

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

Onie Cahya Judha, Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT., Arief Rahman, ST, M.Sc
Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: oniejudha@gmail.com, sgpartiw@gmail.com, rahmanarief@gmail.com

Abstrak— PG Rejo Agung Baru merupakan anak perusahaan dari PT Rajawali I yang bergerak pada produksi gula. Dengan meningkatkan kapasitas giling menjadi 6000 TCD, PG Rejo Agung Baru terus berusaha memenuhi kebutuhan akan komoditas gula di Indonesia. Dengan sistem *material handling* lori yang selama ini masih digunakan oleh perusahaan nyata-nya 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 analisisnya. 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 RPN tertinggi yang akan diprioritaskan untuk dilakukan upaya mitigasi. Pada ongkos *material handling* yang dibutuhkan pada penggunaan conveyor sebesar Rp 1.544.812.500,- dengan peningkatan produktivitas sebesar 48%.

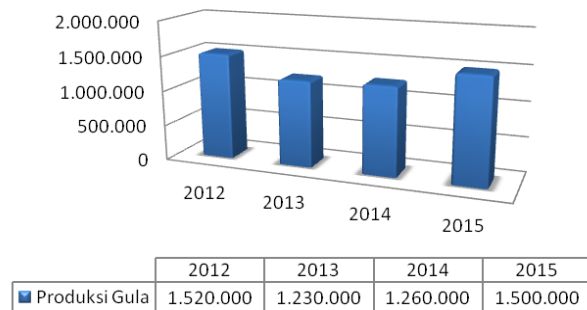
Kata Kunci— *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), NASA-TLX, Ongkos *Material Handling*, *Workload Analysis*

I. PENDAHULUAN

KEDUDUKAN gula sebagai bahan pemanis utama di Indonesia belum dapat digantikan 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*). Berikut

merupakan data produksi gula di Jawa Timur empat tahun terakhir



Gambar 1 Produksi Gula di PG Rejo Agung Baru 2012-2015 (Data Internal Perusahaan, 2016)

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 sudah 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).

Perusahaan mengalami dua musim pada tiap tahunnya yaitu musim giling dan juga musim *maintenance*. Produksi dilakukan setiap 8 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. 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*. Data mengenai spesifikasi *lori* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 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)

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. 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 berikut ini



Gambar 2 Pengangkutan Sak Gula di PG Rejo Agung Baru

Pekerjaan ini dilakukan oleh para pekerja angkut secara terus menerus yang jika dibiarkan akan menyebabkan adanya

cidera 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.

Berdasarkan kondisi eksisting yang ada pada PG Rejo Agung Baru, maka pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis perancangan sistem *material handling* baru dengan menyesuaikan kebutuhan atas 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*

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. 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

B. 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*

C. Tahap Pengolahan Data

Pada bagian ini akan dilakukan pengolahan terhadap data-data yang telah didapatkan. Pada Tahap Pengolahan Data dibagi menjadi beberapa tahapan yakni pembuatan konsep desain *material handling* baru, analisis beban kerja, identifikasi risiko bahaya menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan juga perhitungan total biaya

D. Tahap Analisis dan Kesimpulan

Pada bagian ini akan dilakukan analisis dan perbandingan rancangan dari penggunaan lori dan conveyor dari aspek teknis, beban kerja, pengukuran risiko, serta membandingkan total biaya yang dikeluarkan untuk kedua sistem *material handling*. Selanjutnya akan dilakukan perancangan desain conveyor sebagai upaya mitigasi pada nilai RPN tertinggi dari analisis risiko menggunakan FMEA. Tahap terakhir ialah pengambilan kesimpulan dan saran.

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Gerakan Perpindahan Material Pada 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 ± 25 liter/hari, operasi dengan kecepatan rata-rata 10 km/jam. Tahapan pertama ialah menentukan gerakan perpindahan material sak gula sari stasiun puteran hingga gudang.

Tabel 2 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Lori

Objek	Jumlah Pekerja	Job Description
Pekerja Angkut (Stasiun Puteran)	2	1. Mengambil gula dari conveyor portable
	8	2. Mengangkut gula secara manual ke lori
		3. Menaikan gula sesuai tumpukan
		4. Menata sak gula secara teratur di lori
Pekerja Angkut (Gudang)	2	1. Mengambil gula dari lori
	2	2. Mengangkut gula kedalam gudang
	2	3. Menaikkan gula keatas conveyor portable
	6	4. Mengambil gula dari conveyor portable
		5. Menata sak gula

B. Identifikasi Beban Kerja dengan NASA-TLX

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

- o *Mental Demands* - MD
- o *Physical Demands* - PD
- o *Temporal Demands* - TD
- o *Own Performance* - OP
- o *Frustration Level* - FR
- o *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. Setelah pengisian *rating indicator* dan juga pembobotan, maka selanjutnya akan dihitung nilai produk. Nilai produk didapat melalui hasil perkalian antara *rating*

dengan bobot faktor dan perhitungan *weighted workload* (WWL), nilai *weighted workload* didapat dengan menjumlahkan keenam nilai produk. 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.

Tabel 3 Hasil Skor NASA-TLX pada Lori oleh Supervisor

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

Tabel 4 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 mendapatkan semua *total workload* yang dibutuhkan, selanjutnya ialah mengkategorikan hasil tersebut kedalam *workload range*

Tabel 5

Kategori Penilaian Beban Kerja Pekerja Angkut

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

C. Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penilaian risiko dengan FMEA didasari oleh identifikasi potensi bahaya terlebih dahulu. Pada identifikasi potensi bahaya disini akan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu bahaya keselamatan kerja dan kesehatan kerja (K3) dan bahaya proses.

Tabel 6 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 dilakukan 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

Tabel 7 Potensi Bahaya Proses

No	Kode	Potensi Bahaya
1	P1	Terlalu tinggi memosisikan 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 standar

Tahap selanjutnya ialah penentuan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* dengan kriteria sebagai berikut

Tabel 8 Kriteria Severity

Efek	Kriteria	Rank
<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

(Sumber : Meyers et al, 2005)

Tabel 9 Kriteria Occurance

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

(Sumber : Meyers et al, 2005)

Tabel 10 Kriteria 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

(Sumber : Meyers et al, 2005)

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*

D. Total Kebutuhan Biaya

Pada bagian ini akan dilakukan analisis kebutuhan biaya pada penggunaan lori. Dengan memperhatikan biaya pekerja angkut, operator, masinis, bahan bakar, dan perawatan sebesar 20% akan dilakukan perhitungan ongkos material handling.

Tabel 11 Biaya Operasional 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
TOTAL			Rp 141.940.000,00
Perawatan 20%			Rp 28.388.000,00
TOTAL Biaya Operasional			Rp 170.328.000,00

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

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

E. Gerakan Perpindahan Material Pada Conveyor

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. Conveyor dinilai memiliki kapasitas angkut mencapai 500 ton/hari dimana dalam sekali pengangkutan memiliki kapasitas sebesar 24 ton. Perhitungan frekuensi conveyor dilakukan dengan membagi kapasitas angkut dengan jam kerja operasional/hari conveyor selama 24 jam.

Tabel 12 Gerakan Perpindahan Gula Menggunakan Conveyor

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

F. 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.

Tabel 13 Waktu Penyelesaian Pengangkutan Gula Menggunakan *Conveyor*

Job Description	Beban Angkut	Waktu	(Beban Angkut x Waktu)
1. Mengambil sak gula dari conveyor portable	2083	1,5	3124,5
2. Menumpuk sak gula sesuai urutan	2083	1,45	3020,35
3. Menata sak gula dengan rapi	2083	3,2	6665,6
	Σ WPT		12810,45

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 :

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

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

G. Penilaian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penilaian risiko dengan FMEA didasari oleh identifikasi potensi bahaya terlebih dahulu. Pada identifikasi potensi bahaya disini akan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu bahaya keselamatan kerja dan kesehatan kerja (K3) dan bahaya proses.

Tabel 14 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

Tabel 15 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 standar
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

H. Total Kebutuhan Biaya

Pada bagian ini akan dilakukan analisis kebutuhan biaya pada penggunaan lori. Dengan memperhatikan biaya pekerja angkut, operator, masinis, bahan bakar, dan perawatan sebesar 20% akan dilakukan perhitungan ongkos material handling.

Tabel 16 Biaya Operasional Sistem MH *Conveyor*

	Biaya per Satuan	Total Satuan	Total Biaya
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
TOTAL (CONVEYOR)			Rp 65.820.000,00
Perawatan 25%			Rp 16.455.000,00
TOTAL Biaya Operasional			Rp 82.275.000,00

$$\text{OMH per meter} = \frac{\text{Opt Cost}}{\text{Total Jarak Perpindahan}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 82.275.000,00}{126 \text{ m}}$$

$$\text{OMH per meter} = \text{Rp } 652.976,19$$

$$\text{TOTAL OMH} = \text{OMH per meter} \times \text{Jarak Perpindahan} \times \text{Frekuensi Perpindahan}$$

$$\text{TOTAL OMH} = \text{Rp } 652.976,19 \times 126 \text{ m} \times 21$$

$$\text{TOTAL OMH} = \text{Rp } 1.727.775.000$$

I. Tindakan Mitigasi Risiko

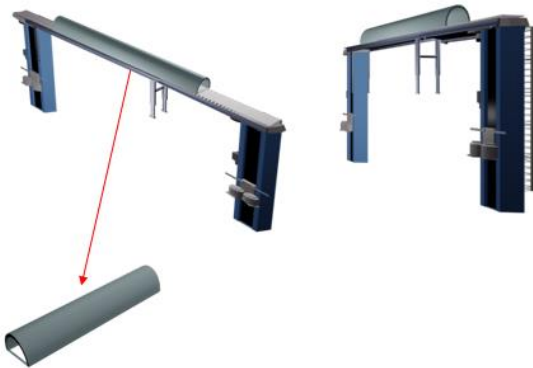
Pada bagian ini akan dilakukan pengadaan *safety sign* dan alat pencegah jatuhnya sak gula pada saat pengangkutan menggunakan *conveyor* gantung. Tindakan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya risiko terbesar /nilai RPN pada penilain risiko berdasarkan FMEA. Nilai RPN terbesar terdapat pada kode K5 dan P6.

Tabel 17 Jenis-Jenis *Safety Sign* untuk Penggunaan *Conveyor*

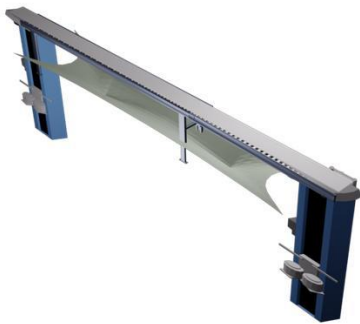
No	Gambar <i>Safety Sign</i>	Keterangan
1		"Peringatan akan bahaya <i>conveyor</i> gantung yang sedang beroperasi" Melalui <i>sign</i> ini, pekerja dapat mengetahui keberadaan <i>conveyor</i> gantung diatas, dengan begitu kewaspadaan akan adanya risiko material terjatuh dapat diperkirakan oleh pekerja yang lewat.
2		"Peringatan untuk menjaga jarak aman tangan dan tubuh dari <i>conveyor</i> ." 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		"Peringatan untuk tidak berdiri, duduk, dan berjalan di atas <i>conveyor</i> ." 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.
4		"Peringatan bahwa terdapat batas maksimum yang dapat melewati area dibawah <i>conveyor</i> gantung." 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

Tabel 17 Jenis-Jenis *Safety Sign* untuk Penggunaan *Conveyor* (lanjutan)

No	Gambar <i>Safety Sign</i>	Keterangan
5		"Tanda darurat untuk <i>conveyor</i> berhenti dioperasikan." 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>



Gambar 3 Desain Pelindung sak Gula dari Hujan, Angin, dan Panas



Gambar 4 Desain Jaring Penyangga Pencegah Sak Gula Jatuh

IV. ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terkait analisis dan perancangan sistem *material handling conveyor*. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan mengenai beberapa aspek analisis seperti aspek teknis, beban kerja, risiko bahaya, dan juga total kebutuhan biaya material handling. 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 diangkat 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. Sedangkan beban kerja ditujukan pada pekerja angkut pada lori 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 pekerjanya. Dilihat dari pergerakan pengangkutan yang masih dilakukan secara manual turut dan dilakukan secara berulang-ulang (*repetitive*). Pada beban kerja dengan menggunakan *conveyor*, 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. Maka dari itu 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.

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.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah bagaimana analisis beban kerja membuktikan adanya perbedaan bekerja dengan menggunakan lori dan *conveyor*. Sehingga total kebutuhan pekerja dapat diturunkan yang semula 22 orang menjadi 9 orang saja. Pada risiko penggunaan sistem *material handling* lori terdapat 7 (tujuh) risiko/potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dan 7 (tujuh) risiko/potensi bahaya proses. Sedangkan Pada risiko penggunaan sistem *material handling conveyor*, terdapat 5 (lima) risiko/potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dan 6 (enam) risiko/potensi bahaya proses. 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. Serta 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.

VI. LAMPIRAN



Gambar 5 Stasiun Puteran



Gambar 6 Gerbong Lori dan Conveyor Gantung



Gambar 7 Lokomotif dan Proses Pengangkutan Gula dengan Conveyor Portable

Gambar 7 Contoh Kuisisioner NASA-TLX
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apple, J. M. (1977). *Plant Layout and Material Handling*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [2] AS/NZS. (2004). *Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004*. Australia: Standards Australia International Ltd.
- [3] Barnes, R. M. (1990). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. Los Angles: University of California.
- [4] Basterfield, D. (1995). *Total Quality Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- [5] Blocher, J. E. (2000). *Manajemen Biaya*. Jakarta: Salemba Empat.
- [6] Colling, D. A. (1990). *Industrial Safety Management and Technology*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- [7] Cross, J. (1998). *Study Notes SESC9211 Risk Management*. Sidney: University of New South Wales, Department of Safety Science.
- [8] E, L. D. (2015). *Beban Kerja Mental*. Prodi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
- [9] 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.
- [10] Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [11] Group, H. P. (t.thn.). *Nasa Task Load Index (Tlx) V.1.0*. California: NASA Ames Research Center.
- [12] Hanapi, L. K. (2014). *Pengukuran Beban Kerja Dengan Metode Nasa-Talk Load Index Di Cv. Gimera Jaya Bandung*. 1-21.
- [13] Hancock, A, P., & Meskhati, N. (1998). *Human Mental Workload*. Amsterdam: North-Holland.
- [14] 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.
- [15] Hendarwan, M. A. (2016). *Analisis Penggantian Crawler Crane Menjadi Gantry Crane (Studi Kasus: PT. Varia Usaha Beton-BPC Gresik)*. Surabaya: Tugas Akhir ITS Surabaya.
- [16] Heragu, S. (1997). *Facilities Design*. Boston: PWS Publishing Company.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] International Labour Organization, I. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja*. Jakarta: Score.
- [20] Kolluru, R. V. (1996). *Risk Assessment and Mangement Handbook*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- [21] Komaruddin, A. (1996). *Dasar-Dasar Manajemen Investasi*. Jakarta: Rineka.
- [22] Konnullly, J. (2013, December 26). *Work Study Part-I. Industrial Administration and Finance*, hal. 10.
- [23] Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- [24] NASA-STD-8719.7. (1998). *Facility System Safety Guidebook*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration.

Kuisisioner NASA-TLX

Nama : _____ Pekerjaan : _____ Tanggal : _____

1) **Mental Demands (MD)**
Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

2) **Physical Demands (PD)**
Seberapa besar usaha fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

3) **Temporal Demands (TD)**
Seberapa besar tekanan yang dirasakan berkaitan dengan waktu untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

4) **Own Performance (OP)**
Seberapa besar tingkat kebohastian yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengangkutan gula ini ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

5) **Effort (EF)**
Seberapa besar kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pengangkutan gula ini ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

6) **Frustration (FR)**
Seberapa besar kecemasan, perasaan tertekan, dan stress yang dirasakan untuk menyelesaikan pekerjaan pengangkutan gula ?

Skala: 0 (Tidak) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (Tinggi)

REMBOTAN

Tabel 1 Perbandingan Indikator

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

-TERIMA KASIH

- [25] Pangan, D. K. (2015). *Kebijakan Strategis Pangan dan Gizi*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- [26] *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>
- [27] PerMen. (1985). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : Per.05/Men/1985 Tentang Pesawat Angkat Dan Angkut*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja.
- [28] Purnomo, H. (2004). *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] Tompkins, J. A. (1996). *Facilities Planning*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [33] Umar, H. (1999). *Riset SDM dalam Organisasi*. Yogyakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [34] Utami, N. R. (2014). *Penyusunan Peta Risiko Dalam Upaya Pengembangan Risiko pada PT Telkomsel*. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- [35] Wignjosoebroto, S. (2003). *Tata Letak Pabrik dan Pindahkan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.