabrik disini sangat membutuhkan tambahan beberapa pekerja angkut sehingga dapat menekan angka beban kerja itu sendiri. Dengan adanya penambahan pekerja angkut, nilai beban kerja dapat diminimalisir hingga mendekati estimasi dari *supervisor* sehingga beban kerja yang dikeluarkan oleh pekerja angkut dapat merata.

### **5.3 Analisa Beban Kerja pada Penggunaan *Conveyor***

Perhitungan beban kerja pada penggunaan sistem *material handling conveyor* dilakukan dengan pendekatan rata-rata waktu penyelesaian pengangkutan dalam sehari. Melalui perhitungan jumlah kebutuhan pekerja angkut berdasarkan dengan pendekatan tugas per tugas jabatan sesuai dengan keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara nomor KEP/75/M.PAN/7/2004. Sesuai dengan hasil rancangan sistem *material handling conveyor*, pekerja angkut hanya dibutuhkan pada bagian gudang saja. Jumlah total pekerja sebanyak 22 orang bisa saja dialokasikan pada area gudang, Namun, jika hal ini berlangsung dengan tempo waktu yang cukup lama kedepannya akan dapat berakibat kerugian dari pihak perusahaan dalam segi finansial untuk pekerja angkut. Dengan beban kerja yang tidak optimal dari berarti terdapat beberapa pekerja yang memiliki beban kerja cukup rendah. Beban kerja rendah atau bekerja dengan tidak sesuai tingkat berat/ringan pekerjaannya akan merugikan bagi pihak perusahaan karena bisa saja pekerja angkut sering menganggur dikarenakan pada

proses pengangkutan pada penggunaan *conveyor* ini sudah dilakukan oleh pekerja angkut lainnya.

Maka dari itu dilakukan reduksi jumlah pekerja angkut dengan tujuan untuk mensama-ratakan beban kerja dengan mensinkronkan antara beban kerja yang dikerjakan oleh pekerja angkut. Hal pertama pada metode ini ialah pengklasifikasian jenis pekerjaan dalam pengangkutan didalam gudang, selanjutnya ialah menentukan jumlah angkut produk sak gula. Beban produk diestimasikan sesuai dengan kapasitas angkut *conveyor* yaitu sebesar 500 ton/hari dan dengan waktu operasi 24 jam. Dengan membagi beban dengan waktu operasi didapatkan beban angkut sebesar 2083 kg/hari. Pada rata-rata waktu pengangkutan terbesar terdapat pada kegiatan menata sak gula dengan rapi, hal ini dikarenakan pada saat penataan sak gula harus dilakukan pengecekan kondisi kemasan dan kesesuaian urutan penumpukan yang dilakukan sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan jumlah pekerja mencapai 9 orang. Jumlah ini dianggap merepresentasikan pekerjaan pada pengangkutan gula di gudang dengan jumlah alokasi disamaratakan sebesar 3 orang ditiap jenis pekerjaan. Hal ini bertujuan untuk melakukan *recovery* pada setiap kegiatan pengangkutan terhadap 1 sak gula yang bersifat estafet.

#### **5.4 Analisa Risiko Penggunaan Lori**

Pada Analisis risiko pada penggunaan *conveyor* juga dengan melakukan evaluasi risiko atas kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dan risiko atas proses pengangkutan gula yang terjadi selama di stasiun puteran hingga gudang. Berdasarkan hasil perhitungan RPN pada potensi bahaya K3, kode risiko F6 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 112. Risiko tersebut mengenai tidak adanya *safety sign* yang terdapat pada area *conveyor* gantung. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan risiko bahaya mengenai K3 terutama terdapat kemungkinan orang tertimpa material dari atas *conveyor* gantung. Karena pada kawasan tersebut terdapat banyak orang ataupun pekerja yang berjalan bebas di area pabrik dan sangat berbahaya jika pekerja tidak mengerti bahwa sedang terjadi pengoperasian di atas *conveyor* gantung

Pada risiko ini memiliki nilai *severity* sebesar 7 dimana termasuk didalam level *high* dengan kriteria dapat mengganggu 50% kesehatan operator dan juga kerja sistem pengangkutan secara keseluruhan. Nilai *occurance* sebesar 4 yang termasuk pada level *moderate* dengan jumlah terjadi kegagalan sebesar 10-29 kali dalam satu musim giling. Sedangkan pada nilai *detection* sebesar 4 yang termasuk pada level cukup tinggi yang berkaitan dengan pengecekan yang kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan. Disini *control* yang dilakukan hanya terbatas pada pengawasan oleh mandor saja tanpa adanya aturan atau SOP tertulis tentang rambu-rambu tanda bahaya yang bisa membuat pekerja yang lewat dibawah *conveyor* gantung lebih berhati-hati.

Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan RPN pada potensi bahaya proses, kode risiko F14 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 128. Risiko tersebut mengenai ketidakamanan peletakkan sak gula pada *conveyor* gantung. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan risiko bahaya terutama pada produk gula bilamana terkena hujan dan panas yang bisa menyebabkan kerusakan pada kemasan gula. Hal ini jika tidak dilakukan tindakan pencegahan akan merugikan perusahaan dari banyaknya *waste* akibat kemasan produk gula yang rusak

Pada risiko ini memiliki nilai *severity* sebesar 8 dimana termasuk didalam level *very high* dengan kriteria dapat mengganggu operator dan juga kerja sistem pengangkutan secara keseluruhan. Nilai *occurance* sebesar 4 yang termasuk pada level *moderate* dengan jumlah terjadi kegagalan sebesar 10-29 kali dalam satu musim giling. Sedangkan pada nilai *detection* sebesar 4 yang termasuk pada level cukup tinggi yang berkaitan dengan pengecekan yang kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan. Disini *control* yang dilakukan hanya terbatas pada pengawasan oleh operator dan ketelitian dalam desain awal *conveyor* gantung itu sendiri. Karena pada risiko ini terdapat faktor yang tidak bisa diprediksi secara baik yaitu tentang cuaca dan juga kadang kecepatan angin sehingga dapat membahayakan produk yang berada diatas *conveyor* gantung. Pada evaluasi risiko penggunaan *conveyor* harus dilakukan upaya mitigasi sebagai tindakan preventive agar risiko tersebut tidak terjadi dikemudian hari. Terutama pada penggunaan sistem material handling *conveyor* yang menggunakan tingkat

gravitasi tinggi yang cenderung menyebabkan risiko dengan tingkat keparahan yang relatif tinggi.

### **5.5 Analisa Risiko Penggunaan *Conveyor***

Pada analisa risiko pada penggunaan *conveyor* juga dengan melakukan evaluasi risiko atas kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dan risiko atas proses pengangkutan gula yang terjadi selama di stasiun puteran hingga gudang. Berdasarkan hasil perhitungan RPN pada potensi bahaya K3, kode risiko F6 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 112. Risiko tersebut mengenai tidak adanya *safety sign* yang terdapat pada area *conveyor* gantung. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan risiko bahaya mengenai K3 terutama terdapat kemungkinan orang tertimpa material dari atas *conveyor* gantung. Karena pada kawasan tersebut terdapat banyak orang ataupun pekerja yang berjalan bebas di area pabrik dan sangat berbahaya jika pekerja tidak mengerti bahwa sedang terjadi pengoperasian di atas *conveyor* gantung

Pada risiko ini memiliki nilai *severity* sebesar 7 dimana termasuk didalam level *high* dengan kriteria dapat mengganggu 50% kesehatan operator dan juga kerja sistem pengangkutan secara keseluruhan. Nilai *occurance* sebesar 4 yang termasuk pada level *moderate* dengan jumlah terjadi kegagalan sebesar 10-29 kali dalam satu musim giling. Sedangkan pada nilai *detection* sebesar 4 yang termasuk pada level cukup tinggi yang berkaitan dengan pengecekan yang kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan. Disini *control* yang dilakukan hanya terbatas pada pengawasan oleh mandor saja tanpa adanya aturan atau SOP tertulis tentang rambu-rambu tanda bahaya yang bisa membuat pekerja yang lewat dibawah *conveyor* gantung lebih berhati-hati.

Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan RPN pada potensi bahaya proses, kode risiko F14 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 128. Risiko tersebut mengenai ketidakamanan peletakkan sak gula pada *conveyor* gantung. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan risiko bahaya terutama pada produk gula bilamana terkena hujan dan panas yang bisa menyebabkan kerusakan pada kemasan gula. Hal ini jika tidak dilakukan tindakan pencegahan akan merugikan perusahaan dari banyaknya *waste* akibat kemasan produk gula yang rusak

Pada risiko ini memiliki nilai *severity* sebesar 8 dimana termasuk didalam level *very high* dengan kriteria dapat mengganggu operator dan juga kerja sistem pengangkutan secara keseluruhan. Nilai *occurance* sebesar 4 yang termasuk pada level *moderate* dengan jumlah terjadi kegagalan sebesar 10-29 kali dalam satu musim giling. Sedangkan pada nilai *detection* sebesar 4 yang termasuk pada level cukup tinggi yang berkaitan dengan pengecekan yang kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan. Disini *control* yang dilakukan hanya terbatas pada pengawasan oleh operator dan ketelitian dalam desain awal *conveyor* gantung itu sendiri. Karena pada risiko ini terdapat faktor yang tidak bisa diprediksi secara baik yaitu tentang cuaca dan juga kadang kecepatan angin sehingga dapat membahayakan produk yang berada diatas *conveyor* gantung. Pada evaluasi risiko penggunaan *conveyor* harus dilakukan upaya mitigasi sebagai tindakan preventive agar risiko tersebut tidak terjadi dikemudian hari. Terutama pada penggunaan sistem material handling *conveyor* yang menggunakan tingkat gravitasi tinggi yang cenderung menyebabkan risiko dengan tingkat keparahan yang relatif tinggi.

## **5.6 Analisa Total Kebutuhan Biaya**

Tahap terakhir pada penelitian kali ini ialah bagaimana pergantian sistem *material handling* bisa dikatakan cukup efisien dari segi biaya atau tidak. Pada biaya perawatan untuk lori diasumsikan sebesar 20% sedangkan untuk perawatan *conveyor* sebesar 25%. Terjadi perbedaan prosentase dikarenakan komponen dan operasional sistem *material handling conveyor* dinilai cukup banyak dan butuh ketelitian dalam proses perawatannya. Jarak pada penggunaan lori sejauh 154 m sedangkan untuk *conveyor* sebesar 126 m. Hal ini dikarenakan dalam perancangan *conveyor* tidak diperkenankan berada diatas jalan dan harus dibangun lebih dekat ketimbang rel pada lori. Pada Tabel 5.1 berikut ini merupakan rekapitulasi biaya yang dikeluarkan jika perusahaan memakai *material handling* baik dengan lori maupun *conveyor*.

Tabel 5.1 Perbandingan Biaya pada Penggunaan Lori dan *Conveyor* per Tahun

Jenis MH	<i>Operational Cost</i>	Jarak (meter)	OMH per meter	Total OMH
<i>Lori</i>	Rp 170.328.000	154	Rp 1.106.025,97	Rp 1.021.968.000
Jenis MH	<i>Operational Cost</i>	Jarak (meter)	OMH per meter	Total OMH
<i>Conveyor</i>	Rp 82.275.500	126	Rp 652.976,19	Rp 1.727.775.000

Pada Tabel 5.1 diatas dapat diketahui bahwa total ongkos *material handling* pada penggunaan lori mencapai Rp 1.021.968.000,-/tahun sedangkan pada *conveyor* sebesar Rp 1.727.775.000,-/tahun. Dengan adanya perbedaan selisih total biaya antara lori dan *conveyor* yang akhirnya terjadi kerugian sebesar Rp 705.807.000,-. Hal ini disebabkan dikarenakan pada perhitungan akhir melibatkan frekuensi perpindahan dimana frekuensi perpindahan *conveyor* mencapai 21 kali sedangkan lori hanya 6 kali.

Perbedaan dari jumlah tenaga kerja yang ada pada lori dan *conveyor* terjadi secara signifikan. Pada penggunaan lori saja sudah menghabiskan dana sebesar Rp 110.000.000,- untuk upah para pekerja angkut yang berjumlah 22 orang selama satu musim giling. Dikarenakan terjadi reduksi jumlah tenaga kerja pada penggunaan *conveyor* menjadi 9 orang, maka total biaya untuk tenaga kerja hanya sebesar Rp 45.000.000,- selama satu tahun/musim giling berlangsung.

Pebedaan kedua terjadi pada penggunaan bahan bakar pada kedua sistem *material handling*. Pada penggunaan lori total beban biaya untuk bahan bakar solar mencapai Rp 18.000.000,- per musim giling sedangkan untuk penggunaan *conveyor* sebesar Rp 13.850.000,- per musim gilingnya. Hal ini diakibatkan bahan bakar *conveyor* merupakan listrik. Energi listrik yang terdapat pada PG Rejo Agung Baru diciptakan dari hasil penguapan dari mesin Boiler untuk perebusan ampas gula. Uap tersebut nantinya dapat ditransformasikan menjadi energi listrik yang menghidupkan lebih dari 80% permesinan pada pabrik. Dikarenakan proses *cycle* pada pabrik yang cukup baik, biaya listrik di sini tidak

terlalu tinggi. Pada Tabel 5.2 berikut merupakan perbandingan biaya tenaga kerja angkut dan juga bahan bakar yang disusul oleh penghematan dan efisiensi pada tabel 5.3.

Tabel 5.2 Perbandingan Biaya Pekerja Angkut dan Bahan Bakar Lori dan Conveyor per Tahun

	Biaya per Satuan	Total Satuan	Total Biaya
<b>Pekerja Angkut</b> (100 hari) (22 orang)	Rp 50.000,00	2200	Rp 110.000.000,00
<b>Solar (Industri)</b> (1 hari = 25 liter)	Rp 7.200,00	2500	Rp 18.000.000,00
<b>TOTAL ( LORI)</b>			<b>Rp 128.000.000,00</b>

	Biaya per Satuan	Total Satuan	Total Biaya
<b>Pekerja Angkut</b> (100 hari) (9 orang)	Rp 50.000,00	900	Rp 45.000.000,00
<b>Listrik</b> (1 hari = 100 Kwh )	Rp 1.385,00	10000	Rp 13.850.000,00
<b>TOTAL (CONVEYOR)</b>			<b>Rp 58.850.000,00</b>

Tabel 5.3 Efisiensi dan Saving Money Operasional Lori dan Conveyor per Tahun

	Material Handling		Saving Money	Efisiensi (Lori & Conveyor)
	Lori	Conveyor		
<b>Pekerja Angkut</b>	Rp 110.000.000	Rp 45.000.000	Rp 65.000.000	59%
<b>Bahan Bakar</b>	Rp 18.000.000	Rp 13.850.000	Rp 4.150.000	23%

Pada ongkos material handling per meter juga terjadi efisiensi hampir separuh dari OMH per meter untuk lori. OMH per conveyor sebesar Rp 652.976,19 sedangkan OMH per meter untuk lori mencapai Rp 1.106.026. Hal ini diakibatkan karena jarak tempuh pada penggunaan conveyor lebih dekat daripada penggunaan lori. Namun pada perhitungan total OMH conveyor mencapai Rp 1.727.775.000,- sedangkan pada total OMH lori sebesar Rp 1.021.968.000,- yang menyebabkan adanya beban biaya pada conveyor yang lebih tinggi. Namun hal ini dapat tercover dengan cepat dikarenakan terdapat produktivitas conveyor yang meningkat tajam hampir separuh dari penggunaan lori. Berikut perhitungannya .

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas Angkut Lori}}{\text{Kapasitas Angkut Conveyor}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{210 \text{ ton/hari}}{500 \text{ ton/hari}}$$

$$\text{Produktivitas} = 0,42 \approx 42 \%$$

Dengan HPP sebesar Rp 6.500/kg maka :

$$\text{Keuntungan} = (\text{Kapasitas Conveyor} \times \text{HPP}) - (\text{Kapasitas Lori} \times \text{HPP})$$

$$= (500.000 \text{ kg} \times \text{Rp } 6.500) - (210.000 \text{ kg} \times \text{Rp } 6.500)$$

$$= \text{Rp } 3.250.000.000 - \text{Rp } 1.365.500.000$$

$$\text{Keuntungan} = \text{Rp } 1.885.000.000,- / \text{tahun}$$

Dengan adanya keuntungan akibat peningkatan produktivitas diatas, maka dapat dihitung total penghematan total biaya sebagai berikut :

$$\text{Penghematan Total Biaya} = \text{Keuntungan Produktivitas} - \text{Selisih Total OMH}$$

$$\text{Penghematan Total Biaya} = \text{Rp } 1.885.000.000 - \text{Rp } 705.807.000,-$$

$$\text{Penghematan Total Biaya} = \text{Rp } 1.179.193.000,/ \text{tahun}$$

## 5.7 Desain Rancangan Conveyor

Pada subab ini akan dijelaskan mengenai upaya tindakan mitigasi yang dilakukan agar risiko yang telah disebutkan pada penggunaan conveyor dapat diminimalisir. Sesuai dengan hasil evaluasi risiko menggunakan FMEA telah diketahui bahwa RPN tertinggi terdapat pada risiko F6 terkait tidak adanya safety sign pada area conveyor gantung dan risiko F14 terkait kurangnya perlindungan atas produk gula diatas conveyor gantung. Tindakan mitigasi ini sekaligus menjadi rekomendasi atas penelitian tugas akhir ini.

### 5.7.1 Pengadaan Safety Sign pada Area Conveyor Gantung

Pada upaya mitigasi untuk risiko F6 akan dilakukan dengan strategi pengendalian risiko bahaya secara administratif. Upaya ini berisi tentang

pembuatan *safety sign*/rambu-rambu yang berguna untuk meminimalisir adanya kecelakaan atau kegagalan yang merugikan bagi perusahaan maupun para pekerjanya.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 1985 menyatakan bahwa pesawat angkut seperti kereta gantung atau disini *conveyor* gantung harus memiliki tanda-tanda peringatan bahaya pada kedua sisi atau disekitar area operasionalnya. Adapun jenis-jenis *safety sign* yang dapat diaplikasikan pada rencana perancangan *conveyor* gantung di PG Rejo Agung Baru dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Jenis-Jenis *Safety Sign* untuk Penggunaan *Conveyor*

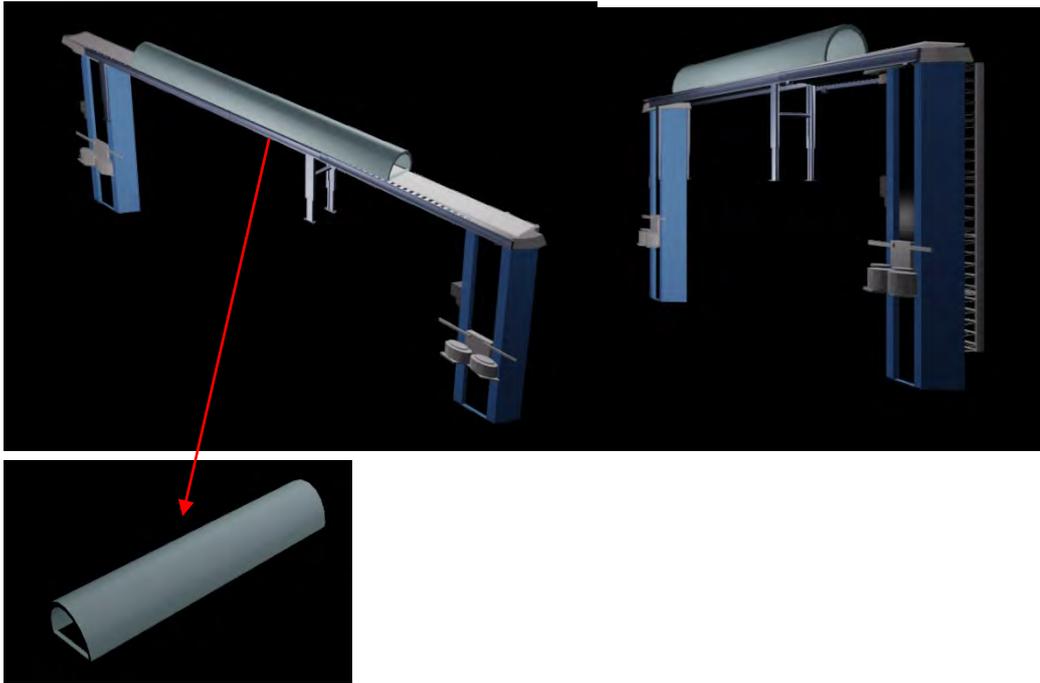
No	Gambar Safety Sign	Keterangan
1		<b>"Peringatan akan bahaya <i>conveyor</i> gantung yang sedang beroperasi"</b> Melalui <i>sign</i> ini, pekerja dapat mengetahui keberadaan <i>conveyor</i> gantung diatas, dengan begitu kewaspadaan akan adanya risiko material terjatuh dapat diperkirakan oleh pekerja yang lewat.
2		<b>"Peringatan untuk menjaga jarak aman tangan dan tubuh dari <i>conveyor</i>."</b> Melalui <i>sign</i> ini, pekerja diperingatkan untuk tidak berada di dekat <i>conveyor</i> yang sedang berjalan. Risiko terkena benda tajam dan juga komponen lainnya dapat menyebabkan terluka. Peringatan ini diberlakukan karena <i>conveyor</i> dapat beroperasi secara tiba-tiba.
3		<b>"Peringatan untuk tidak berdiri, duduk, dan berjalan di atas <i>conveyor</i>."</b> Melalui <i>sign</i> ini, pekerja dapat selalu diingatkan bahwa menjaga keselamatan saat bekerja di antara <i>conveyor</i> adalah keharusan. Salah satu caranya adalah dengan tidak berdiri atau berjalan di atas <i>conveyor</i> tersebut.

Tabel 5.4 Jenis-Jenis *Safety Sign* untuk Penggunaan *Conveyor* (lanjutan)

No	Gambar Safety Sign	Keterangan
4		<p><b>"Peringatan bahwa terdapat batas maksimum yang dapat melewati area dibawah <i>conveyor</i> gantung."</b>                      Melalui <i>sign</i> ini, kendaraan besar seperti truk yang akan lewat dapat mengetahui batas ketinggian maksimum yang diperbolehkan. Dengan begitu risiko kendaraan besar menabrak <i>conveyor</i> gantung dapat dihindari</p>
5		<p><b>"Tanda darurat untuk <i>conveyor</i> berhenti dioperasikan."</b>                      Tanda ini berguna untuk operator dalam mengantisipasi jika terdapat keadaan darurat pada saat <i>conveyor</i> beroperasi seperti : komponen rusak, bottleneck, dan gangguan lainnya. dengan adanya tanda ini operator dengan mudah menemukan tombol untuk mematikan mesin <i>conveyor</i></p>

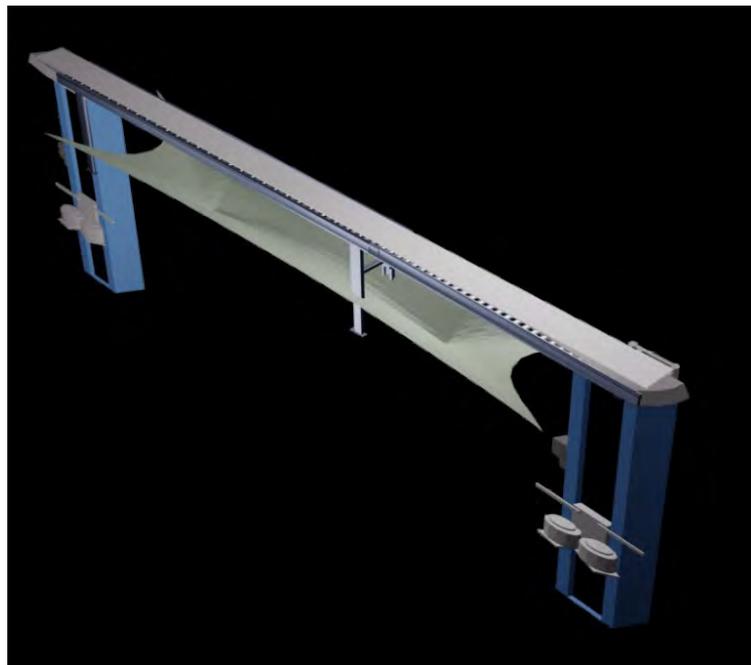
### 5.7.2 Pembuatan Komponen Pelindung Produk Gula diatas *Conveyor*

Pada pembuatan komponen pelindung atas sak gula dilakukan sebagai upaya pencegahan agar risiko atas penilaian RPN tertinggi seperti yang sudah disebutkan sebelumnya dapat diminimalisir. Terkait risiko F14 tentang kurangnya perlindungan atas produk gula diatas *conveyor* gantung, sebaiknya dibuat sebuah pelindung seperti pada gambar 5.2, dimana komponen ini dapat melindungi sak gula dari hujan dan panas secara langsung pada saat diangkut diatas *conveyor* gantung.



Gambar 5.2 Desain Pelindung sak Gula dari Hujan, Angin, dan Panas

Selanjutnya ialah pembuatan jaring penyangga yang akan dibuat tepat dibawah conveyor gantung. Hal ini dapat mencegah bila nantinya sak gula jatuh kebawah dan berisiko menimpa para pekerja ataupun orang yang melewatinya. Desain jaring penyangga dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Desain Jaring Penyangga Pencegah Sak Gula Jatuh

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 - Dokumentasi Studi Lapangan



**Gambar 1. Stasiun Puteran**



**Gambar 2. Gerbong Lori dan *Conveyor* Gantung**



**Gambar 3. Lokomotif dan Proses Pengangkutan Gula dengan *Conveyor Portable***

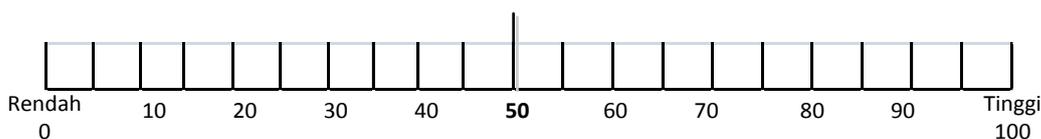
LAMPIRAN 2 – Contoh Kuisisioner NASA-TLX (*Supervisor*)

Kuisisioner NASA-TLX

Nama : \_\_\_\_\_ Pekerjaan : \_\_\_\_\_ Tanggal : \_\_\_\_\_

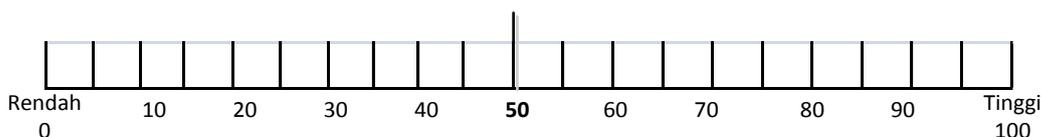
1) *Mental Demands* (MD)

Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?



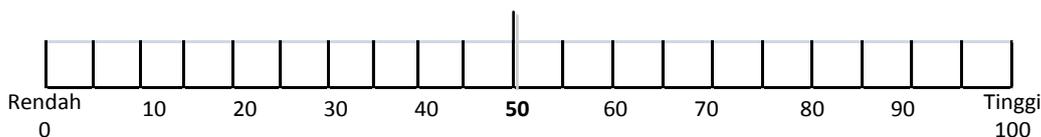
2) *Physical Demands* (PD)

Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini?



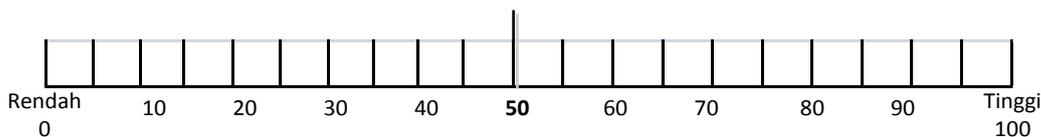
3) *Temporal Demands* (TD)

Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?



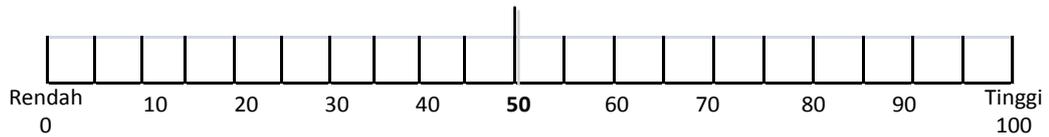
4) *Own Performance* (OP)

Seberapa besar tingkat keberhasilan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?



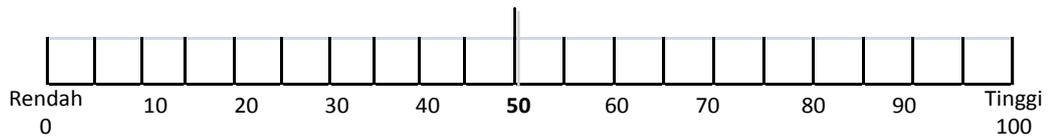
5) *Effort* (EF)

Seberapa besar kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pengangkutan gula ini?



6) *Frustration* (FR)

Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan pengangkutan gula ?



**PEMBOBOTAN**

**Tabel 1 Perbandingan Indikator**

	<b>MD</b>	<b>PD</b>	<b>TD</b>	<b>OP</b>	<b>EF</b>	<b>FR</b>
<b>MD</b>						
<b>PD</b>						
<b>TD</b>						
<b>OP</b>						
<b>EF</b>						
<b>FR</b>						

**-TERIMA KASIH**

**LAMPIRAN 3 - Contoh Kuisioner NASA-TLX (Pekerja Angkut)**

No	Objek	<i>Paired Comparison Indicator</i>						<i>Event Scoring Indicator</i>					
		WMD	WPD	WTD	WOP	WFR	WEF	MD	PD	TD	OP	FR	EF
1.A	Riyadi												
2.B	Tekad												
3.C	Dovit												
4.D	Arif												
5.E	Edy												
6.F	Jarwo												
7.G	Ajad												
8.H	Rokhim												
9.I	Supono												
10.J	Saijan												
11.K	Karni												
12.L	Lamino												
13.M	Suparman												
14.N	Yatimin												
15.O	Didik												
16.P	Edi Siswanto												
17.Q	Paeran												
18.R	Suwono												
19.S	Sudarsono												
20.T	Slamet												
21.U	Budi												
22.V	Agung												

## LAMPIRAN 4 – Contoh Kuisisioner Penilaian Risiko

### KUISISIONER PENILAIAN RISIKO

#### (FMEA)

Dengan hormat,

Saya mohon kesediaan bapak/ ibu untuk meluangkan waktu sejenak untuk mengisi sebuah kuisisioner penelitian. Kuisisioner ini akan digunakan sebagai data penelitian Tugas akhir Sarjana oleh:

Nama : Onie Cahya Judha  
NRP : 2510100121  
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Jurusan : Teknik Industri

Dengan Judul Tugas Akhir:

#### **Analisis Perancangan Sistem *Material Handling* dengan Mempertimbangkan Risiko Bahaya pada PG Rejo Agung Baru**

Kuisisioner bertujuan untuk mengukur tingkat risiko yang dimiliki dalam proses pengangkutan gula dari stasiun puteran menuju gudang dengan menggunakan sistem *material handling* lori dan juga *conveyor*. Mohon kiranya jawaban yang diberikan adalah jawaban yang jujur dan sesuai dengan pendapat Bapak/ ibu pribadi. Untuk menjamin kevalidan data kuisisioner diharapkan Bapak/ Ibu menjawab semua pertanyaan dengan lengkap dan hanya memberikan satu jawaban untuk setiap pertanyaan.

Kuisisioner ini terdiri dari 2 bagian,

- Bagian I : Kuisisioner Penilaian Risiko Penggunaan Lori
- Bagian II : Kuisisioner Penilaian Risiko Penggunaan *Conveyor*

Data-data yang diberikan dalam kuisisioner ini akan dijamin kerahasiaannya oleh peneliti. Terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi kuisisioner ini dengan baik dan benar.

Berikut merupakan kriteria penilaian risiko yang digunakan untuk menentukan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi terjadinya kegagalan (*occurance*), dan kemampuan dari alat/proses kontrol dalam mendeteksi kesalahan (*detection*).

Tabel 1 Kriteria Penilaian *Severity*

<b>Efek</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Rank</b>
<i>Hazardous without warning</i>	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan	10
<i>Hazardous with warning</i>	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
<i>Very High</i>	Kegagalan mengganggu operator dan sistem secara total	8
<i>High</i>	Kegagalan mengganggu 50% operator dan kerja sistem	7
<i>Moderate</i>	Kegagalan mengganggu 25% operator dan kerja sistem	6
<i>Low</i>	Kegagalan mengganggu 10% operator dan kerja sistem	5
<i>Very Low</i>	Kegagalan mempengaruhi operator dan kerja sistem	4
<i>Minor</i>	Kegagalan memberi efek <i>minor</i> pada operator dan sistem	3
<i>Very Minor</i>	Kegagalan memberi efek yang dapat diabaikan	2
<i>None</i>	Kegagalan tidak memberi efek	1

Tabel 2 Kriteria Penilaian *Occurance*

<b>Probabilitas Kegagalan</b>	<b>Probabilitas terjadinya kegagalan per tahun</b>	<b>Rank</b>
Sangat Tinggi : Tidak dapat dielakkan	>100	10
	80-100	9
Tinggi : Kegagalan yang	70-79	8

berulang	60-69	7
Moderate : Kegagalan musiman	50-59	6
	30-49	5
	10-29	4
Rendah : Kegagalan yang relatif rendah	5-9	3
	1-4	2
Remote : Jarang Terjadi	< 1	1

Tabel 3 Kriteria Penilaian *Detection*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol	Rank
Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Bagian I. Kuisisioner Penilaian Risiko Penggunaan Lori

Bapak/ Ibu diharapkan untuk mengisi bagian kosong pada kuesioner ini dengan memberikan ranking penilaian berupa angka (1-10) untuk kolom *severity* (sev), *occurance* (occ) dan *detection* (det) pada tiap-tiap risiko yang dirasakan atau dinilai paling sesuai dengan kondisi nyata atau persepsi Bapak/ Ibu, bukan kondisi yang bapak/ ibu harapkan. Berikut ini merupakan penjelasan untuk *severity* (sev), *occurance* (occ) dan *detection* (det) dan ranking penilaiannya.

**KUISIONER FMEA (LORI)**

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Cause	Occurence	Control	Detection	RPN
K1	Bekerja tanpa sarung tangan	F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	3	Tidak fleksibel/kurang nyaman	4	SOP	3	36
		F2	Tergores besi gerbong lori	Tangan terluka ringan hingga sedang	5	APD Tidak tersedia sesuai jumlah pekerja	3		3	45
K2	Bekerja tanpa pelindung kepala	F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	7	Kurang nyaman/mengganggu pekerjaan	2	SOP	3	42
K3	Merokok di lingkungan kerja	F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	9	Tidak adanya smoking room	1	SOP	4	36
				Kerugian Material yang terbakar	8	Kurang adanya Control	1		4	32

K4	Pengangkutan sak gula dilakukan secara manual	F5	Kesalahan posisi tubuh pada saat pengangkatan	Kehilangan jam kerja	8	Tidak adanya SOP pengangkatan	2	Pengawasan oleh mandor	5	80
				Terkena <i>back injury</i> jika dilakukan secara repetitive	7	Pengangkutan lebih cepat	4		4	112
K5	Desain ketinggian lori dan lantai gudang sangat timpang	F6	Sak gula mudah jatuh	Kerusakan material	5	Kesalahan desain area kerja	2	Pengawasan oleh mandor	4	40
		F7	Kesulitan Pengangkatan oleh pekerja	Pekerja Terjatuh	4	Tidak adanya alat bantu pengangkatan	3		4	48
K6	Suhu ruangan yang panas dan kurang nyaman	F8	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	4	Kurangnya ventilasi udara	8	Pengawasan oleh mandor	3	96
		F9	Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	3	Cuaca yang panas	5		4	60
K7	Tidak adanya rambu di sekitar rel	F10	Orang disekitar area kerja dapat tertabrak oleh lori	Luka sedang hingga berat	5	Kecepatan lori dapat diperkirakan	3	Pengawasan oleh mandor	3	45

		F11	tabrakan lori dengan kendaraan lain	Kerugian material	4		2		6	48
--	--	-----	-------------------------------------	-------------------	---	--	---	--	---	----

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Cause	Occurence	Control	Detection	RPN
P1	Terlalu tinggi memposisikan sak gula	F12	Sak Gula mudah terjatuh	Kerusakan kemasan	4	Ingin menghemat penumpukan	5	SOP	4	80
P2	Melempar sak gula ke lori	F13	Sak gula jatuh ke tanah	Kerugian material & waktu	3	Tergesagesa, mempercepat waktu	7	SOP	4	84
P3	Menyeret sak gula	F14	Sak gula cepat robek	Kerusakan kemasan	3	Kelelahan	5	Pengawasan oleh mandor	5	75
P4	Penumpukan tidak sesuai tempatnya	F15	Terjadi salah perhitungan sak gula	Kerugian waktu	2	Tidak paham aturan penumpukan	5	SOP	6	60
				Beban tenaga angkut bertambah	3	Lokasi penyimpanan jauh	4		4	48
P5	Minimnya perawatan rel	F16	Tanah dibawah rel amblas	Kerugian material (lori + sak gula)	5	Kurang tinjauan permukaan tanah	7	Pengawasan pihak maintenance	3	105

		F17	Lori anjlok	Penambahan orang untuk proses pengangkatan lori	4	Kurang teliti dalam perawatan	9		3	108
P6	Perawatan komponen lori+lokomotif kurang akurat	F18	Loko mogok sewaktu proses berlangsung	Kerugian waktu	5	Mesin loko sudah sangat tua	3	Pengawasan oleh bagian remise	5	75
		F19	Sambungan gerbong lori putus	Penambahan biaya perbaikan	5	Kurang persiapan sebelum proses giling	2		6	60
P7	Laju kecepatan lori melebihi standard	F20	Sak gula berjatuhan	Kerusakan material	4	Masinis tidak paham aturan	3	SOP	4	48
		F21	Roda + rem cepat rusak	Penambahan biaya perawatan	2	Operator tidak mengingatkan	4		5	40

Bagian II. Kuisisioner Penilaian Risiko Penggunaan *Conveyor*

**KUISIONER FMEA (*CONVEYOR*)**

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Cause	Occurrence	Control	Detection	RPN
K1	Bekerja tanpa sarung tangan	F1	Pegangan sak gula tidak kuat	Sak gula jatuh, kerugian produk	3	Tidak fleksibel/kurang nyaman	4	SOP	3	36
		F2	Operator tersetrum	Tangan terluka ringan hingga sedang	4	APD Tidak tersedia sesuai jumlah pekerja	3		3	36
K2	Bekerja tanpa pelindung kepala	F3	Tertimpa sak gula	Kepala terluka ringan hingga meninggal	7	Kurang nyaman/mengganggu pekerjaan	2	SOP	3	42
K3	Merokok di lingkungan kerja	F4	Terjadi Kebakaran	Pekerja terluka ringan hingga meninggal	9	Tidak adanya <i>smoking room</i>	1	SOP	4	36
				Kerugian Material	8	Kurang adanya Control	2		4	64
K4	Suhu ruangan yang panas dan	F5	Pekerja merasa cepat lelah	Pekerja mengalami dehidrasi hingga luka ringan	4	Kurangnya ventilasi udara	8	Pengawasan oleh mandor	3	96

	kurang nyaman		Kurang Fokus	Pengangkutan tergesa-gesa	3	Cuaca yang panas	5		4	60
K5	Tidak adanya safety sign di sekitar conveyor gantung	F6	Dapat menimpa orang dibawahnya	Cidera sedang hingga berat	7	Tidak mengetahui jika conveyor sedang beroperasi	4	Pengawasan oleh mandor	4	112

Kode Kriteria	Kriteria	Kode Failure	Failure	Effect	Severity	Cause	Occurence	Control	Detection	RPN
P1	Meletakkan sak gula ke conveyor dengan posisi berdiri	F7	Sak gula terjatuh	Kerusakan kemasan	4	Pekerja terburu-buru	3	SOP	5	60
P2	Meletakkan sak gula ke conveyor secara langsung tanpa jarak	F8	Kesalahan perhitungan jumlah sak gula	Kerugian material & waktu	4	Tergesa-gesa, mempercepat waktu	3	SOP	4	48
		F9	Bisa terjadi kelebihan beban	Kerusakan <i>belt</i> pada conveyor	3	Tidak memahami kapasitas angkut conveyor	4	SOP	3	36

P3	Kecepatan conveyor tidak standard	F10	Kerusakan komponen	Kerugian finansial	7	Tidak paham aturan pengangkutan	3	SOP	4	84
P4	Kurangnya perawatan komponen conveyor	F11	gear box rusak	Kerugian material	4	Kurang penggantian komponen berkala	4	Pengawasan pihak operator	4	64
		F12	<i>Roller conveyor</i> karatan	Operasi tidak dapat berjalan	5	Kurang pelumas	5		3	75
P5	Desain ketinggian conveyor gantung terlalu rendah	F13	Mengganggu jalannya kendaraan besar (truk, traktor)	Kerusakan kendaraan	6	Kesalahan desain	4	SOP	2	48
P6	Ketidakamanan peletakkan sak gula pada conveyor gantung	F14	Terkena hujan dan panas	Kemasan gula basah dan rusak	8	Tidak adanya pelindung produk pada conveyor	4	Pengawasan oleh mandor	4	128
		F15	Sak gula jatuh pada saat diatas conveyor gantung	Kerugian material	7	Terkena angin kencang	4		4	112

**-Terimakasih Atas Kesediaanya Mengisi Kuisisioner Ini-**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suswanto  
Jabatan : Staf Gudang Gula

Nama : Onie Cahya Judha  
NRP : 2512100151

Telah melakukan diskusi terkait penilaian risiko yang terdapat pada penggunaan sistem *material handling* lori dan juga *conveyor* dalam proses pengangkutan gula dari stasiun puteran menuju gudang (*warehouse*). Diskusi dilakukan untuk kepentingan Tugas Akhir berjudul "Analisis Perancangan Sistem Material Handling dengan Mempertimbangkan Risiko Bahaya pada PG Rejo Agung Baru" Lembar pernyataan ini disertakan dengan hasil pengisian kuisioner yang merupakan bentuk validasi penilaian risiko.

Madiun, Juni 2016



( )



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijabarkan jawaban dari tujuan penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat ditarik sesuai dengan tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Analisa perhitungan beban kerja yang dibutuhkan pada penggunaan sistem *material handling conveyor* dilakukan berdasarkan dengan pendekatan tugas per tugas jabatan sesuai dengan keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara nomor KEP/75/M.PAN/7/2004. Jumlah pekerja angkut optimal yang dibutuhkan pada pengangkutan sak gula berjumlah 9 (sembilan) orang dengan alokasi pekerja berada pada area gudang PG Rejo Agung Baru saja.
2. Berdasarkan hasil penilaian FMEA (lori) pada potensi bahaya K3, kode risiko F5 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 112. Risiko tersebut mengenai aktivitas pengangkutan sak gula secara manual oleh para pekerja angkut. Sedangkan pada potensi bahaya proses, kode risiko F17 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 108. Risiko tersebut mengenai bagaimana minimnya perawatan rel sepanjang stasiun puteran menuju gudang. Berdasarkan hasil penilaian FMEA (*conveyor*) pada potensi bahaya K3, kode risiko F6 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 112. Risiko tersebut mengenai tidak adanya *safety sign* yang terdapat pada area *conveyor* gantung. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan RPN pada potensi bahaya proses, kode risiko F14 mendapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 128. Risiko tersebut mengenai ketidakamanan peletakkan sak gula pada *conveyor* gantung.
3. Pada perhitungan total OMH *conveyor* mencapai Rp 1.727.775.000,- sedangkan pada total OMH lori sebesar Rp 1.021.968.000,- yang

menimbulkan adanya kerugian sekitar Rp 522.844.500,- dibanding dengan lori. Namun dengan penggunaan *conveyor* produktivitas pengangkutan berhasil ditingkatkan hingga mencapai 42% atau setara dengan keuntungan sebesar Rp 1.885.000.000,-. Dengan begitu perusahaan dapat menghemat total biaya hingga mencapai Rp 1.179.193.000/ tahun.

4. Perancangan desain *conveyor* dilakukan dengan menyambung *conveyor* langsung dari rumah produksi hingga membentang lurus menuju gudang sepanjang 126 m. Selain itu, dilakukan pengadaan *safety sign* sebagai bentuk mitigasi risiko secara administratif demi meningkatkan keselamatan kerja pada area *conveyor*. Desain rancangan pelindung sak gula juga dirancang untuk mengurangi probabilitas kerugian atas rusaknya kemasan gula pada saat pengangkutan di PG Rejo Agung Baru.

## **6.2 Saran**

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan diantaranya:

### **6.2.1 Saran Untuk Perusahaan**

1. Sisa pekerja angkut lebih baik dialokasikan pada bagian lain yang membutuhkan tenaga fisik yang juga tinggi. Penambahan lini pengangkutan baru juga dapat dilakukam untuk menampung sisa pekerja angkut sekaligus mempercepat proses pengangkutan demi meningkatkan pemenuhan akan komoditas gula
2. Penambahan bagian *material handling* pada struktur organisasi PG Rejo Agung Baru demi memfokuskan pengawasan dan perawatan pada *conveyor* agar masa pakainya berlangsung lama.

### **6.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya**

1. Sebaiknya dilakukan analisis kelayakan proyek pada pergantian sistem material handling ini secara mendetail.
2. Dilakukan perancangan sistem *material handling* secara menyeluruh dan terintegrasi demi terus meningkatkan kecepatan pemindahan aliran bahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. (1977). *Plant Layout and Material Handling*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- AS/NZS. (2004). *Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004*. Australia: Standards Australia International Ltd.
- Barnes, R. M. (1990). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. Los Angeles: University of California.
- Basterfield, D. (1995). *Total Quality Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Blocher, J. E. (2000). *Manajemen Biaya*. Jakarta: Salemba Empat.
- Colling, D. A. (1990). *Industrial Safety Management and Technology*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Cross, J. (1998). *Study Notes SESC9211 Risk Management*. Sidney: University of New South Wales, Department of Safety Science.
- E, L. D. (2015). *Beban Kerja Mental*. Prodi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
- Ernawati, L., & Suryani, E. (2013). *Analisis Faktor Produktivitas Gula Nasional dan Pengaruhnya Terhadap Harga Gula Domestik Dan Permintaan Gula Impor Dengan Menggunakan Sistem Dinamik*. *Jurnal Teknik Pomits*, 1-7.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Group, H. P. (t.thn.). *Nasa Task Load Index (Tlx) V.1.0*. California: NASA Ames Research Center.
- Hanapi, L. K. (2014). *Pengukuran Beban Kerja Dengan Metode Nasa-Talk Load Index Di Cv. Gimera Jaya Bandung*. 1-21.
- Hancock, A. P., & Meskhati, N. (1998). *Human Mental Workload*. Amsterdam: North-Holland.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1981). *Development of NASA-TLX (Task Load Index) : Result of Empirical and Theoretical Research*. California: NASA-Ames Research Center.

- Hendarwan, M. A. (2016). *Analisis Penggantian Crawler Crane Menjadi Gantry Crane (Studi Kasus: PT. Varia Usaha Beton-BPC Gresik)*. Surabaya: Tugas Akhir ITS Surabaya.
- Heragu, S. (1997). *Facilities Design*. Boston: PWS Publishing Company.
- Hidayat, A., & Partiw, S. G. (2007). *Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja yang Optimal pada Cleaning Service Pabrik Personal Wash PT.Unilever Indonesia. Jurnal Teknik ITS*, 1-5.
- Indonesia, M. P. (2004). *Pedoman Perhitungan Kebutuhan Pegawai Berdasarkan Beban Kerja Dalam Rangka Penyusunan Formasi Pegawai Negeri Sipil*. Jakarta: Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara Republik Indonesia.
- International Labour Organization, I. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja*. Jakarta: Score.
- Kolluru, R. V. (1996). *Risk Assessment and Mangement Handbook*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Komaruddin, A. (1996). *Dasar-Dasar Manajemen Investasi*. Jakarta: Rineka.
- Konnully, J. (2013, December 26). *Work Study Part-I. Industrial Administration and Finance*, hal. 10.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- NASA-STD-8719.7. (1998). *Facility System Safety Guidebook*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration.
- Pangan, D. K. (2015). *Kebijakan Strategis Pangan dan Gizi*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Perkembangan Produksi Gula di Jawa Timur*. (2014, Januari 17). Diambil kembali dari Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur: <http://disbun.jatimprov.go.id/berita.php?id=245>
- PerMen. (1985). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : Per.05/Men/1985 Tentang Pesawat Angkat Dan Angkut*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja.
- Purnomo, H. (2004). *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Ramadhan, R., Ishardita Pambudi Tama, S. M., & Remba Yanuar, S. M. (2015). *Analisa Beban Kerja Dengan Menggunakan Work Sampling Dan Nasa-Tlx Untuk Menentukan Jumlah Operator*. 1-10.
- Renaldhi, M. R. (2014). *Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Tangki X di TTU Tuban (Studi Kasus : PT Pertamina UPMS V)*. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Sutarto, P. O. (2014). *Analisis Dan Rancangan Ulang Sistem Perpindahan Material Handling di PT Dwi Indah Menggunakan Material Handling General Analysis Procedure*. Bandung: Tugas Akhir Universitas Telkom.
- Tompkins, J. A. (1996). *Facilities Planning*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Umar, H. (1999). *Riset SDM dalam Organisasi*. Yogyakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Utami, N. R. (2014). *Penyusunan Peta Risiko Dalam Upaya Pengembangan Risiko pada PT Telkomsel*. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Tata Letak Pabrik dan Pemandangan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.

**(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)**

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Onie Cahya Judha yang lahir di Surabaya pada tanggal 24 November 1994. Penulis yang akrab dipanggil Onie ini merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal diantaranya SDN Menanggal 601 Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMA Negeri 21 Surabaya, sedangkan pada tahun 2012 penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menjalani pendidikan di Jurusan Teknik Industri ITS, penulis aktif di kegiatan organisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS. Tercatat pada tahun kedua penulis aktif sebagai staf Departemen Hubungan Luar HMTI ITS 2013/2014 yang selanjutnya menjadi Kepala Departemen Hubungan Luar HMTI ITS 2014/2015 pada tahun ketiga. Disamping itu penulis juga rajin mengikuti kegiatan olahraga seperti Basket, Futsal, Badminton, dan Berenang. Beberapa pelatihan yang pernah diikuti penulis diantaranya ESQ, LKMM Pra-TD, LKMM TD, P3MTI, *Public Relation Training*, dan lain-lain. Dengan diikutinya beberapa pelatihan tersebut, penulis dapat mengembangkan kemampuan *leadership*, *team work*, dan *communication skill* yang dimiliki. Penulis juga pernah melakukan kegiatan kerja praktik di PT. Dirgantara Indonesia (Iae) pada bagian *Spirit Aerosystem* pada tahun 2015. Untuk Informasi lebih lanjut, penulis dapat dihubungi melalui email : [oniejudha@gmail.com](mailto:oniejudha@gmail.com)