

***HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT* SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN
HUMAN ERROR DALAM PENERAPAN K3
(Studi Kasus di Produksi Coklat)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Fairuzzabaady Kusuma
No. Mahasiswa : 12 522 222

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

ii

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Februari 2017




Fairuzabaady Kusuma

SURAT KETERANGAN SELESAI

Tugu Chocolate
Jl. Tegalgendu No. 31, Kotagede, Kota Yogyakarta
Telp : (0274) 4340921

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Hal : Surat keterangan penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Maarifah
Jabatan : Koordinator Produksi

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Fairuzzabaadi Kusuma
NIM : 12522222
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian pada bulan Januari 2017 di Tugu Chocolate dengan judul “*Human Reliability Assessment* Sebagai Upaya Pengurangan *Human Error* Dalam Penerapan Kesehatan Keselamatan Kerja”

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 20 Januari 2017

Koordinator Produksi

Siti Maarifah



Dapoer Gembil *Chocolate*
Jl. Godean km 17
Sumberarum, Moyudan, Yogyakarta

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Hal : Surat keterangan penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Santi

Jabatan : Koordinator Produksi

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Fairuzzabaady Kusuma

NIM : 12522222

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Industri

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian pada bulan Januari 2017 di Dapoer Gembil *Chocolate* dengan judul "*Human Reliability Assessment* Sebagai Upaya Pengurangan *Human Error* Dalam Penerapan Kesehatan Keselamatan Kerja",

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Januari 2017



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN
HUMAN ERROR DALAM PENERAPAN K3

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Fairuzzabaady Kusuma

No. Mahasiswa : 12522222

Yogyakarta, Februari 2017

Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

vi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN
HUMAN ERROR DALAM PENERAPAN K3****TUGAS AKHIR**

Oleh

Nama : Fairuzzabaady Kusuma

No. Mahasiswa : 12522222

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri
Yogyakarta, Februari 2017

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.

Ketua

Muhammad Ragil Suryoputro, S.T, M.Sc.

Anggota I

Amaria Dilla Sari, S.T, M.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan karya ini untuk Bapak Yulianus Kusumo E, Ibu Kismiarsih, Audiba Tungga Dewi Kusuma, Henny Kusumo A, dan Budi Prasetyo yang selalu memberikan doa, nasehat, motivasi, dan dukungan yang tiada hentinya. Terima kasih untuk segalanya.

Keluarga besar saya yang selalu memotivasi saya untuk cepat menyelesaikan tugas akhir ini.



MOTTO

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ ﴿٦﴾

“Dan barang siapa berjihad, maka sesungguhnya jihadnya itu untuk dirinya sendiri.

Sungguh, Allah Mahakaya (tidak memerlukan sesuatu) dari seluruh alam”

(QS. Al-Ankabut: 6)

وَمَا جَعَلَهُ اللَّهُ إِلَّا بُشْرَىٰ لَكُمْ وَلِتَطْمَئِنَّ قُلُوبُكُمْ بِهِ ۗ وَمَا النَّصْرُ إِلَّا مِنْ عِنْدِ اللَّهِ الْعَزِيزِ الْحَكِيمِ

“Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala-bantuan itu melainkan sebagai kabar gembira bagi (kemenangan) mu, dan agar tenteram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana”

(QS. Ali Imran : 126)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang tak henti-hentinya memberikan segala kenikmatan dan rahmat kepada seluruh hamba-Nya. Shalawat serta salam kepada Nabi junjungan kita Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia. Dengan Rahmat dan Hidayah Allah SWT, tugas akhir yang berjudul “*HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN HUMAN ERROR DALAM PENERAPAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA (K3)*” dapat terselesaikan dengan baik. Adapun tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi Strata-1 pada jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung, oleh sebab itu dengan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Imam Djati Widodo, Dr. M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku dosen pembimbing.
4. Siti Maarifah selaku koordinator produksi di Tugu *Chocolate* dan Santi selaku koordinator produksi Dapoer Gembil *Chocolate*, yang telah mengizinkan dan mempermudah penulis dalam melakukan penelitian.
5. Papa tercinta Yulianus Kusumo E, mama tercinta Kismiarsih, kakak dan adik tersayang Audiba Tungga Dewi Kusuma, Henny Kusumo A, Budi Prasetyo dan seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan dukungan moril dan motivasi kepada penulis.

6. Teman, partner, sahabat terdekat, Rastiti Ratnasari yang selalu memberikan motivasi, semangat serta waktunya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Teman-teman saya Febi Aulia, Aiza Yudha, Teguh Syahputra, Mitasya Susilo, Refan Hafidzusan, Hocki Budiarto dan Effendi Rizki Pratama yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
8. Keluarga Teknik Industri angkatan 2012 tetap semangat menggapai cita-cita dan semoga keberhasilan serta semua kebaikan selalu menyertai langkah kita semua.
9. Kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi seluruh pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini banyak ditemui kekurangan, sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, Februari 2017

Fairuzzabaady Kusuma

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 Kajian Deduktif.....	11
2.2.1 Keandalan (<i>Reliability</i>) dan Kesehatan Keselamatan Kerja	12
2.2.2 Human Error	12
2.2.3 Eliminasi Human Error	13
2.2.4 <i>Human Error</i> dan Kecelakaan Kerja	14
2.2.5 Pengukuran Human Error dengan Human Error Assessment (HRA)	15
2.2.6 <i>Human Reliability</i>	16
2.2.7 Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)	17
2.2.8 Hierarchical Task Analysis	21
2.2.9 Fault Tree Analysis	22
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Rencana Penelitian	26
3.2 Subjek dan Objek Penelitian	26
3.3 Metode Pengumpulan Data	27
3.4 Jenis Data	28
3.5 Tahap Penelitian.....	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	32
4.1 Proses Produksi Coklat Bar.....	32
4.1.1 Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	32
4.1.2 Proses Produksi Coklat Bar Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	32
4.1.3 Identifikasi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i> Melalui <i>Hierarchical Task Analysis</i>	35

4.1.4	Pengolahan Data Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	37
4.1.5	Pola Kesalahan Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	39
4.1.6	Analisis Pengurangan <i>Human Error</i> Berdasarkan Hasil Pengukuran Reliabilitas Kerja di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	41
4.2	Proses Produksi Coklat Bar	43
4.2.1	Tugu <i>Chocolate</i>	43
4.2.2	Proses Produksi Coklat Bar Tugu <i>Chocolate</i>	44
4.2.3	Identifikasi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i> Melalui <i>Hierarchical Task Analysis</i>	47
4.2.4	Pengolahan Data Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	50
4.2.5	Pola Kesalahan Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	51
4.2.6	Analisis Pengurangan <i>Human Error</i> Berdasarkan Hasil Pengukuran Reliabilitas Kerja di Tugu <i>Chocolate</i>	53
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		56
5.1	Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja	56
5.1.1	Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	56
5.1.2	Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		67
6.1	Kesimpulan	68
6.2	Saran	69
6.1.1	Saran Untuk Pihak Dapoer gembil <i>Chocolate</i> dan Tugu <i>Chocolate</i>	69
6.1.2	Saran Untuk Penelitian Lanjutan	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Review Jurnal dan Penelitian.....	10
Tabel 2.2 Metode <i>Human Reliability Assessment</i>	15
Tabel 2.3 <i>Generic Task</i> dalam metode HEART	18
Tabel 2.4 <i>Error Producing Conditions</i> dalam metode HEART	19
Tabel 4.1 Keterangan HTA dan Identifikasi Kegagalan Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	36
Tabel 4.2 HEP Kecelakaan Kerja Cedera Otot.....	41
Tabel 4.3 HEP Kecelakaan Kerja Terjepit.....	42
Tabel 4.4 HEP Kecelakaan Kerja Luka Bakar	43
Tabel 4.5 HEP Kecelakaan Kerja Luka Gores	43
Tabel 4.7 Keterangan HTA dan Identifikasi Kegagalan Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	48
Tabel 4.8 HEP Kecelakaan Kerja Cedera Otot.....	54
Tabel 4.9 HEP Kecelakaan Kerja Terjepit.....	54
Tabel 4.10 HEP Kecelakaan Kerja Luka Bakar.....	55
Tabel 4.11 HEP Kecelakaan Kerja Luka Gores.....	56
Tabel 5.1 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	57
Tabel 5.2 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja Berdasarkan Urutan Elemen Kerja Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	58
Tabel 5.3 Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	61
Tabel 5.4 Hasil Pengukuran HEP Kesalahan Kerja pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	62
Tabel 5.5 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja Berdasarkan Urutan Elemen Kerja Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	63
Tabel 5.6 Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Hierarchical Task Analysis</i>	22
Gambar 2.2 Contoh <i>Fault Tree Analysis</i>	24
Gambar 2.3 <i>Single AND-gate</i>	24
Gambar 2.4 <i>Single OR-gate</i>	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	31
Gambar 4.1 <i>Flow Diagram</i> Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i> 33	33
Gambar 4.2 <i>Hierarchical Task Analysis</i> Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	35
Gambar 4.3 <i>Fault Tree Analysis</i> Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	40
Gambar 4.4 <i>Flow Diagram</i> Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	44
Gambar 4.5 <i>Hierarchical Task Analysis</i> Tugu <i>Chocolate</i>	47
Gambar 4.6 <i>Fault Tree Analysis</i> Tugu <i>Chocolate</i>	52
Gambar 5.1 Grafik Hasil Perhitungan HEP pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	57
Gambar 5.2 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Sortir Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	59
Gambar 5.3 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pengolah Bahan Baku Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	59
Gambar 5.4 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pemberian Rasa Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	60
Gambar 5.5 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	60
Gambar 5.6 Grafik Hasil Perhitungan Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>	61
Gambar 5.7 Grafik Hasil Perhitungan HEP pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	63
Gambar 5.8 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Sortir Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	64
Gambar 5.9 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pengolah Bahan Baku Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	65
Gambar 5.10 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pemberian Rasa Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	65
Gambar 5.11 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	66
Gambar 5.12 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	66
Gambar 5.13 Grafik Hasil Perhitungan Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu <i>Chocolate</i>	67

DAFTAR RUMUS

2.1 Rumus EPC'	20
2.2 Rumus Menentukan Nilai <i>Probability of Failure</i>	21
2.3 Rumus <i>AND-gate</i>	25
2.4 Rumus <i>OR-gate</i>	225



ABSTRAK

Kakao menjadi komoditas perdagangan yang cukup banyak diminati, kakao ini tersebar di beberapa wilayah Indonesia. Khusus di daerah Yogyakarta yang merupakan daerah percontohan perkebunan kakao dimanfaatkan untuk produk coklat bar. Pada prosesnya produksi coklat keterampilan dan keahlian menjadi titik sentral yang berpengaruh terhadap industri ini. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur tingkat kesalahan kerja yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada proses produksi coklat bar dengan metode HEART, mengetahui pola kesalahan dan faktor penyebab beserta rekomendasi untuk mengatasi permasalahan human error. Penelitian ini dilakukan di Tugu Chocolate dan Dapoer gembil Chocolate yang merupakan produsen coklat bar yang ada di Yogyakarta. Dari hasil pengamatan diperoleh human error probability terbesar di Tugu Chocolate pada proses fermentasi dengan probabilitas sebesar 26,32%, sedangkan di Dapoer gembil Chocolate pada proses fermentasi dengan probabilitas sebesar 32,1%. Kemudian untuk tingkat human error yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja di Tugu Chocolate probabilitas cedera otot sebesar 94,59%, sedangkan di Dapoer gembil Chocolate probabilitas cedera otot sebesar 97,81%.

Kata Kunci : Human Reliability Assessment (HRA), Human Error, HEART, Hierarchical Task Analysis (HTA), Fault Tree Analysis (FTA), Kesehatan Keselamatan Kerja.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao adalah tumbuhan yang berasal dari Amerika Selatan. Kakao sebagai komoditas perdagangan yang cukup banyak diminati. Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ketiga di dunia, selain itu kebutuhan kakao di dunia sekitar 11% dari Indonesia. (Kartika & Wonoseputro, 2014). Di Indonesia kakao dihasilkan oleh beberapa perkebunan di Jawa, misalnya di Kabupaten Wonosari, DIY. Daerah Istimewa Yogyakarta mendapat kehormatan menjadi wilayah sentra agroindustri komoditas kakao pertama di Indonesia.

Biji kakao adalah bahan utama pembuatan bubuk coklat. Karakteristik rasa coklat adalah gurih, dengan aroma yang khas sehingga disukai banyak orang. Coklat pertama kali dikonsumsi sebagai minuman. Kemajuan zaman membuat coklat tidak hanya bisa dikonsumsi dengan diminum, misalnya coklat yang dibuat menjadi batangan. Coklat batangan inilah yang sekarang biasa dikonsumsi pada zaman sekarang (Tandiyono et al., 2013).

Proses biji kakao menjadi coklat dapat dikatakan tidak mudah karena harus melalui beberapa tahap. Jika terjadi kesalahan pada salah satu proses nya maka akan membuat produk coklat tidak bisa dipasarkan. Pada kenyataannya manusia memiliki keterbatasan dalam melakukan aktivitas pekerjaannya. Walaupun sudah berhati-hati dan mengupayakan semaksimal mungkin agar tidak terjadi kesalahan, terkadang masih terjadi kesalahan dari manusia tersebut atau biasa disebut dengan *human error*.

Menurut Frederick Hensen (2006) *human error* sering kali dikaitkan dengan konsekuensi dari tindakan manusia, faktor penyebab kecelakaan, pelanggaran yang disengaja, dan tindakan yang sebenarnya dilakukan oleh manusia. Azadeh et al. (2016) mendefinisikan *human error* sebagai kombinasi berkomitmen kesalahan oleh teknisi. Sedangkan menurut Islam et al. (2016) *human error* merupakan faktor dominan dalam kecelakaan kerja di pekerjaan pemeliharaan mesin (kapal).

Setiap tahun ribuan kecelakaan terjadi di tempat kerja yang menimbulkan korban jiwa, kerusakan materi, dan gangguan produksi. Data kecelakaan seluruh perusahaan yang menjadi anggota jamsostek dengan jumlah peserta sekitar 7 juta orang atau sekitar 10% dari seluruh pekerja di Indonesia. Dengan demikian angka kecelakaan mencapai 930 kejadian untuk setiap 100.000 pekerja setiap tahun. (Mandagi et al., 2013)

Pemerintah memberikan program “Indonesia Berbudaya K3 Tahun 2015” melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor: Kep.372/Men/XI/2009. Indonesia juga salah satu dari 33 negara yang menandatangani *Declaration on Safety and Health at Work* yang menjadi komitmen dalam pengembangan budaya kesehatan dan keselamatan kerja di tempat kerja. Adams & Kirwan (1995) pada sebagian besar kecelakaan, kesalahan manusia telah memainkan peran penting dalam mempercepat kecelakaan, kecelakaan tersebut dapat diprediksi dan dicegah dengan penilaian resiko.

Secara khusus, baik kelelahan kerja fisik dan mental, serta peningkatan beban kerja, dapat menyebabkan kecelakaan pada pekerjaan (Williamson et al., 2011). Menurut Lucian (2014) keselamatan dan kesehatan di tempat kerja adalah seperangkat kegiatan yang bertujuan untuk menyediakan kondisi kerja yang terbaik, perlindungan kehidupan, kesehatan, integritas fisik dan mental pekerja. Menurut Griffith & Mahadevan (2011) kelelahan pada kinerja manusia juga menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Penggunaan fasilitas yang disediakan oleh perkembangan industri dan teknologi telah menyebabkan peningkatan penyakit dan kecelakaan kerja. (Babur et al., 2016)

Human Reliability Assessment (HRA) adalah metode penilaian kesalahan manusia (Chadwick & Fallon, 2012). Sedangkan menurut (Rangra et al., 2015) HRA menyediakan cara untuk mengukur risiko yang terkait dengan manusia. Metode HRA yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) yang merupakan metode kuantifikasi *human reliability* yang dikembangkan pada tahun 1985 oleh Williams. HEART dapat diaplikasikan dalam berbagai disiplin ilmu yang berbeda seperti energi nuklir, transportasi kereta api, penerbangan dan layanan kesehatan (Akyuz et al., 2016). Kirwan (1992) menyatakan bahwa langkah-langkah keamanan yang cukup tidak hanya dipengaruhi oleh kegagalan peralatan dan dampak lingkungan mereka juga berkontribusi terhadap kesalahan manusia.

Pouya & Habibi (2015) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengevaluasi metode penilaian kesalahan manusia dan membandingkan hasil teknik ini dalam rangka memperkenalkan metode yang tepat dari penilaian kesalahan manusia, dan mengenali faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kesalahan ini. Sedangkan Duffey & Ha (2010) metode utama analisis keandalan manusia adalah (HRA) yang digunakan dalam keselamatan dan risiko misalnya analisis kesalahan manusia.

Pada penelitian (Enggar et. al, 2016) dengan metode HEART (*Human Error Assessment Reduction Technique*) untuk menghitung HRA (*Human Reliability Assessment*), berdasarkan perhitungan HEP ada pada jenis kesalahan dalam membaca situasi dan mengamati informasi dari radio lok yang menerangkan sistem pemberangkatan dari tempat pemberhentian yang merupakan salah satu jobdesk masinis sebesar 0,88.

Penelitian ini akan melakukan pengukuran reliabilitas tenaga kerja untuk mengukur resiko kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh *human error* pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*. Penelitian dilakukan di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* karena kedua nya sama-sama

ingin menerapkan *zero accident*. Tahapan yang dilakukan identifikasi, kuantifikasi, dan reduksi kecelakaan kerja.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi pada latar belakang diatas persoalan yang muncul dalam penelitian akan dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapa probabilitas *human error* dan tingkat keandalan dari setiap tahap pekerjaan?
2. Apa saja *human error* yang menyebabkan kecelakaan kerja dan bagaimana penanggulangannya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian diatas maka dapat disusun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menentukan probabilitas *human error* dan tingkat keandalan dari setiap tahap pekerjaan.
2. Mengetahui *human error* penyebab kecelakaan kerja dan rekomendasi tertulis untuk meningkatkan keandalan pekerja dan mengurangi *human error*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan untuk memberikan rekomendasi tertulis kepada perusahaan untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error*.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang pembatasan masalah agar pelaksanaan serta hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan pelaksanaannya. Pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada bagian produksi di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*
2. Pengolahan data dilakukan dengan metode *HEART*.
3. Penelitian ini hanya memberikan rekomendasi tertulis untuk mengatasi kecelakaan kerja karyawan, semua saran yang diberikan berdasarkan hasil perhitungan *Human Error Probabilities (HEP)* dan *Focus Group Discussion (FGD)*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini ditulis berdasarkan kaidah penulisan ilmiah sesuai dengan sistematika seperti berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang deskripsi pendahuluan kegiatan penelitian, mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian serta sistematika penulisan

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan tentang teori-teori dari referensi buku maupun jurnal serta hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan masalah penelitian yang digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang uraian kerangka dan alur penelitian, objek penelitian yang akan diteliti dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dalam permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Tabel

Daftar Gambar

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kajian literatur sebagai landasan untuk melakukan penelitian

2.1 Kajian Induktif

Dalam sejarah perkembangan *reliability* dimulai ketika perang dunia kedua, ketika Jerman mengaplikasikan konsep *reliability* untuk meningkatkan keandalan dari roket mereka. Hal ini diikuti dengan kajian oleh *U.S Departement of Defense* pada 1945-1950 yang melakukan penelitian mengenai kegagalan peralatan listrik, peralatan pemeliharaan, dan biaya perbaikan. Setelah itu kajian tentang *reliability* mulai berkembang, pada tahun 1954 dilakukan simposium nasional mengenai *reliability* dan *quality control* di Amerika Serikat. Perkembangan ini juga diikuti dengan semakin banyaknya penelitian tentang *reliability*.

Farid Akbar Harahap (2012) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa perhitungan reliabilitas pada pekerja dan beberapa saran pada proses pengerjaan dapat mengurangi kecelakaan kerja guna menerapkan K3. Penelitian yang dilakukan di salah satu pabrik susu bayi yang ada di Indonesia, tepatnya penelitian dilakukan pada area produksi pabrik tersebut, penelitian dilakukan dengan metode HEART. Dari hasil penelitian diketahui area *mixing* memiliki resiko kecelakaan kerja terbesar, hal ini diketahui dari perhitungan HEP sebesar 0,133 dengan metode HEART. Selanjutnya penelitian dilanjutkan dengan pemberian rekomendasi berupa saran-saran untuk mengurangi *human error* guna penerapan K3.

M. Kanstandinidou et al., (2008) dalam penelitiannya melakukan analisis sensitivitas dan estimasi probabilitas *human error* dengan membangun model menggunakan *fuzzy logic*, model yang dibuat mencakup 9 parameter perhitungan reliabilitas yang ada pada metode *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (CREAM). Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa probabilitas *human error* menjadi sebuah faktor penting yang mempengaruhi biaya penyesuaian parameter kerja dan hasil dari penyesuaian tersebut terhadap kinerja dan keandalan pekerja.

Dalam penelitiannya (Safitri et al., 2015) melakukan perhitungan *reliability* pada operator stasiun kerja *Shourd* di salah satu perusahaan *supplier* utama PT. LG Indonesia dalam pembuatan komponen plastik. Kemudian dilakukan perhitungan *Human Error Probability* (HEP) dari setiap proses yang sebelumnya telah disusun menjadi *Hierarchical Task Analysis* (HTA), perhitungan HEP dilakukan dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Selanjutnya nilai HEP yang telah didapatkan dijadikan acuan untuk menentukan *human error* mana yang menjadi penyebab utama dari kecacatan produk yang sering terjadi pada produk *Shroud*.

Dalam penelitian Joumil Aidil (2006) menganalisa ketidaksuksesan kualitas produk pada bagian pencetakan PT. Madju Warna Steel Surabaya akibat *human error*. Penelitian ini menggunakan metode *Planning Matrix* untuk mengidentifikasi faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kinerja operator. Dari hasil penelitian diketahui bahwa faktor *human error* mempengaruhi ketidaksesuaian kualitas produk, *human error* tersebut antara lain adalah tidak memperhatikan penyemprotan gas CO₂, tidak memperhatikan penyetingan komponen pasir, mengabaikan pengamatan penuangan cairan coran, dan beberapa kesalahan lainnya.

Jean Pama Marinda (2013) meneliti tentang *human error* yang terjadi pada masinis kereta api yang menyebabkan kecelakaan dan mengancam keselamatan

penumpang pada DAOP VI PT. Kereta Api Indonesia yang berada di Yogyakarta. Dari hasil penelitian yang menggunakan metode HEART ini nilai probabilitas *human error* sebesar 0,000001, dengan kata lain masinis yang diteliti memiliki tingkat keandalan sebesar 0,999999. Dalam penelitian ini diberikan rekomendasi untuk faktor yang memiliki nilai *Human Error Probability* (HEP) terbesar, yaitu faktor dimana jarak pandang masinis yang terbatas akibat cuaca buruk, rekomendasi yang diberikan adalah saran agar masinis memberhentikan kereta api di stasiun terdekat dan PT. KAI harus segera memasang sistem peringatan atau alat-alat yang berhubungan dengan operasional kereta api guna mencegah terjadinya kecelakaan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irawan Soejanto (2008) diketahui bahwa *human error* sangat mempengaruhi kualitas produk. Dalam penelitian ini digunakan metode *Cut and Path Set* untuk mengukur tingkat *human error*, penelitian ini dilakukan di PT.X Tuban yang memproduksi kantong kraft lem (*pasted bags*). Dari penelitian ini didapatkan bahwa nilai *human error* terbesar ada pada operator yang tidak memperhatikan warna tinta dari *supplier*, yaitu sebesar 0,26745.

Berbagai penelitian tentang evaluasi dan perhitungan *reliability* telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya seperti (Duffey & Ha, 2010) dalam penelitiannya menganalisa hubungan antara kinerja manusia, hasil sistem, dan tingkat kecelakaan kerja menggunakan metode *Technique of Human Error Rate Prediction* (THERP), *Human Error And Assessment Technique* (HEART), dan *Human Cognitive Reliability* (HCR). Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai probabilitas *human error* berpengaruh pada hasil sistem dan tingkat kecelakaan kerja.

Pada penelitian (Pratama, 2016) penelitian menunjukkan nilai HEP terbesar pada kegiatan peletakan *filling* pada *frame*, dengan probabilitas sebesar 53,4%. Pada UKM terdapat 6 kesalahan produk akhir, dengan kemungkinan terbesar ada pada kerusakan *filigree fiber* dengan probabilitas sebesar 84,74%, Hasil pengamatan menunjukkan salah

satu faktor terkuat yang menjadi penyebab terjadinya *human error* adalah faktor prosedur pengerjaan

Tabel 2.1 Tabel Review Jurnal dan Penelitian

Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil
Farid Akbar Harahap	2012	<i>Reliability Assessment</i> Sebagai Upaya Pengurangan <i>Human Error</i> dalam Penerapan K3	HEART (<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>)	Pada area produksi pabrik susu bayi, area <i>mixing</i> diketahui memiliki resiko kecelakaan kerja terbesar, dari perhitungan HEP diketahui bernilai 0,133. Selanjutnya juga diberikan saran untuk mengurangi <i>human error</i> guna penerapan K3.
N.Konstandini dou, Z. Nivolantou, C.Kiranoudis, N.Markatos	2008	<i>Evaluation of Significant Transition in The Influencing Factors of Human Reliability</i>	Fuzzy Logic dan <i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i> (CREAM)	Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa probabilitas <i>human error</i> menjadi sebuah faktor penting yang mempengaruhi biaya penyesuaian parameter kerja dan hasil dari penyesuaian tersebut terhadap kinerja dan keandalan pekerja.
Dian Mardi Safitri, Ayu Rachma Astriaty, dan Nataya Rizani	2015	<i>Human Reliability Assessment</i> dengan Metode HEART pada Operator Stasiun Shroud PT. X	HEART	Probabilitas <i>human error</i> terbesar berupa kelalaian operator dalam menyisipkan sisi <i>flash</i> , dengan nilai HEP sebesar 0,53424. Hal ini menjadi penyebab utama cacatnya produk shroud.
Joumil Aidil	2006	Analisa Ketidaksuksesan Kualitas Produk pada Bagian Pencetakan Akibat <i>Human Error</i> Melalui Pendekatan HRA	<i>Planning Matrix</i>	Dari hasil penelitian diketahui bahwa faktor <i>human error</i> mempengaruhi ketidaksesuaian kualitas produk, <i>human error</i> tersebut antara lain adalah tidak memperhatikan penyemprotan gas CO ₂ , tidak memperhatikan penyetingan komponen pasir, mengabaikan pengamatan penuangan cairan coran, dan beberapa kesalahan lainnya.
Jean Pama Marinda	2013	Analisa Keandalan Masinis DAOP VI Yogyakarta dengan Metode HEART	HEART	Diketahui probabilitas nilai <i>human error</i> sebesar 0,000001, dengan kata lain masinis yang diteliti memiliki tingkat keandalan sebesar 0,999999. Dalam penelitian ini diberikan rekomendasi untuk faktor yang memiliki nilai <i>Human Error Probability</i> (HEP) terbesar, yaitu faktor dimana jarak pandang masinis yang terbatas akibat cuaca buruk.

Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil
Irawan Soejanto	2008	Analisa Kualitas Produk Katong Kraft Lem Akibat Kesalahan Manusia di PT. X Tuban	<i>Cut and Path Set</i>	Dari penelitian ini didapatkan bahwa nilai <i>human error</i> terbesar ada pada operator yang tidak memperhatikan warna tinta dari <i>supplier</i> , yaitu sebesar 0,26745.
R.B. Duffey dan T. Ha	2010	<i>Human Reliability: Benchmark and Prediction</i>	Technique of <i>Human Error Rate Prediction</i> (THERP), <i>Human Error And Assessment Technique</i> (HEART), dan <i>Human Cognitive Reliability</i> (HCR)	Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai probabilitas <i>human error</i> berpengaruh pada hasil sistem dan tingkat kecelakaan kerja.
Aiza Yudha Pratama	2017	<i>Human Reliability Assessment Untuk Peningkatan Kinerja Karyawan Pada Industri Kreatif</i>	SPAR-H	Hasil penelitian menunjukkan nilai HEP terbesar pada kegiatan peletakan <i>filling</i> pada <i>frame</i> , dengan probabilitas sebesar 53,4%. Pada UKM terdapat 6 kesalahan produk akhir, dengan kemungkinan terbesar ada pada kerusakan <i>filigree fiber</i> dengan probabilitas sebesar 84,74%, Hasil pengamatan menunjukkan salah satu faktor terkuat yang menjadi penyebab terjadinya <i>human error</i> adalah faktor prosedur pengerjaan

Dalam kajian induktif diatas adalah untuk menentukan *state of the art* yang akan digunakan dalam melakukan penelitian ini. Farid Akbar Harahap (2012) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa perhitungan reliabilitas pada pekerja dan beberapa saran pada proses pengerjaan dapan mengurangi kecelakaan kerja guna menerapkan K3.

2.2 Kajian Deduktif

Kajian deduktif berisi penjelasan teori penunjang yang digunakan sebagai landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan menjawab rumusan masalah yang diajukan.

2.2.1 Keandalan (*Reliability*) dan Kesehatan Keselamatan Kerja

Reliability dapat didefinisikan sebagai probabilitas bahwa produk dapat memenuhi spesifikasi melebihi waktu yang diberikan. Sedangkan ketidakandalan (*unreliability*) produk ditentukan sebagai peluang bahwa produk tersebut gagal memenuhi spesifikasi dan melebihi waktu yang diberikan (Bentley, 1993).

Reliability erat kaitannya dengan *quality* dan *safety*, dalam kasus *safety* disini yang paling penting adalah *reliability*. *Safety* sendiri didefinisikan sebagai perlindungan kehidupan manusia dan pencegah terhadap bahaya dari kegiatan yang telah ditetapkan (Dhillon, 2005).

Untuk melakukan analisa kemampuan sistem tersebut dalam mengatasi bahaya yang ditimbulkan dalam permasalahan K3 maka sangat dibutuhkan pengukuran *reliability*. Hal ini sesuai dengan definisi *reliability* dalam sistem keselamatan yang didefinisikan sebagai kemampuan sebuah sistem keselamatan untuk melakukan fungsi keselamatan dibawah lingkungan yang diberikan dan kondisi operasi untuk periode waktu yang ditetapkan (Schonbeck, 2007).

2.2.2 Human Error

Human Error dapat didefinisikan sebagai keputusan atau perilaku manusia yang tidak tepat yang mengurangi atau berpotensi mengurangi efektivitas, keselamatan, atau performa sistem (McCormick, 1993). Dua hal yang dicatat dalam definisi ini adalah *error* didefinisikan sebagai dampak yang tidak diinginkan atau memberikan efek potensial terhadap sistem atau manusia, dan *error* dapat mempengaruhi sistem dan manusia secara potensial.

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kerja manusia dan dapat dibagi atas dua kelompok, yakni:

- a. Faktor-faktor diri (individu) terdiri atas: sikap, sifat, nilai, karakteristik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
- b. Faktor-faktor situasional: lingkungan fisik, mesin dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain. (Ishak, 2002)

Klasifikasi *human error* dapat digunakan dalam pengumpulan data tentang *human error* serta memberikan panduan yang berguna untuk menyelidiki sebab terjadinya *human error* dan cara untuk mengatasinya. Klasifikasi *human error* menurut (Swain, 1983 dalam Harahap, 2012) adalah sebagai berikut:

- a. *Error of Omission* yaitu kesalahan karena lupa melakukan sesuatu.
- b. *Error of Comission* yaitu ketika mengerjakan sesuatu tetapi tidak dengan cara yang benar.
- c. *A Sequence Error* yaitu kesalahan karena mengerjakan pekerjaan tidak sesuai dengan urutan.
- d. *A Timing Error* yaitu kesalahan yang terjadi ketika seseorang gagal melakukan pekerjaan dalam waktu yang telah ditentukan, baik karena respon yang terlalu lama ataupun respon yang terlalu cepat.

2.2.3 Eliminasi *Human Error*

Frekuensi dan konsekuensi dari *human error* dapat dikurangi melalui pemilihan personel, pelatihan, dan desain peralatan serta prosedur dan lingkungan yang tepat (McCormick, 1993). Hal tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. Pemilihan Pekerja

Pemilihan pekerja dengan kemampuan yang sesuai dalam melakukan suatu pekerjaan akan mengurangi *human error* yang terjadi. Kemampuan motorik dan intelektual seorang pekerja akan menentukan keberhasilan suatu pekerjaan. Namun tidak mudah dalam menentukan kemampuan yang sesuai tersebut, pengujian terhadap kemampuan yang dibutuhkan juga tidak selalu tersedia, selain itu terkadang dalam pemilihan pekerja tidak tersedianya sumber pekerja yang memiliki kualifikasi yang diinginkan.

b. Pelatihan

Kegagalan dapat diatasi dengan pelatihan yang baik terhadap pekerja. Selain itu pekerja tidak selalu bekerja dengan kemampuan yang diberikan pada saat pelatihan. Tidak bisa dipungkiri juga bahwa dalam berbagai situasi di industri, pelatihan terhadap pekerja menjadi suatu pertimbangan karena biaya pelatihan yang harus dikeluarkan tergolong mahal.

c. Desain

Perancangan dari peralatan, prosedur, dan lingkungan dapat meningkatkan performa dari pekerja termasuk pengurangan frekuensi kejadian dan konsekuensi terjadinya *human error*.

2.2.4 *Human Error* dan Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja atau *accident* dapat didefinisikan sebagai kejadian yang tidak dapat diantisipasi yang menimbulkan gangguan pada sistem atau individual atau berdampak dalam penyelesaian misi sistem atau pekerjaan individu. Kecelakaan kerja dalam bentuk sederhana dapat dibagi menjadi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *unsafe behavior* dan kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *unsafe conditions* (Heinrich, 1959 dalam Harahap 2012).

Proporsi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error* masih bias mengingat batasan yang belum jelas terhadap penyebab kecelakaan yang diakibatkan *human error*. Heinrich pada tahun 1995 melakukan penelitian mengenai jumlah kecelakaan kerja yang terjadi karena *human error* diperkirakan sebesar 85% dari seluruh kecelakaan kerja yang terjadi.

Dalam pandangan sempit *human error* digunakan untuk menjelaskan kegagalan yang dilakukan oleh operator atau *error* yang menyebabkan kecelakaan kerja. Namun pandangan tersebut terlalu sempit mengingat terdapat pihak-pihak lain yang berkontribusi terhadap terjadinya *human error*.

2.2.5 Pengukuran *Human Error* dengan *Human Error Assessment (HRA)*

Human Reliability Assessment (HRA) merupakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur kontribusi manusia terhadap sebuah resiko. Terdapat banyak variasi dari HRA yang dikembangkan, secara total terdapat 35 metode untuk menganalisis dan mengukur *human reliability* yang potensial digunakan. (Bell dan Holyord, 2007)

Tabel 2.2 Metode *Human Reliability Assessment*

No	Metode	Kepanjangan
1	ASEP	<i>Accident Sequence Evaluation Programme</i>
2	AIPA	<i>Accident Initiation and Progression Analysis</i>
3	APJ	<i>Absolute Probability Judgement</i>
4	ATHEANA	<i>A Technique for Human Error Analysis</i>
5	CAHR	<i>Connectionism Assessment for Human Reliability</i>
6	CARA	<i>Controller Action Reliability Assessment</i>
7	CES	<i>Cognitive Environmental Simulation</i>
8	CESA	<i>Commision Errors Search and Assessment</i>
9	CM	<i>Confusion Matric</i>
10	CODA	<i>Conclussions from Occurences by Descriptions of Actions</i>
11	COGENT	<i>Cognitive Event Tree</i>
12	COSIMO	<i>Cognitive Simulation Model</i>
13	CREAM	<i>Cognitive Relibility and Error Analysis Method</i>
14	DNE	<i>Direct Numerical Estimation</i>

No	Metode	Kepanjangan
15	DREAMS	<i>Dynamic Reliability Technique for Error Assessment in Man-machine System</i>
16	FACE	<i>Frameworks for Analysung Commission Errors</i>
17	HCR	<i>Human Cognitive Reliability</i>
18	HEART	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>
19	HORAAM	<i>Human and Organizational Reliability Analysus in Accident Management</i>
20	HRMS	<i>Human Reliability Management System</i>
21	INTENT	<i>INTENT (not an acronym)</i>
22	JHEDI	<i>Justified Human Error Data Information</i>
23	MAPPS	<i>Maintenance Personnel Performance Simulation</i>
24	MERMOS	<i>Method d'Evaluation de la Realisation des Missions Operateur pour la Surete (Assessment method for the performance of safety operation)</i>
25	NARA	<i>Nuclear Action Reliability Assessment</i>
26	OATS	<i>Operator Action Tree System</i>
27	OHPRA	<i>Operational Human Performance Reliability Analysis</i>
28	PC	<i>Paired Comparations</i>
29	PHRA	<i>Probabilistic Human Reliability Assessment</i>
30	SHARP	<i>Sistematic Human Action Reliability Procedure</i>
31	SLIM-MAUD	<i>Success Likelihood Index Methodology and Multi-Attribite Utility Decomposition</i>
32	SPAR-H	<i>Standarized Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment</i>
33	STAHR	<i>Socio-Techinal Assessment of Human Reliability</i>
34	TESEO	<i>Tecnica Empirica Stima Errori Operatori (Empirical technique to estimate operator errors)</i>
35	THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>

Pada penelitian (Enggar et. al, 2016) dengan metode HEART (*Human Error Assessment Reduction Technique*) untuk menghitung HRA (*Human Reliability Assessment*), berdasarkan perhitungan HEP ada pada jenis kesalahan dalam membaca situasi dan mengamati informasi dari radio lok yang menerangkan sistem pemberangkatan dari tempat pemberhentian yang merupakan salah satu jobdesk masinis sebesar 0,88.

2.2.6 Human Reliability

Sebagai sebuah metodologi, *human reliability* merupakan prosedur untuk melakukan analisa kuantitatif untuk memprediksi kemungkinan terjadinya *human error* dan secara

teoritis *human reliability* memberikan penjelasan bagaimana *human error* terjadi, serta sebagai sebuah pengukuran *human reliability* melakukan perhitungan probabilitas dari kesuksesan suatu kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan oleh manusia (McCormick, 1993).

Analisa keandalan dapat meliputi langkah-langkah sebagai berikut (Charles, 1976 dalam Harahap, 2012):

- a. Mengidentifikasi tugas-tugas yang dilakukan.
- b. Mengidentifikasi elemen tugas.
- c. Menunjukkan data empiris.
- d. Membangun tingkatan elemen tugas.
- e. Membangun persamaan regresi.
- f. Membangun keandalan.

2.2.7 *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*

HEART diperkenalkan oleh Williams pada tahun 1985, dan dijelaskan secara detail oleh beliau pada tahun 1986 dan 1988. HEART merupakan metode yang dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana dalam mengkuantifikasi resiko *human error*. Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri seperti kimia, penerbangan, perkeretaapian, medis, dan sebagainya (Holroyd, 2009).

Pada tahun 1997, Kirwan melakukan validasi pada metode HEART melalui dua metode yaitu THERP dan JHEDI. Penelitian validasi ini dilakukan oleh tiga puluh praktisi HRA melakukan pengukuran terhadap pekerja. Validasi dilakukan dengan sepuluh orang melakukan pengukuran menggunakan metode THERP, sepuluh orang dengan metode HEART, dan sepuluh orang lagi menggunakan metode JHEDI.

Hasil validasi tersebut menunjukkan korelasi yang signifikan berdasarkan *assessed value* dan *true values*. Tidak ada satupun teknik yang memiliki performa beda dibandingkan lainnya dan ketiga metode mempunyai level akurasi yang masuk akal (Kirwan, 1997 dalam Harahap, 2012). Metode ini dikembangkan dengan dasar pemikiran sebagai berikut:

1. Dasar *human reliability* adalah dependen dengan sifat-sifat umum pekerjaan yang dilakukan.
2. Dalam kondisi yang sempurna, level keandalan akan cenderung untuk tercapai konsisten dengan frekuensi kejadian yang diberikan dengan batasan probabilitas.
3. Bahwa kondisi yang sempurna tidak dapat tercapai dalam berbagai keadaan, prediksi keandalan akan berkurang seiring dengan fungsi dari masing-masing *error producing conditions* (ECPs) yang teridentifikasi mungkin terjadi.

Terdapat 9 *Generic Task Types* (GTTs) yang dijelaskan melalui metode HEART, masing-masing dengan *Human Error Potential* (HEP), dan 38 *Error Producing Conditions* yang mungkin berdampak pada keandalan pekerjaan. *Generic Task* dan *Error Producing Conditions* yang ditentukan dalam metode HEART tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 *Generic Task* dalam metode HEART

<i>Generic Task</i>	<i>Nominal Human Unreliability</i>	<i>Range</i>
A Pekerjaan yang benar-benar asing atau tidak dikuasai, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa konsekuensi yang jelas	0.55	(0.35-0.97)
B Merubah atau mengembalikan sistem ke keadaan yang baru atau awal dengan suatu upaya tunggal tanpa pengawasan dan prosedur	0.26	(0.14-0.42)
C Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan tinggi	0.16	(0.12-0.28)
D Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0.09	(0.06-0.13)
E Pekerjaan yang rutin, terlatih, memerlukan keterampilan yang rendah	0.02	(0.007-0.045)

	<i>Generic Task</i>	<i>Nominal Human Unreliability</i>	<i>Range</i>
F	Mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi semula atau baru dengan mengikuti prosedur, dengan beberapa pemeriksaan	0.003	(0.008-0.007)
G	Pekerjaan familiar yang sudah dikenal, dirancang dengan baik. Merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali perjam dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan potensial	0.0004	(0.00008-0.009)
H	Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat	0.00002	(0.000006-0.00009)
M	Tidak ada kejadian seperti diatas	0.03	(0.008-0.11)

Tabel 2.4 *Error Producing Conditions* dalam metode HEART

	<i>Error Producing Condition (EPC)</i>	Nilai EPC
1	Ketidakbisaan dengan sebuah situasi yang sebenarnya penting namun jarang terjadi	17
2	Waktu singkat untuk mendeteksi kegagalan dan tindakan koreksi	11
3	Rasio bunyi sinyal yang rendah	10
4	Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	9
5	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional kepada operator dalam bentuk operator dapat siap memahaminya	8
6	Ketidaksesuain antara SOP dan kenyataan dilapangan	8
7	Tidak adanya cara untuk membalikkan kegiatan yang diharapkan	8
8	Kapasitas saluran komunikasi overload, terutama satu penyebab reaksi secara bersama dari informasi yang tidak berlebihan	6
9	Sebuah kebutuhan untuk tidak mempelajari sebuah teknik dan melaksanakan sebuah kegiatan yang diinginkan dari filosofi yang berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik dari kegiatan ke kegiatan tanpa kehilangan	6
11	Ambiguitas dalam memerlukan performa standard	5.5
12	Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	4
13	Ketidaksesuaian antara perasan dan resiko sebenarnya	4
14	Ketidakjelasan, konfirmasi yang langsung tepat pada waktunya dari aksi yang diharapkan pada suatu sistem dimana pengendalian digunakan	4
15	Operator yang tidak berpengalaman	3
16	Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi orang per orang	3
17	Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil	3
18	Adanya konflik antara tujuan jangka pendek dan jangka panjang	2.5
19	Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2

	<i>Error Producing Condition (EPC)</i>	Nilai EPC
20	Ketidaksesuaian antara level edukasi yang telah dimiliki oleh individu dengan kebutuhan pekerja	2
21	Adanya dorongan untuk menggunakan prosedur yang berbahaya	2
22	Sedikit kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam kerja	1,8
23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1.6
24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator	1.6
25	Alokasi fungsi dan tanggung jawab yang tidak jelas	1.6
26	Tidak adanya kejelasan langkah untuk mengamati kemajuan selama aktivitas	1.4
27	Adanya bahaya dari keterbatasan kemampuan fisik	1.4
28	Sedikit atau tidak adanya hakiki hari dari aktivitas	1.4
29	Level emosi yang tinggi	1.3
30	Adanya gangguan kesehatan khususnya demam	1.2
31	Tingkat ketidakdisiplinan yang rendah	1.2
32	Ketidakkonsistenan dari tampilan atau prosedur	1.2
33	Lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1.15
34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1.1
35	Terganggunya siklus tidur normal	1.05
36	Melewatkan kegiatan karena intervensi dari orang lain	1.06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1.03
38	Usia yang melakukan pekerjaan	1.02

Metode HEART tersebut dapat dijelaskan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengklasifikasikan jenis tugas/pekerjaan pada umumnya.
2. Menentukan nilai ketidakandalan dari tugas/pekerjaan tersebut.
3. Mengidentifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan (EPCs).

$$EPC' = ((EPC-1) \times PoA) + 1 \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan:

EPC = Nilai *error producing condition*.

PoA = Proporsi dari *EPC*.

4. Menentukan Asumsi Proporsi Kesalahan (*Assessed Proportion of Affect/APOA*).

5. Menentukan Nilai *Probability Of Failure*.

$$\text{HEP} = r \times \prod_{k=1}^n (\text{EPC}'_k) \dots \dots \dots 2.2$$

Keterangan:

r = *Generic Task Unreliability*.

EPC' = Nilai *error producing condition*.

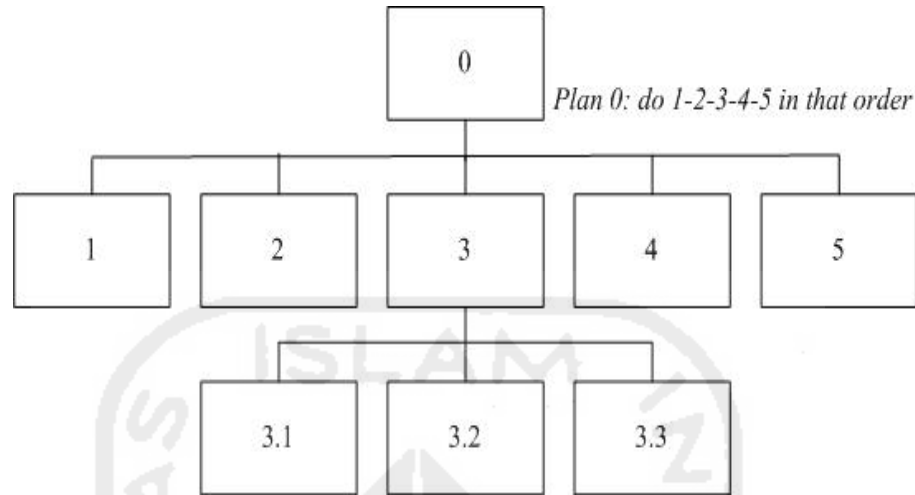
2.2.8 *Hierarchical Task Analysis*

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan analisa dengan menggunakan metode HRA adalah menganalisa tahapan kerja dari pekerja. Tahapan kerja ini dapat dianalisa menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). Menurut Annett (1967) HTA menghasilkan gambaran berupa hierarki dari pekerjaan dan sub pekerjaan yang ada.

Dalam HTA juga dikenal *plans* yang menjelaskan tentang urutan dan kondisi pekerjaan yang dilakukan. HTA dapat berupa teks atau diagram. Langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat HTA adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi pekerjaan utama yang akan dianalisa. Tentukan tujuan secara keseluruhan dengan batasan-batasannya. Selain itu tentukan ruang lingkup tujuan tersebut, apakah setiap aktivitas pekerjaan melibatkan aktivitas perawatan, aktivitas pada saat pekerjaan berjalan abnormal atau mengalami gangguan.
2. Memecah pekerjaan utama menjadi sub pekerjaan dan membangun *plans*. *Plans* berfungsi untuk menjelaskan rangkaian pekerjaan yang dikerjakan dengan kondisi tertentu.
3. Berhentikan sub pekerjaan berdasarkan tingkat rinciannya (*stopping rule*). *Stopping rule* adalah aturan untuk membatasi sejauh mana pekerjaan harus diuraikan menjadi sub pekerjaan.
4. Lanjutkan proses penguraian tugas.

5. Kelompokkan beberapa sub pekerjaan (jika terlalu detail) ke level yang lebih tinggi dari sub pekerjaan.



Gambar 2.1 Contoh *Hierarchical Task Analysis*
(sumber: Annett, 1967)

2.2.9 *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode untuk mengetahui pola kegagalan. FTA pertama kali dikembangkan pada *US Air Force* pada 1962 oleh *Bell Telephone Laboratories*. FTA merupakan salah satu teknik analisa logika yang menggunakan simbol yang ditemukan pada area *operation research*. Secara definisi FTA merupakan pendekatan *top-down* untuk menganalisa kegagalan, dimulai dengan kejadian potensial yang disebut *top event* dan menetapkan cara kejadian itu bisa terjadi (Rausand, 2005).

FTA banyak digunakan sebagai teknik untuk menganalisa hubungan sebab akibat pada suatu resiko maupun pengukuran keandalan. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem (Foster, 2004). FTA menggunakan dua simbol utama yang disebut events dan gates. Ada tiga tipe event yaitu:

1. *Primary Event*

Primary event adalah sebuah tahap dalam proses penggunaan produk yang mungkin saat gagal. Sebagai contoh saat memasukkan kunci kedalam gembok, kunci tersebut mungkin gagal untuk pas/sesuai dengan gembok. *Primary event* lebih lanjut dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

- a. *Basic events*
- b. *Undeveloped events*
- c. *External events*

2. *Intermediate Event*

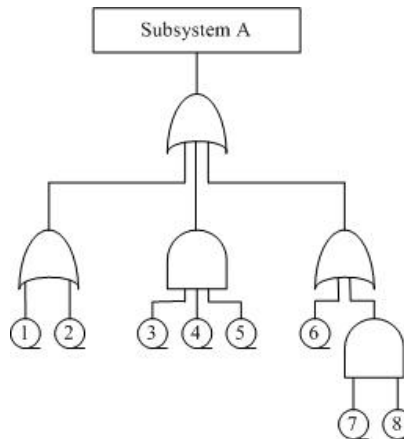
Intermediate Event adalah hasil dari kombinasi kesalahan-kesalahan, beberapa diantaranya mungkin *primary event*. *Intermediate event* ini ditempatkan di tengah-tengah sebuah *fault tree*.

3. *Expanded Event*

Expanded Event membutuhkan sebuah *fault tree* yang terpisah dikarenakan kompleksitasnya. Untuk *fault tree* yang baru ini, *expanded event* adalah *undesired event* dan diletakan pada bagian atas *fault tree*.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam FTA yakni (Rausand, 2005):

1. Mendefinisikan sistem, kejadian potensial atau *top event*, dan batasan kondisi.
2. Membangun pola keandalan.
3. Mengidentifikasi *minimal cut sets*.
4. Analisa kualitatif pada pola kegagalan.
5. Analisa kuantitatif pada pola kegagalan.
6. Melaporkan hasil.

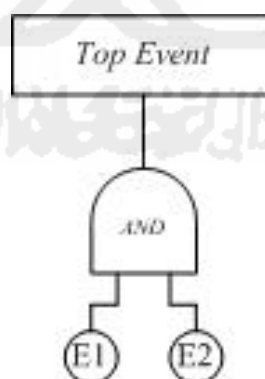


Gambar 2.2 Contoh *Fault Tree Analysis*
(sumber: Ireson, et al, 1996)

Tahapan pada FTA juga mencakup analisa kualitatif dan analisa kuantitatif terhadap pola kegagalan. Analisa kualitatif FTA dapat dilakukan berdasarkan *minimal cut set*. *Cut set* bergantung pada jumlah *basic event* dalam *cut set*. Analisa kuantitatif merupakan suatu perhitungan probabilitas berdasarkan logika pada FTA. Analisa kuantitatif ini dibagi menjadi dua perhitungan yakni untuk *AND-gate* dan *OR-gate* sebagai berikut:

1. *AND-gate*

Logika kejadian *AND-gate* digunakan pada saat *top event* akan terjadi apabila semua input kejadian terjadi. Jika digambarkan, logika kejadian *AND-gate* adalah sebagai berikut:



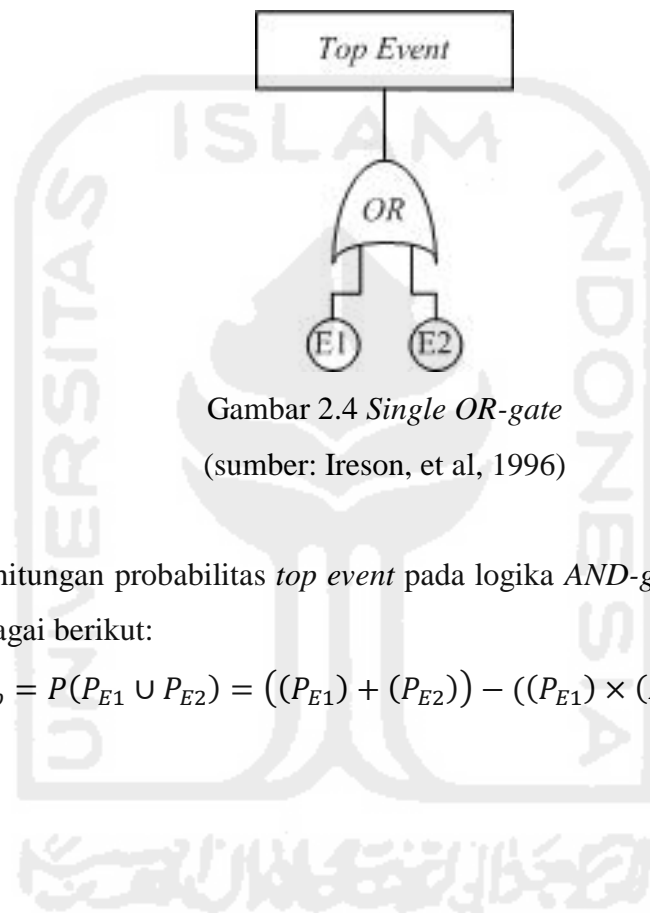
Gambar 2.3 *Single AND-gate*
(sumber: Ireson, et al, 1996)

Perhitungan probabilitas *top event* pada logika *AND-gate* yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$P_{top} = P(P_{E1} \cap P_{E2}) = (P_{E1}) \times (P_{E2}) \dots \dots \dots 2.3$$

2. *OR-gate*

Logika kejadian *OR-gate* digunakan pada saat *top event* akan terjadi apabila salah satu input kejadian terjadi. Jika digambarkan, logika kejadian *OR-gate* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 *Single OR-gate*
(sumber: Ireson, et al, 1996)

Perhitungan probabilitas *top event* pada logika *AND-gate* yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$P_{top} = P(P_{E1} \cup P_{E2}) = ((P_{E1}) + (P_{E2})) - ((P_{E1}) \times (P_{E2})) \dots \dots \dots 2.4$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada UKM Coklat ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi karena *human error*. Penilaian keandalan manusia atau *Human Reliability Assessment* (HRA) dapat dilakukan dalam menghitung probabilitas *human error* dalam suatu proses kerja. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengukuran probabilitas *human error* dengan menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) yang nantinya dapat diketahui kesalahan apa yang sering terjadi dalam satu rangkaian proses kerja, dari hasil perhitungan probabilitas *human error* lalu dilakukan analisa faktor-faktor penyebab dan cara untuk mengatasinya guna penerapan kesehatan keselamatan kerja.

3.2 Subjek dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* yang bergerak dibidang pembuat coklat. Objek pada penelitian ini adalah setiap proses yang dilakukan dalam pembuatan coklat dan kesalahan yang biasa terjadi (*human error*) dari setiap prosesnya. Penelitian ini hanya mengamati dan menghitung keandalan pada proses pembuatan produk coklat karena memiliki proses pembuatan yang kompleks dan rentan terjadi kesalahan akibat *human error*, selain itu dari segi proses produk coklat juga memiliki hubungan antar satu proses dengan proses lainnya, baik dari aspek tenaga kerja, lokasi stasiun kerja, waktu pengerjaan, dan prosedur spesifik pengerjaan sehingga memenuhi kriteria pada metode HEART. Subjek penelitian ini adalah *expert* yang nantinya akan diwawancarai mengenai proses pembuatan coklat dan kesalahan pada tiap

prosesnya secara mendetail, *expert* yang dimaksud adalah orang yang telah berpengalaman dan mengerti secara mendetail mengenai pembuatan produk coklat, *expert* yang di wawancarai harus sudah bekerja selama minimal 10.000 jam (Wojcik, 2016) selain itu *expert* harus pernah mengajarkan ilmunya pada orang lain bukan sekedar mempraktekkan untuk dirinya sendiri (Beuke, 2011). Subjek selanjutnya adalah setiap pekerja yang bekerja dalam setiap proses pembuatan produk coklat yang berjumlah 15 orang, setiap pekerja akan diamati secara langsung selama proses pembuatan produk coklat sebagai pendukung data yang didapat dari *expert*.

1. Objek penelitian : Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*
2. Subjek penelitian : *Expert* dan pekerja (15 orang)

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Observasi

Pengumpulan observasi penulis melakukan pengamatan dalam proses kerja pembuatan coklat di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*. Pengamatan yang dilakukan meliputi lingkungan kerja, proses pengerjaan, dan resiko terjadi kecelakaan kerja dari setiap proses. Observasi ini didampingi langsung oleh *expert* pada bagian produksi, namun karena terbatasnya waktu observasi hanya dilakukan sebanyak satu kali saja.

2. Wawancara

Pada tahap wawancara ini penulis mewawancarai orang yang *expert* di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*. Tujuan dari wawancara adalah untuk mengetahui setiap proses pembuatan coklat pada kedua UKM secara mendetail dan kesalahan-kesalahan yang bisa mengakibatkan kecelakaan kerja.

3. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto proses produksi coklat di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*. Namun dokumentasi hanya dapat

dilakukan diluar tempat produksi, karena kebijakan dari Dapoer gambil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* yang tidak membolehkan pengunjung untuk masuk kedapur produksi.

Data-data yang didapatkan dari hasil data observasi, data wawancara dan data dari hasil dokumentasi akan dijadikan data pendukung agar data yang didapatkan lebih valid.

3.4 Jenis Data

Jenis data yang digunakan ada 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung. Pada penelitian ini data primer diperoleh dari hasil observasi, wawancara pada *expert*, dan dokumentasi. Data primer dalam penelitian ini berupa tahapan proses secara mendetail dari proses pembuatan coklat dan kesalahan yang sering terjadi pada setiap prosesnya. Data primer lainnya adalah *range generic task*, POA, dan nilai EPC dari setiap elemen kerja, data kecelakaan kerja dan dokumentasi proses.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari kepustakaan seperti referensi ilmiah atau jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.5 Tahap Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Studi Pendahuluan

Pada studi pendahuluan, hal-hal yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan pokok permasalahan yang diteliti atau dibahas.
- b. Menentukan sasaran yang ingin dicapai dari penelitian ini.

2. Penyusunan Landasan Teori

Pada tahapan ini dilakukan kajian literatur mengenai kecelakaan kerja, *human error*, dan pengukuran *human reliability* serta hubungan ketiganya. Tahapan ini menjadi acuan atau pedoman dalam melakukan langkah-langkah penelitian.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara langsung pada *expert* yang ada di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*. Wawancara dilakukan untuk mengetahui setiap proses pembuatan coklat dan kesalahan-kesalahan yang biasa terjadi pada setiap prosesnya. Dari hasil wawancara didapatkan elemen kerja mendetail pada proses pembuatan coklat, kesalahan (*human error*) serta akibat dari kesalahan tersebut bisa terjadi kecelakaan, *range generic task* dan nilai EPC.

4. Pengolahan Data

Dari data yang telah didapatkan dari hasil observasi dan wawancara didapatkan proses pembuatan cokelat di Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* beserta kesalahan (*human error*) yang biasa terjadi pada setiap prosesnya. Selanjutnya setiap proses dianalisis menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dimana produk akhir menjadi puncak bagan dan setiap proses beserta sub-prosesnya berada dibawahnya. Selanjutnya dari setiap proses yang ada diketahui kesalahan yang biasa terjadi akan dihitung probabilitas *human error* (HEP) menggunakan metode *Human Error Assessment dan Reduction Technique* (HEART). Setelah diketahui semua nilai HEP dari setiap kesalahan yang terjadi pada setiap proses pembuatan coklat, lalu nilai tersebut dianalisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui pola *human error* yang terjadi.

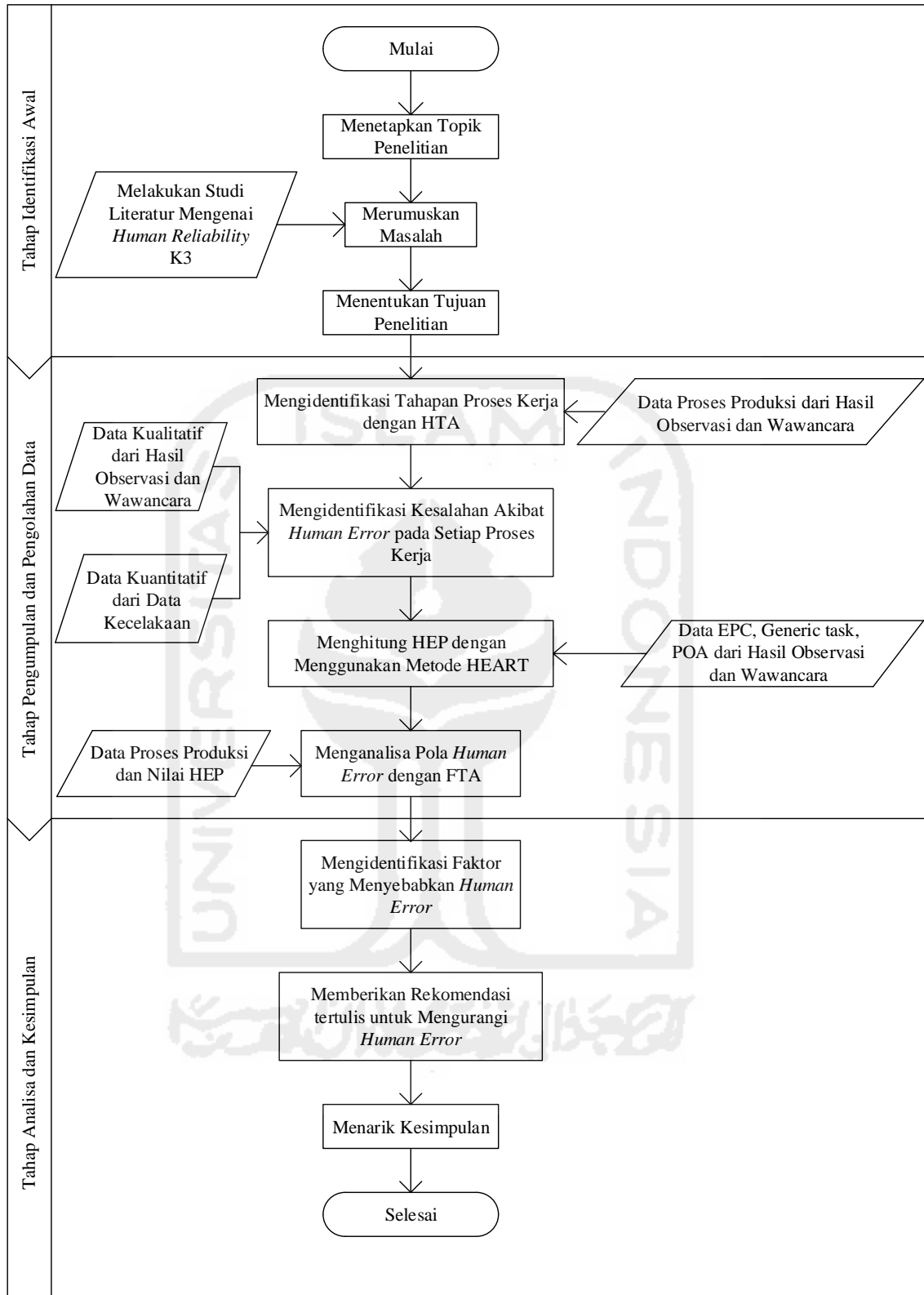
5. Analisa dan Penarikan Kesimpulan

Setelah diketahui nilai HEP dari setiap kegiatan, maka dilakukan analisis mengenai faktor-faktor yang menjadi penyebab kesalahan tersebut dan memberikan rekomendasi tertulis untuk memperbaiki faktor-faktor penyebab kesalahan tersebut agar kesalahan (*human error*) yang mengandung resiko terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan, pemberian rekomendasi guna mengurangi tingkat kecelakaan kerja. Kemudian dilakukan dengan *Focus Group*

Discussion (FGD) agar hasil penelitian dan rekomendasi yang diberikan dapat diterima oleh pihak Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*.

Gambar 3.1 merupakan diagram alur proses teknis penelitian yang terdiri dari proses identifikasi awal, proses pengumpulan dan pengolahan, serta proses penarikan kesimpulan:





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Proses Produksi Coklat Bar

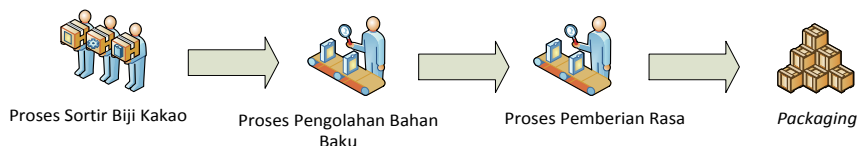
4.1.1 Dapoer gembil *Chocolate*

Dapoer gembil *chocolate* merupakan produsen coklat asal Godean Yogyakarta. Produk yang dihasilkan menggunakan biji kakao asli dari Yogyakarta, khususnya di daerah Kulonprogo. Produsen coklat asal Godean Yogyakarta ini optimis pangsa pasar coklat masih menggiurkan, sehingga produknya bisa diterima oleh pasaran.

Produksi dengan bahan baku berkualitas dan dengan proses yang masih sangat alami tanpa bahan pengawet menjadi senjata utama Dapoer Gembil *Chocolate* untuk menarik minat konsumen. Saat ini pemasaran Dapoer gembil *Chocolate* masih di seputaran area Yogyakarta dan sekitarnya, serta wisatawan yang liburan di Yogyakarta.

4.1.2 Proses Produksi Coklat Bar Dapoer gembil *Chocolate*

Berdasarkan batasan permasalahan dalam penelitian ini yaitu proses produksi coklat bar, maka penelitian ini hanya membahas mengenai proses pembuatan coklat bar dari bahan mentah sampai menjadi produk jadi. Proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* meliputi proses sortir biji kakao, proses pengolahan bahan baku, proses pemberian rasa, terakhir proses *packaging*. Dimana setiap proses dilakukan divisi-divisi yang berbeda. Alur proses digambarkan dalam *flow diagram* sebagai berikut:



Gambar 4.1 *Flow Diagram* Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Berdasarkan gambar *flow diagram* 4.1 proses pembuatan coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*, berikut adalah penjelasan dari setiap proses-proses tersebut:

a. Proses Sortir

Proses sortir merupakan proses awal yang dilakukan dalam membuat coklat, proses ini dilakukan pada divisi sortir. Pada proses ini yang dilakukan adalah memilih kakao yang sudah matang, memilih kakao yang tidak rusak terkena hama, dan memilih kakao yang besar-besar saja karena dapat dipastikan terdapat banyak bijinya. Pada proses ini yang harus sangat diperhatikan adalah memilih kakao yang sudah matang, karena terkadang ada kakao yang sudah matang tapi warna buahnya belum menguning.

b. Proses Pengolahan Bahan Baku

Pada proses ini kakao dikupas untuk diambil bijinya, kemudian untuk memisahkan daging dengan bijinya dilakukan fermentasi. Proses fermentasi ini adalah dengan menyimpan biji kakao di ember lalu ditutup rapat selama 6-7 hari. Fermentasi ini dilakukan dengan alami tanpa menggunakan bahan kimia. Setelah 6-7 hari biji kakao akan berubah menjadi lunak, kemudian langsung masuk pada proses penjemuran. Proses penjemuran ini masih manual sehingga memerlukan waktu sekitar 2-3 minggu tergantung pada panas matahari. Setelah kering biji kakao dibersihkan, dibuang bagian-bagian yang kurang baik. Proses selanjutnya di oven sampai biji kakao mengeras yaitu selama 1-3 hari. Kemudian didinginkan selama 5-6 jam, setelah itu diayak untuk memisahkan kulit dan daging bijinya ngelupas.

Proses selanjutnya daging biji yang sudah terpisah dari kulitnya kemudian digiling halus. Setelah digiling halus kemudian press untuk memisahkan lemak

kakao dengan kakao yang masih pahit atau natural. Kemudian akan didapatkan dua jenis coklat yaitu coklat kafertur dan coklat kompon. Coklat kafertur adalah coklat yang murni (*dark chocolate*) sedangkan coklat kompon adalah coklat yang masih sedikit mengandung lemak. Setelah itu untuk coklat kafertur akan langsung dibuat ke blok-blok coklat yang masih belum beraturan, fungsinya untuk memudahkan dalam proses penyimpanan. Sedangkan coklat kompon akan dicampur dengan powder, fungsi powder disini adalah untuk melunakan. Kemudian dibuat blok-blok coklat yang masih belum beraturan, biasanya dalam kisaran berat 1-3 kg.

c. Proses Pemberian Rasa

Pada proses pemberian rasa ini, yang pertama dilakukan adalah dengan *quality control* terhadap coklat blok-blok tadi. *Quality control* disini meliputi daya tahan coklat, tekstur coklat, dan coklat nya layak tidak untuk dicampur dengan isian. Sebelumnya isian ini juga masuk ke *quality control* untuk mengetahui ketahanannya sampai berapa bulan. Disini penambahan rasa atau isian coklat tidak dengan bahan pengawet, jadi hanya mampu bertahan 6-8 bulan.

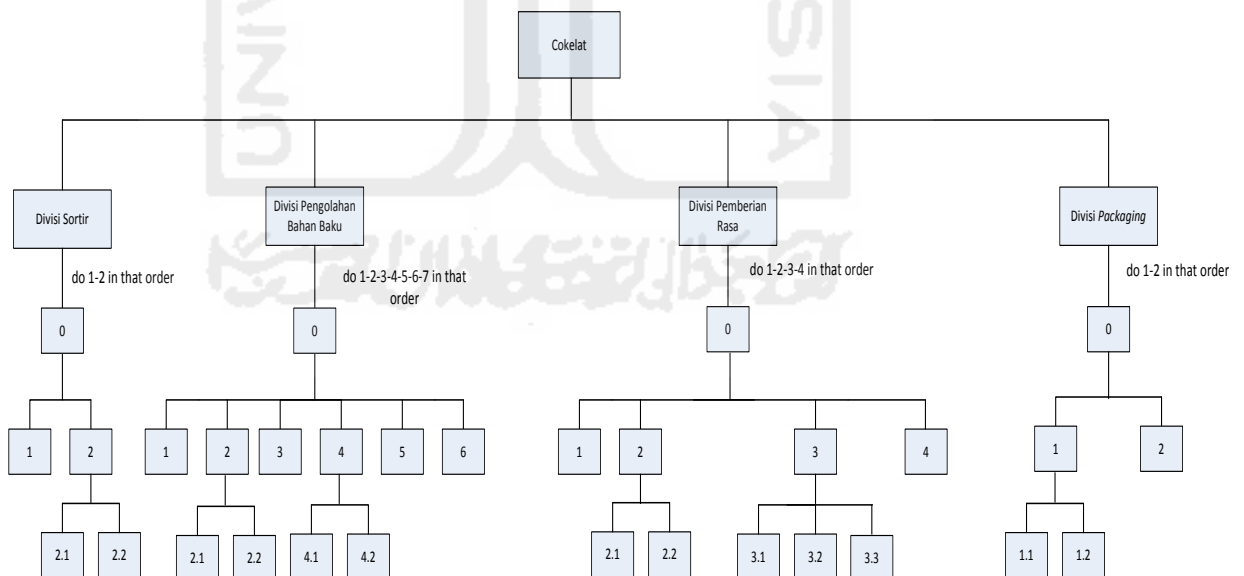
Proses selanjutnya yaitu masuk pada dapur produksi, coklat dipanaskan dengan mesin *molding* sampai menjadi lelehan-lelehan cair. Diaduk sampai benar-benar encer dan halus. Setelah sudah benar-benar halus ditambahkan rasa atau isian. Dicitak kembali, namun cetakan ini sesuai dengan bentuk yang sudah ditetapkan, lalu kemudian dimasukkan kedalam *freezer*. Proses pembekuan coklat didalam *freezer* selama 15 menit tidak boleh lebih, karena jika terlalu lama coklat akan menjadi es. Proses yang terakhir adalah tempering yang fungsinya mengatur suhu, agar kualitas coklat semakin baik serta mendapatkan coklat yang lebih tahan lama.

d. Proses *Packaging*

Pada proses *packaging* yang pertama dilakukan adalah membungkus coklat dengan *aluminium foil*. *Aluminium foil* ini berfungsi untuk menjaga bentuk coklat, ketahanan coklat sehingga nggak gampang meleleh. Setelah itu masuk ke *packaging* menggunakan kertas sesuai dengan varian rasa dan beratnya. Kemudian masuk ke *quality control* lagi, untuk menentukan apakah layak untuk dijual atau tidak.

4.1.3 Identifikasi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate* Melalui *Hierarchical Task Analysis*

Hierarchical Task Analysis (HTA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi rangkaian pekerjaan pada suatu proses produksi. Berikut adalah rangkaian pekerjaan yang dilakukan pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*, dimana proses produksi dilakukan oleh 4 divisi yaitu divisi sortir, divisi pengolahan bahan baku, divisi pemberian rasa, dan divisi *packaging*.



Gambar 4.2 *Hierarchical Task Analysis* Dapoer gembil *Chocolate*

Berikut adalah keterangan HTA dari setiap kode pekerjaan per divisi kerja:

Tabel 4.1 Keterangan HTA dan Identifikasi Kegagalan Proses Produksi Coklat Bar di
Dapoer gembil *Chocolate*

Divisi Sortir			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Kakao terbaik		
1	Pemetikan kakao	Posisi kerja yang salah	Cedera otot
2	Pemilihan kakao	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.1	Pemisahan sesuai ukuran	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.2	Pemisahan sesuai kematangan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
Divisi Pengolahan Bahan Baku			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat setengah jadi		
1	Proses fermentasi	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2	Proses pengerasan biji kakao	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.1	Penjemuran	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.2	Pemanggangan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
3	Proses pendinginan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
4	Proses penggilingan halus	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
4.1	Penggilingan membersihkan kulit dengan biji	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
4.2	Penggilingan kasar	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
5	Proses pengayakan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
6	Proses pembuatan blok coklat	Gagal mengoperasikan mesin <i>press</i>	Terjepit mesin <i>press</i>
Divisi Pemberian Rasa			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan

0	Coklat varian rasa		
1	<i>Quality control</i>	Terkena mesin potong	Luka gores
2	Proses pembuatan adonan cair	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
2.1	Proses pencairan coklat	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
2.2	Proses pemberian varian rasa	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
3	Proses pembentukan adonan	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
3.1	Proses pencetakan coklat	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
3.2	Proses pembekuan coklat	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
4	Proses tempering	Tangan menyentul <i>roll conveyor</i>	Terjepit conveyor
Divisi Packaging			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat siap jual		
1	Packing	Terkena pisau <i>cutter</i> dan terkena lem elektrik	Luka gores dan luka bakar
1.1	Pembungkusan aluminium foil	Terkena pisau <i>cutter</i>	Luka gores
1.2	Pembungkusan kertas	Terkena lem elektrik	Luka bakar
2	<i>Quality control</i>	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot

4.1.4 Pengolahan Data Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Pengolahan data reliabilitas dilakukan dengan metode HEART. Data yang dikumpulkan akan diolah dengan mengategorikan dalam *range generic task*, POA, dan EPC. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung dan dengan dibantu keterangan dari *expert*.

Sebagai contoh adalah pekerjaan 2.2 pada divisi pengolahan bahan baku di Dapoer gambil *Chocolate*, yaitu proses pemanggangan. Pada tahap awal proses pemanggangan ini dimasukkan ke klasifikasi *generic task* yang ditentukan oleh *expert*. Klasifikasi *generic task* yang dipilih oleh *expert* adalah mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi awal atau baru dengan mengikuti prosedur dan beberapa pemeriksaan, dengan kode (F) dan nilai (*human unreliability* = 0,003). Selanjutnya adalah menentukan EPC, yang menentukan proses pencetakan ada di *value of EPC* adalah *expert*. Proses pencetakan bar masuk dalam beberapa klasifikasi EPC. Pertama ada di nomor 23 yaitu alat yang tidak dapat diandalkan (*value of EPC* = 1,6), kemudian yang kedua ada di nomor 27 yaitu bahaya yang disebabkan oleh terbatasnya kemampuan fisik (*value of EPC* = 1,4), yang ketiga atau yang terakhir ada di nomor 33 yaitu kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung (*value of EPC* = 1,15).

Langkah berikutnya adalah menentukan *assessed proportion of effect* dari proses pemanggangan yang ditentukan juga oleh *expert*. Dari setiap kategori EPC kemudian menentukan *assessed proportion of effect*, pertama ada di nomor 23 yaitu alat yang tidak dapat diandalkan masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,5). Kemudian yang kedua ada di nomor 27 yaitu bahaya yang disebabkan oleh terbatasnya kemampuan fisik masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,2). Ketiga atau yang terakhir ada di nomor 33 yaitu siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,2).

Setelah data untuk proses pemanggangan sudah lengkap kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$EPC' = ((EPC - 1) \times POA) + 1$$

$$EPC'_{23} = ((1,6 - 1) \times 0,5) + 1 = 1,3$$

$$EPC'_{27} = ((1,4 - 1) \times 0,2) + 1 = 1,08$$

$$EPC'_{33} = ((1,15 - 1) \times 0,2) + 1 = 1,03$$

Setelah didapatkan nilai EPC' kemudian untuk menentukan probabilitas *human error* adalah sebagai berikut:

$$HEP = r \times EPC'$$

$$HEP = r \times EPC'_{23} \times EPC'_{27} \times EPC'_{33}$$

$$HEP = 0,003 \times 1,3 \times 1,08 \times 1,03$$

$$HEP = 0,0043$$

$$= 0,43\%$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan probabilitas *human error* pada proses pemanggangan adalah sebesar 0,0043 atau 0,43%. Seluruh data reliabilitas yang telah dikumpulkan dari semua proses yang ada pada produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* ada pada lampiran.

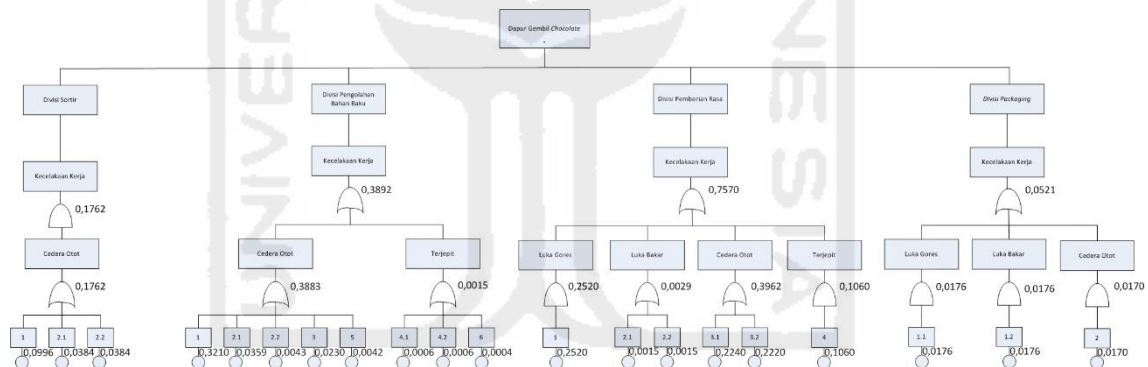
4.1.5 Pola Kesalahan Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Pola kegagalan akan digambarkan dengan *Fault Tree Analysis* (FTA). Analisa FTA dilakukan dengan menghubungkan data kecelakaan kerja dan hasil identifikasi kecelakaan kerja dengan hasil identifikasi reliabilitas pekerja pada setiap pekerjaan yang ada pada setiap divisi kerja di Dapoer gembil *Chocolate*.

Sebagai contoh, untuk kejadian *OR-gate* ada pada kemungkinan terjadinya cedera otot yang terjadi pada divisi pemberian rasa, kejadian ini disebabkan oleh kegiatan 3.1 dan 3.2 pada divisi pemberian rasa yaitu proses pencetakan coklat, proses pembekuan coklat. Dari kedua proses itu probabilitas *human error* pada proses proses pencetakan coklat sebesar 0,2240 atau 22,4% dan proses pembungkusan kertas sebesar 0,2220 atau 22,2% . Sehingga dapat dihitung probabilitas terjadinya cedera otot pada divisi pemberian rasa menggunakan rumus *OR-gate* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{top} &= P(P_{E1} \cup P_{E2}) = ((P_{E1}) + (P_{E2})) - ((P_{E1}) \times (P_{E2})) \\
 &= ((0,2240) + (0,2220)) - ((0,2240) \times (0,2220)) \\
 &= 0,3962
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa probabilitas terjadinya cedera otot pada divisi pemberian rasa Dapoer gembil *Chocolate* adalah sebesar 0,3962 atau 39,62% . Berikut adalah semua pola kesalahan yang terjadi pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*:



Gambar 4.3 *Fault Tree Analysis* Dapoer gembil *Chocolate*

Pada gambar 4.3 menjelaskan setiap pola kecelakaan kerja pada proses produksi coklat bar yang terjadi disetiap divisi kerja di Dapoer gembil *Chocolate*. Dimana probabilitas terjadi kecelakaan kerja pada divisi sortir sebesar 17,62%, terjadi kecelakaan kerja pada divisi sortir disebabkan oleh cedera otot dengan probabilitas sebesar 9,96% pada pekerjaan pemetikan kakao, 3,84% pada pekerjaan pemisahan kakao sesuai ukuran, dan 3,84% pada pekerjaan pemisahan kakao sesuai kematangan. Selanjutnya pada divisi pengolahan bahan baku sebesar 38,92%, terjadi kecelakaan kerja pada divisi pengolahan bahan baku disebabkan beberapa kecelakaan kerja. Yang pertama cedera otot dengan probabilitas 38,83%, kemudian terjepit dengan probabilitas 1,5%. Selanjutnya pada divisi

pemberian rasa probabilitas terjadinya kecelakaan kerja sebesar 75,70%. Terjadi kecelakaan kerja pada divisi pemberian rasa ini disebabkan oleh beberapa kecelakaan kerja yaitu luka bakar 25,20%, luka gores 2,9%, cedera otot 39,62%, dan terjepit sebesar 10,6%. Pada divisi *packaging* kecelakaan kerja dengan probabilitas 5,21%, terjadi kecelakaan kerja disebabkan oleh beberapa kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja di divisi *packaging* yaitu luka gores sebesar 1,76%, luka bakar sebesar 1,76%, dan cedera otot sebesar 1,70%.

4.1.6 Analisis Pengurangan *Human Error* Berdasarkan Hasil Pengukuran Reliabilitas Kerja di Dapoer gembil *Chocolate*

Berdasarkan hasil pengukuran reliabilitas pekerja maka akan direkomendasikan pengurangan *human error* pada setiap divisi kerja Dapoer gembil *Chocolate*. Dalam hal ini yang dibahas pengurangan *human error* berdasarkan jenis kecelakaan kerja yang terjadi. Dimana terletak kecelakaan kerja berupa cedera otot, terjepit, luka bakar, dan luka gores.

Rekomendasi pengurangan *human error* akan diberikan dalam bentuk analisa kualitatif sebagai berikut:

- a. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Cedera Otot

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja cedera otot pada Dapoer gembil *Chocolate*

:

Tabel 4.2 HEP Kecelakaan Kerja Cedera Otot

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Pemetikan kakao	Cedera Otot	0,0996
Pemisahan sesuai ukuran	Cedera Otot	0,0384
Pemisahan sesuai kematangan	Cedera Otot	0,0384
Proses fermentasi	Cedera Otot	0,3210
Penjemuran	Cedera Otot	0,0359
Pemangangan	Cedera Otot	0,0043
Proses pendinginan	Cedera Otot	0,0230
Proses pengayakan	Cedera Otot	0,0042
Proses pencetakan coklat	Cedera Otot	0,2240

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Proses pembekuan coklat	Cedera Otot	0,2220
<i>Quality control</i>	Cedera Otot	0,0170

Berdasarkan tabel 4.2 analisa kegagalan yang dilakukan sebelumnya, cedera otot yang terjadi pada seluruh divisi pada Dapoer gambil *Chocolate* disebabkan oleh pekerja gagal melakukan *manual lifting* secara baik dengan frekuensi kegiatan yang repetitif. Maka direkomendasikan untuk mengurangi *human error* sebagai berikut :

- 1) Memberikan pengetahuan bagaimana cara posisi kerja *manual lifting* yang baik
- 2) Memberikan alat bantu agar meminimalkan posisi *manual lifting* yang kurang baik

b. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Terjepit

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja terjepit pada Dapoer gambil *Chocolate* :

Tabel 4.3 HEP Kecelakaan Kerja Terjepit

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Penggilingan membersihkan kulit dengan biji	Terjepit	0,0006
Penggilingan kasar	Terjepit	0,0006
Pembuatan blok coklat	Terjepit	0,0004
Proses <i>tempering</i>	Terjepit	0,1060

Berdasarkan hasil pengamatan dari tabel 4.3, pekerja yang berkerja dapat mengalami kecelakaan kerja terjepit karena terdorong untuk menggunakan prosedur yang berbahaya. Kacelakaan kerja terjepit juga dapat terjadi akibat pekerja tidak memberhentikan mesin ketika melakukan aktivitas pada komponen dalam mesin. Berikut adalah rekomendasi yang diberikan untuk mengurangi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh terjepit :

- 1) Meningkatkan promosi keselamatan kerja berupa rambu-rambu bahaya di area mesin-mesin yang digunakan.
- 2) Mengurangi perilaku tidak aman pekerja melalui pemberian pengetahuan tentang bahaya kecelakaan di area kerjanya.

c. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Luka Bakar

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja luka bakar pada Dapoer gambil *Chocolate*

:

Tabel 4.4 HEP Kecelakaan Kerja Luka Bakar

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Proses pencairan coklat	Luka bakar	0,0015
Proses pemberian varian rasa	Luka bakar	0,0015
Pembungkusan kertas	Luka bakar	0,0176

Berdasarkan tabel 4.4 hasil pengamatan tidak ada kondisi berarti yang dapat terjadi *error* yang menyebabkan luka bakar. Walaupun ada tiga proses kerja yang terjadi kecelakaan akibat luka bakar. *Error* yang menyebabkan luka bakar mungkin terjadi akibat alat yang digunakan tidak dapat diandalkan lagi. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan pengecekan terhadap kondisi alat secara berkala untuk meningkatkan keandalan alat.

d. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Luka Gores

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja luka gores pada Dapoer gembil *Chocolate* :

Tabel 4.5 HEP Kecelakaan Kerja Luka Gores

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
<i>Quality control</i>	Luka gores	0,2520
Pembungkusan <i>aluminium foil</i>	Luka gores	0,0176

Berdasarkan tabel 4.5 hasil pengamatan ada dua pekerjaan yang dapat terjadi *error* menyebabkan luka gores. *Error* yang menyebabkan luka gores mungkin terjadi akibat alat yang digunakan tidak dapat diandalkan lagi. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan pengecekan terhadap kondisi alat secara berkala untuk meningkatkan keandalan alat.

4.2 Proses Produksi Coklat Bar

4.2.1 Tugu *Chocolate*

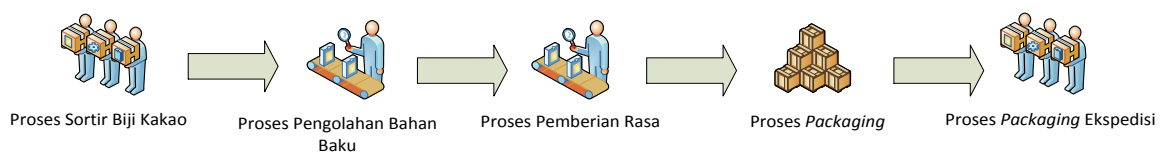
Tugu *Chocolate* hadir di Yogyakarta dengan 17 varian rasa. Produsen coklat asal Kotagede Yogyakarta ini optimis pangsa pasar coklat masih menggiurkan, sehingga produknya bisa diterima oleh pasaran dalam negeri maupun luar negeri.

Tugu *chocolate* merupakan branding produk coklat dari CV. Nusantara yang berlokasi di Jalan Tegalgendu No. 31 Kotagede Yogyakarta. "Keunggulan produk kami selain menggunakan biji coklat asli Indonesia, kemasannya juga menarik bertema tempat wisata nusantara. sebagai produsen coklat asli Yogyakarta, pihaknya optimis mampu bersaing dengan produsen coklat luar negeri.

Selain bahan baku berkualitas, kemasan produk yang menarik menjadi andalan daya tarik produknya. "Saat ini pemasaran Tugu *Chocolate* masih di seputaran area Yogyakarta dan sekitarnya, wisatawan yang liburan di Yogyakarta, serta Bali dan Surabaya. Untuk bahan baku berasal dari biji kakao asal Wonosari Gunungkidul. "*Tugu Chocolate is The best One In Jogja*".

4.2.2 Proses Produksi Coklat Bar Tugu *Chocolate*

Berdasarkan batasan permasalahan dalam penelitian ini yaitu proses produksi coklat bar, maka penelitian ini hanya membahas mengenai proses pembuatan coklat bar dari bahan mentah sampai menjadi produk jadi. Produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* meliputi proses sortir biji kakao, proses pengolahan bahan baku, proses pemberian rasa, proses *packaging* dan proses *packaging* untuk ekspedisi. Dimana setiap proses dilakukan divisi-divisi yang berbeda. Alur proses digambarkan dalam *flow diagram* sebagai berikut:



Gambar 4.4 *Flow Diagram* Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Berdasarkan gambar *flow diagram* 4.4 proses pembuatan coklat bar di Tugu *Chocolate*, berikut adalah penjelasan dari setiap proses-proses tersebut:

a. Proses Sortir

Proses sortir merupakan proses awal yang dilakukan dalam membuat coklat, proses ini dilakukan pada divisi sortir. Pada proses ini yang dilakukan adalah memilih kakao yang sudah matang, memilih kakao yang tidak rusak terkena hama, dan memilih kakao yang besar-besar saja karena dapat dipastikan terdapat banyak bijinya. Pada proses ini yang harus sangat diperhatikan adalah memilih kakao yang sudah matang, karena terkadang ada kakao yang sudah matang tapi warna buahnya belum menguning.

b. Proses Pengolahan Bahan Baku

Pada proses ini kakao dikupas untuk diambil bijinya, kemudian untuk memisahkan daging dengan bijinya dilakukan fermentasi. Proses fermentasi ini adalah dengan menyimpan biji kakao di ember lalu ditutup rapat selama 6-7 hari. Fermentasi ini dilakukan dengan alami tanpa menggunakan bahan kimia. Setelah 6-7 hari biji kakao akan berubah menjadi lunak, kemudian langsung masuk pada proses penjemuran. Proses penjemuran ini masih manual sehingga memerlukan waktu sekitar 2-3 minggu tergantung pada panas matahari. Setelah kering biji kakao dibersihkan, dibuang bagian-bagian yang kurang baik. Proses selanjutnya di oven sampai biji kakao mengeras yaitu selama 1-3 hari. Kemudian didinginkan selama 5-6 jam, setelah itu diayak untuk memisahkan kulit dan daging bijinya mengelupas.

Proses selanjutnya daging biji yang sudah terpisah dari kulitnya kemudian digiling halus. Setelah digiling halus kemudian press untuk memisahkan lemak kakao dengan kakao yang masih pahit atau natural. Kemudian akan didapatkan dua jenis coklat yaitu coklat kafertur dan coklat kompon. Coklat kafertur adalah coklat yang murni (*dark chocolate*) sedangkan coklat kompon adalah coklat yang

masih sedikit mengandung lemak. Setelah itu untuk coklat kafertur akan langsung dibuat ke blok-blok coklat yang masih belum beraturan, fungsinya untuk memudahkan dalam proses penyimpanan. Sedangkan coklat kompon akan dicampur dengan powder, fungsi powder disini adalah untuk melunakan. Kemudian dibuat blok-blok coklat yang masih belum beraturan, biasanya dalam kisaran bera 1-3 kg.

c. Proses Pemberian Rasa

Pada proses pemberian rasa ini, yang pertama dilakukan adalah dengan *quality control* terhadap coklat blok-blok tadi. *Quality control* disini meliputi daya tahan coklat, tekstur coklat, dan coklat nya layak tidak untuk dicampur dengan isian. Sebelumnya isian ini juga masuk ke *quality control* untuk mengetahui ketahanannya sampai berapa bulan. Disini penambahan rasa atau isian coklat tidak dengan bahan pengawet, jadi hanya mampu bertahan 6-8 bulan.

Proses selanjutnya yaitu masuk pada dapur produksi, coklat dipanaskan sampai menjadi lelehan-lelehan cair. Diaduk sampai benar-benar encer dan halus. Setelah sudah benar-benar halus ditambahkan rasa atau isian. Dicetak kembali, namun cetakan ini sesuai dengan bentuk yang sudah ditetapkan, lalu kemudian dimasukan kedalam *freezer*. Proses pembekuan coklat didalam *freezer* selama 15 menit tidak boleh lebih, karena jika terlalu lama coklat akan menjadi es. Proses yang terakhir adalah tempering yang fungsinya mengatur suhu, agar kualitas coklat semakin baik serta mendapatkan coklat yang lebih tahan lama.

d. Proses *Packaging*

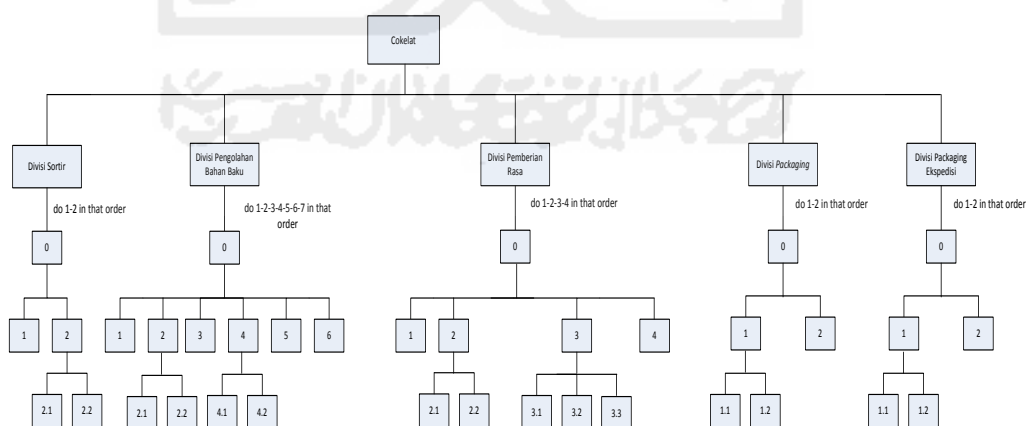
Pada proses *packaging* yang pertama dilakukan adalah membungkus coklat dengan *aluminium foil*. *Aluminium foil* ini berfungsi untuk menjaga bentuk coklat, ketahan coklat sehingga nggak gampang meleleh. Setelah itu masuk ke *packaging* menggunakan kertas sesuai dengan varian rasa dan beratnya. Kemudian masuk ke *quality control* lagi, untuk menentukan apakah layak untuk dijual atau tidak.

e. Prose *Packaging* Ekspedisi

Pada proses ini tidak sama dengan proses *packaging*. Proses *packaging* Ekspedisi ini dilakukan untuk mem-*packing* coklat bar yang sudah jadi ke kardus-kardus sesuai dengan varian rasa. Coklat bar di bungkus dengan plastik dan dibungkus dengan kardus kecil sesuai dengan varian rasanya, kemudian di *pack* di kardus besar. Fungsi utama proses ini adalah untuk mendistribusikan coklat bar yang sudah siap jual ke outlet-outlet dan toko cabang.

4.2.3 Identifikasi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate* Melalui *Hierarchical Task Analysis*

Hierarchical Task Analysis (HTA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi rangkaian pekerjaan pada suatu proses produksi. Berikut adalah rangkaian pekerjaan yang dilakukan pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*, dimana proses produksi dilakukan oleh 5 divisi yaitu divisi sortir, divisi pengolahan bahan baku, divisi pemberian rasa, divisi *packaging*, dan divisi *packaging* ekspedisi.



Gambar 4.5 *Hierarchical Task Analysis* Tugu *Chocolate*

Berikut adalah keterangan HTA dari setiap kode pekerjaan per divisi kerja:

Tabel 4.6 Keterangan HTA dan Identifikasi Kegagalan Proses Produksi Coklat Bar di
Tugu *Chocolate*

Divisi Sortir			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Kakao terbaik		
1	Pemetikan kakao	Posisi kerja yang salah	Cedera otot
2	Pemilihan kakao	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.1	Pemisahan sesuai ukuran	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.2	Pemisahan sesuai kematangan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
Divisi Pengolahan Bahan Baku			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat setengah jadi		
1	Proses fermentasi	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2	Proses pengerasan biji kakao	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.1	Penjemuran	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
2.2	Pemanggangan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
3	Proses pendinginan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
4	Proses penggilingan halus	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
4.1	Penggilingan membersihkan kulit dengan biji	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
4.2	Penggilingan kasar	Gagal mengoperasikan mesin penggiling	Terjepit mesin penggiling
5	Proses pengayakan	Posisi manual <i>lifting</i> tidak sesuai	Cedera otot
6	Proses pembuatan blok coklat	Gagal mengoperasikan mesin <i>press</i>	Terjepit mesin <i>press</i>
Divisi Pemberian Rasa			
Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat varian rasa		
1	<i>Quality control</i>	Terkena mesin potong	Luka gores

2	Proses pembuatan adonan cair	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
2.1	Proses pencairan coklat	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
2.2	Proses pemberian varian rasa	Gagal mengoperasikan mesin <i>molding</i>	Terjepit mesin <i>molding</i>
3	Proses pembentukan adonan	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
3.1	Proses pencetakan coklat	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
3.2	Proses pembekuan coklat	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
4	Proses tempering	Tangan menyentul <i>roll conveyor</i>	Terjepit conveyor

Divisi Packaging

Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat siap jual		
1	<i>Packing</i>	Terkena pisau <i>cutter</i> dan terkena lem elektrik	Luka gores dan luka bakar
1.1	Pembungkusan aluminium foil	Terkena pisau <i>cutter</i>	Luka gores
1.2	Pembungkusan kertas	Terkena lem elektrik	Luka bakar
2	<i>Quality control</i>	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot

Divisi Packaging Ekspedisi

Step	Task description	Identifikasi Kegagalan	Konsekuensi Kegagalan
0	Coklat siap kirim		
1	<i>Packing</i> kardus besar	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
1.1	Pembungkusan kardus kecil sesuai varian rasa	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
1.2	Pembungkusan plastik sesuai varian rasa	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot
2	<i>Quality control</i>	Kegagalan ergonomi akibat gerakan <i>repetitive</i>	Cedera otot

4.2.4 Pengolahan Data Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Pengolahan data reliabilitas dilakukan dengan metode HEART. Data yang dikumpulkan akan diolah dengan mengategorikan dalam *range generic task*, POA, dan EPC. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung dan dengan dibantu keterangan dari *expert*.

Sebagai contoh adalah pekerjaan 3.1 pada divisi pemberian rasa di Tugu *Chocolate*, yaitu proses pencetakan coklat bar. Pada tahap awal proses pencetakan coklat bar ini dimasukkan ke klasifikasi *generic task* yang ditentukan oleh *expert*. Klasifikasi *generic task* yang dipilih oleh *expert* adalah pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi, dengan kode (C) dan nilai (*human unreliability* = 0,09). Selanjutnya adalah menentukan EPC, yang menentukan proses pencetakan ada di *value of EPC* adalah *expert*. Proses pencetakan bar masuk dalam beberapa klasifikasi EPC. Pertama ada di nomor 23 yaitu alat yang tidak dapat diandalkan (*value of EPC* = 1,6), kemudian yang kedua ada di nomor 29 yaitu tingkat emosi dan stress yang tinggi (*value of EPC* = 1,3), yang ketiga atau yang terakhir ada di nomor 34 yaitu siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah (*value of EPC* = 1,1).

Langkah berikutnya adalah menentukan *assessed proportion of effect* dari proses pencetakan coklat bar yang ditentukan juga oleh *expert*. Dari setiap kategori EPC kemudian menentukan *assessed proportion of effect*, pertama ada di nomor 23 yaitu alat yang tidak dapat diandalkan masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,5). Kemudian yang kedua ada di nomor 29 yaitu tingkat emosi dan stress yang tinggi masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,2). Ketiga atau yang terakhir ada di nomor 34 yaitu siklus berulang-ulang

yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah masuk dalam kategori dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC lain (*assessed proportion* = 0,2).

Setelah data untuk proses pencetakan coklat bar sudah lengkap kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$EPC' = ((EPC - 1) \times POA) + 1$$

$$EPC'_{23} = ((1,6 - 1) \times 0,5) + 1 = 1,3$$

$$EPC'_{29} = ((1,3 - 1) \times 0,2) + 1 = 1,06$$

$$EPC'_{34} = ((1,1 - 1) \times 0,2) + 1 = 1,02$$

Setelah didapatkan nilai EPC' kemudian untuk menentukan probabilitas *human error* adalah sebagai berikut:

$$HEP = r \times EPC'$$

$$HEP = r \times EPC'_{23} \times EPC'_{29} \times EPC'_{34}$$

$$HEP = 0,09 \times 1,3 \times 1,06 \times 1,02$$

$$HEP = 0,2248$$

$$= 22,48\%$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan probabilitas *human error* pada proses pencetakan coklat bar adalah sebesar 0,2248 atau 22,48%. Seluruh data reliabilitas yang telah dikumpulkan dari semua proses yang ada pada produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* ada pada lampiran.

4.2.5 Pola Kesalahan Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

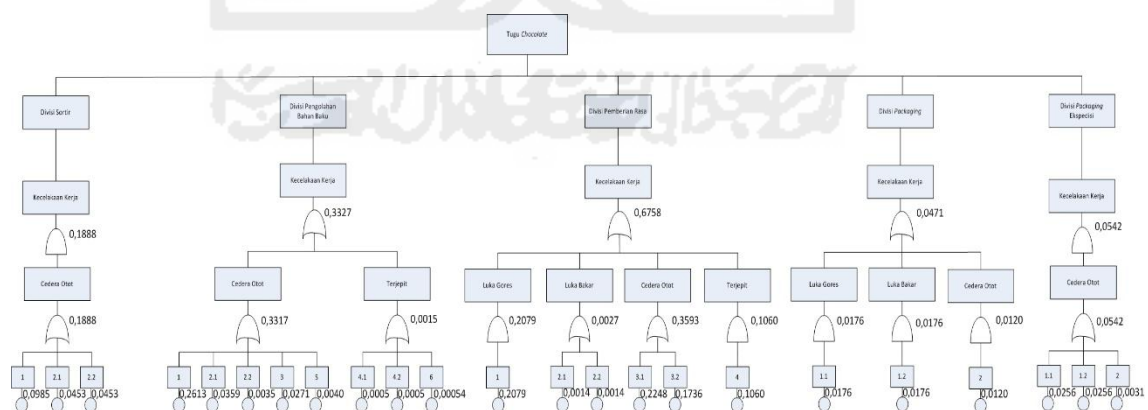
Pola kegagalan akan digambarkan dengan *Fault Tree Analysis* (FTA). Analisa FTA dilakukan dengan menghubungkan data kecelakaan kerja dan hasil identifikasi kecelakaan kerja dengan hasil identifikasi reliabilitas pekerja pada setiap pekerjaan yang ada pada setiap divisi kerja di Tugu *Chocolate*.

Sebagai contoh, untuk kejadian *AND-gate* ada pada kemungkinan terjadinya cedera otot yang terjadi pada divisi *packaging*, kejadian ini disebabkan oleh kegiatan 2 pada divisi *packaging* yaitu proses *quality control*. Dari proses itu probabilitas *human error* pada sebesar 0,0120 atau 1,2%. Sehingga dapat dihitung probabilitas terjadinya cedera otot pada divisi *packaging* menggunakan rumus *AND-gate* sebagai berikut:

$$P_{top} = P(P_{E1} \cap P_{E2}) = (P_{E1}) \times (P_{E2})$$

$$= P(P_{E1}) = 0,0120$$

Sehingga dapat diketahui bahwa probabilitas terjadinya cedera otot pada divisi *packaging* Tugu *Chocolate* adalah sebesar 0,0120 atau 1,2%. Berikut adalah semua pola kesalahan yang terjadi pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*.



Gambar 4.6 *Fault Tree Analysis* Tugu *Chocolate*

Pada gambar 4.6 menjelaskan setiap pola kecelakaan kerja pada proses produksi coklat bar yang terjadi disetiap divisi kerja di Tugu *Chocolate*. Dimana probabilitas terjadi

kecelakaan kerja pada divisi sortir sebesar 18,88%, terjadi kecelakaan kerja pada divisi sortir disebabkan oleh cedera otot dengan probabilitas sebesar 9,85% pada pekerjaan pemetikan kakao, 4,53% pada pekerjaan pemisahan kakao sesuai ukuran, dan 4,53% pada pekerjaan pemisahan kakao sesuai kematangan. Selanjutnya pada divisi pengolahan bahan baku sebesar 33,27%, terjadi kecelakaan kerja pada divisi pengolahan bahan baku disebabkan beberapa kecelakaan kerja. Yang pertama cedera otot dengan probabilitas 33,17%, kemudian terjepit dengan probabilitas 1,5%. Selanjutnya pada divisi pemberian rasa probabilitas terjadinya kecelakaan kerja sebesar 67,58%. Terjadi kecelakaan kerja pada divisi pemberian rasa ini disebabkan oleh beberapa kecelakaan kerja yaitu luka bakar 20,79%, luka gores 2,7%, cedera otot 35,93%, dan terjepit sebesar 10,6%.

Pada divisi *packaging* kecelakaan kerja dengan probabilitas 4,71%, terjadi kecelakaan kerja disebabkan oleh beberapa kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja di divisi *packaging* yaitu luka gores sebesar 1,76%, luka bakar sebesar 1,76%, dan cedera otot sebesar 1,20%. Kemudian yang terakhir adalah divisi *packaging* ekspedisi, pada divisi ini kecelakaan kerja sebesar 29,42%. Jenis kecelakaan kerja yang terjadi pada divisi *packaging* ekspedisi hanya disebabkan oleh satu kecelakaan yaitu cedera otot dengan probabilitas sebesar 5,42%.

4.2.6 Analisis Pengurangan *Human Error* Berdasarkan Hasil Pengukuran Reliabilitas Kerja di Tugu *Chocolate*

Berdasarkan hasil pengukuran reliabilitas pekerja maka akan direkomendasikan pengurangan *human error* pada setiap divisi kerja Tugu *Chocolate*. Dalam hal ini yang dibahas pengurangan *human error* berdasarkan jenis kecelakaan kerja yang terjadi. Dimana terletak kecelakaan kerja berupa cedera otot, terjepit, luka bakar, dan luka gores.

Rekomendasi pengurangan *human error* akan diberikan dalam bentuk analisa kualitatif sebagai berikut:

- a. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Cedera Otot

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja cedera otot pada Tugu *Chocolate* :

Tabel 4.7 HEP Kecelakaan Kerja Cedera Otot

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Pemetikan kakao	Cedera Otot	0,0985
Pemisahan sesuai ukuran	Cedera Otot	0,0453
Pemisahan sesuai kematangan	Cedera Otot	0,0453
Proses fermentasi	Cedera Otot	0,2613
Penjemuran	Cedera Otot	0,0359
Pemanggang	Cedera Otot	0,0035
Proses pendinginan	Cedera Otot	0,0271
Proses pengayakan	Cedera Otot	0,0040
Proses pencetakan coklat	Cedera Otot	0,2248
Proses pembekuan coklat	Cedera Otot	0,1736
Quality control	Cedera Otot	0,0120
Pembungkusan kardus kecil sesuai varian rasa	Cedera Otot	0,0256
Pembungkusan plastik sesuai varian rasa	Cedera Otot	0,0256
Quality control	Cedera Otot	0,0031

Berdasarkan tabel 4.7 analisa kegagalan yang dilakukan sebelumnya, cedera otot yang terjadi pada seluruh divisi pada Tugu *Chocolate* disebabkan oleh pekerja gagal melakukan *manual lifting* secara baik dengan frekuensi kegiatan yang repetitif. Maka direkomendasikan untuk mengurangi *human error* sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan bagaimana cara posisi kerja *manual lifting* yang baik
2. Memberikan alat bantu agar meminimalkan posisi *manual lifting* yang kurang baik

b. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Terjepit

Berikut adalah HEP kecelakaan kerja terjepit pada Tugu *Chocolate* :

Tabel 4.8 HEP Kecelakaan Kerja Terjepit

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
-----------	------------------	-----

Penggilingan membersihkan kulit dengan biji	Terjepit	0,0005
Penggilingan kasar	Terjepit	0,0005
Pembuatan blok coklat	Terjepit	0,00054
Proses tempering	Terjepit	0,1060

Berdasarkan tabel 4.8 hasil pengamatan yang dilakukan, pekerja yang berkerja dapat mengalami kecelakaan kerja terjepit karena terdorong untuk menggunakan prosedur yang berbahaya. Kacelakaan kerja terjepit juga dapat terjadi akibat pekerja tidak memberhentikan mesin ketika melakukan aktivitas pada komponen dalam mesin. Berikut adalah rekomendasi yang diberikan untuk mengurangi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh terjepit :

1. Meningkatkan promosi keselamatan kerja berupa rambu-rambu bahaya di area mesin-mesin yang digunakan.
2. Mengurangi perilaku tidak aman pekerja melalui pemberian pengetahuan tentang bahaya kecelakaan di area kerjanya.

- c. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Luka Bakar
Berikut adalah HEP kecelakaan kerja luka bakar pada Tugu *Chocolate*:

Tabel 4.9 HEP Kecelakaan Kerja Luka Bakar

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Proses pencairan coklat	Luka bakar	0,0014
Proses pemberian varian rasa	Luka bakar	0,0014
Pembungkusan kertas	Luka bakar	0,0176

Berdasarkan tabel 4.9 hasil pengamatan tidak ada kondisi berarti yang dapat terjadi *error* yang menyebabkan luka bakar. Walaupun ada tiga proses kerja yang terjadi kecelakaan akibat luka bakar. *Error* yang menyebabkan luka bakar mungkin terjadi akibat alat yang

digunakan tidak dapat diandalkan lagi. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan pengecekan terhadap kondisi alat secara berkala untuk meningkatkan keandalan alat.

- d. Rekomendasi Pengurangan *Human Error* Kecelakaan Kerja Luka Gores
Berikut adalah HEP kecelakaan kerja luka gores pada Tugu *Chocolate* :

Tabel 4.10 HEP Kecelakaan Kerja Luka Gores

Pekerjaan	Kecelakaan Kerja	HEP
Quality control	Luka gores	0,2079
Pembungkusan aluminium foil	Luka gores	0,0176

Berdasarkan tabel 4.10 hasil pengamatan ada dua pekerjaan yang dapat terjadi *error* menyebabkan luka gores. *Error* yang menyebabkan luka gores mungkin terjadi akibat alat yang digunakan tidak dapat diandalkan lagi. Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan pengecekan terhadap kondisi alat secara berkala untuk meningkatkan keandalan alat.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja

5.1.1 Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Sub bab ini akan menganalisa pengukuran reliabilitas pekerja pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*. Berdasarkan FTA yang telah dibuat maka didapatkan 3

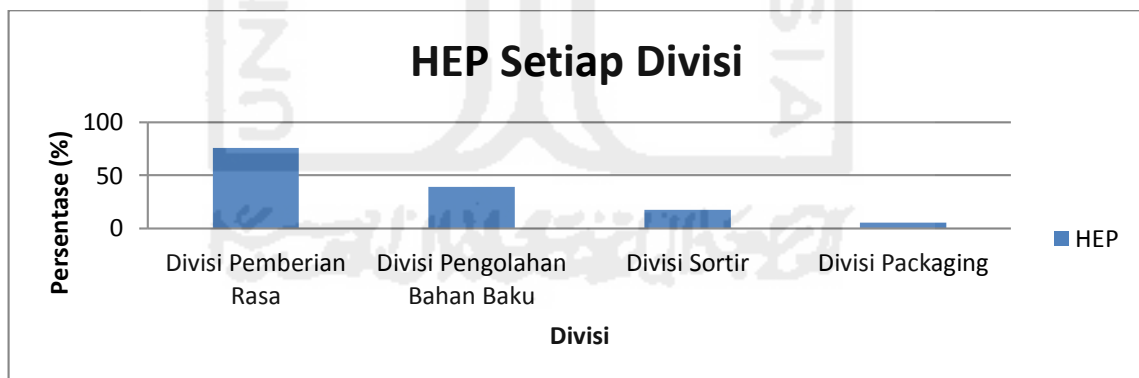
jenis nilai probabilitas yaitu: probabilitas terjadinya *human error* pada setiap divisi, probabilitas terjadinya *human error* pada setiap elemen kerja, dan probabilitas terjadinya setiap jenis kecelakaan kerja.

Berdasarkan pengukuran *Human Error Probabilities* dari keseluruhan kesalahan kerja pada setiap divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Divisi	HEP
Divisi Sortir	17,62%
Divisi Pengolahan Bahan Baku	38,92%
Divisi Pemberian Rasa	75,70%
Divisi <i>Packaging</i>	5,21%

Tabel 5.1 berikut adalah grafik HEP berdasarkan urutan divisi dengan HEP terbesar hingga terkecil pada kesalahan kerja proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*:



Gambar 5.1 Grafik Hasil Perhitungan HEP pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Dari Gambar 5.1 dapat dilihat probabilitas terjadinya kecelakaan kerja terbesar yang didapat dari hasil perhitungan reliabilitas pekerja pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* ada pada divisi pemberian rasa dengan HEP sebesar 75,70%, hal ini dikarenakan pada divisi pemberian rasa terdapat beberapa elemen kerja yang

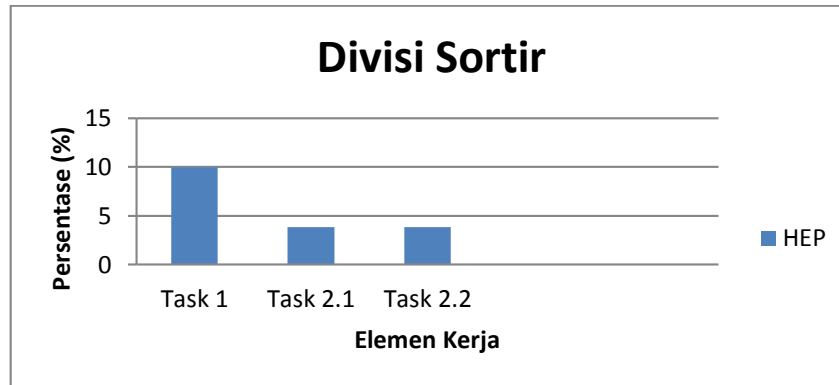
memiliki probabilitas kecelakaan kerja yang tinggi yaitu proses *quality control* dengan probabilitas sebesar 25,2%, proses pencairan dan pemberian rasa dengan probabilitas 1,5%, proses pencetakan sebesar 22,4%, proses pembekuan dengan probabilitas sebesar 22,2%, dan pada proses *tempering* dengan probabilitas 10,6%.

HEP juga diukur per-elemen pekerjaan yang terdapat pada setiap divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*. Tabel 5.2 adalah hasil pengukuran HEP pada 20 elemen kerja dari semua divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*.

Tabel 5.2 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja Berdasarkan Urutan Elemen Kerja Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

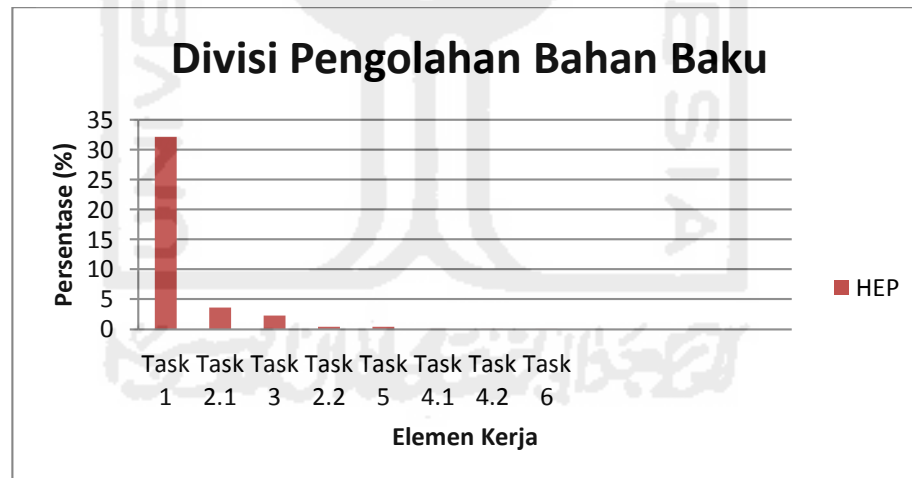
Divisi	Task	HEP
Divisi Sortir	1	9,96%
	2.1	3,84%
	2.2	3,84%
Divisi Pengolahan Bahan Baku	1	32,1%
	2.1	3,59%
	2.2	0,43%
	3	2,3%
	4.1	0,06%
	4.2	0,06%
	5	0,42%
6	0,04%	
Divisi Pemberian Rasa	1	25,2%
	2.1	0,15%
	2.2	0,15%
	3.1	22,4%
	3.2	22,2%
Divisi <i>Packaging</i>	4	10,6%
	1.1	1,76%
	1.2	1,76%
	2	1,70%

Tabel 5.2 berikut ini adalah grafik HEP berdasarkan urutan elemen kerja dengan HEP terbesar hingga terkecil yang ada pada setiap divisi dalam proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate* :



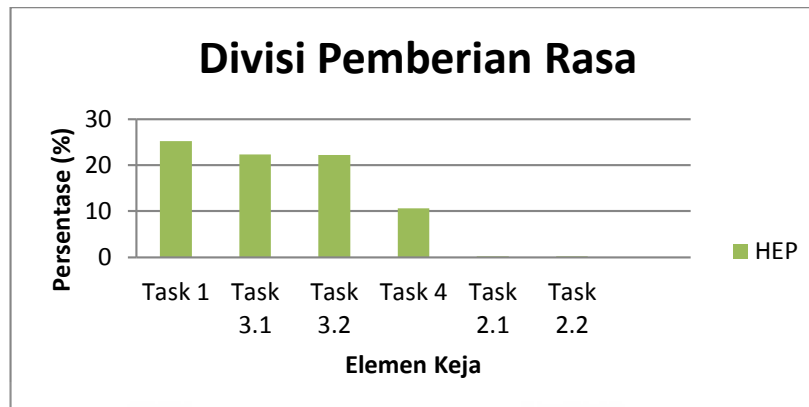
Gambar 5.2 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Sortir Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat pada divisi sortir, elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada kegiatan pemetikan kakao dengan probabilitas kesalahan sebesar 9,96%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut pada kondisi lingkungan yang buruk dan pekerjaan dengan siklus yang berulang-ulang sangat tinggi.



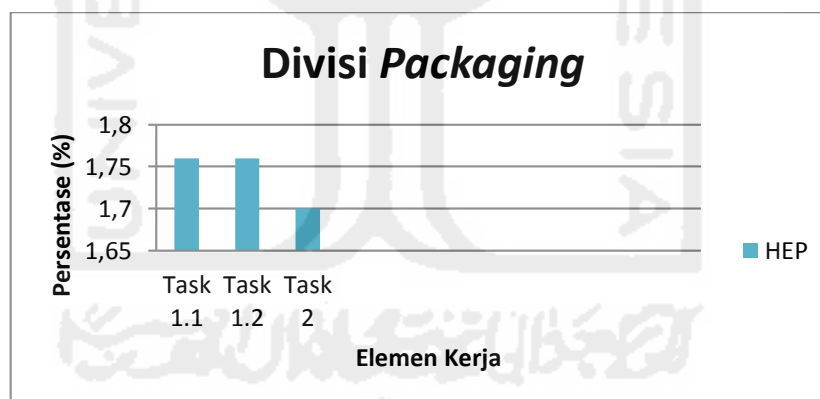
Gambar 5.3 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pengolah Bahan Baku Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat pada divisi pengolahan bahan baku, elemen kerja dengan probabilitas kesalahan tertinggi ada pada proses fermentasi dengan probabilitas kesalahan sebesar 32,1%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut dilakukan secara manual, tidak ada alat yang dapat menyampaikan proses ini sudah selesai, sehingga berdampak pada keraguan standar yang diinginkan.



Gambar 5.4 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pemberian Rasa Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gambil *Chocolate*

Dari Gambar 5.4 dapat dilihat pada divisi pemberian rasa elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada proses *quality control* dengan probabilitas kesalahan sebesar 25,2%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dengan kapasitas yang terlalu berlebihan dan adanya ketidaksamaan antara *display* dengan prosedur.



Gambar 5.5 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gambil *Chocolate*

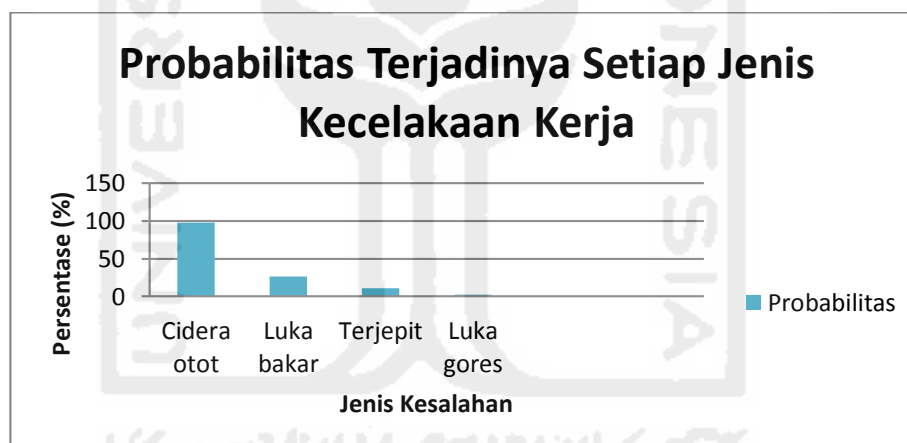
Dari Gambar 5.5 dapat dilihat pada divisi *packaging*, elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada proses pembungkusan *aluminium foil* dan pembungkusan kertas dengan probabilitas kesalahan sebesar 1,76%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut memiliki waktu untuk pengujian kelayakan produk yang sangat sedikit dan kapasitas yang melebihi standar

Nilai probabilitas juga diukur berdasarkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dengan data kecelakaan kerja yang dimiliki pihak, Tabel 5.3 adalah hasil pengukuran probabilitas terjadinya setiap jenis kecelakaan kerja produksi yang ada:

Tabel 5.3 Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Jenis Kecelakaa Kerja	Probabilitas
Cedera otot	97,81%
Terjepit	10,73%
Luka bakar	26,51%
Luka gores	2,04%

Tabel 5.3 berikut adalah grafik probabilitas berdasarkan urutan jenis kecelakaan kerja dengan probabilitas terbesar hingga terkecil yang ada dalam proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*.



Gambar 5.6 Grafik Hasil Perhitungan Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Dapoer gembil *Chocolate*

Dari Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa kesalahan dengan probabilitas kejadian tertinggi ada pada jenis kecelakaan kerja yaitu cedera otot dengan probabilitas kejadian sebesar 97,81%.

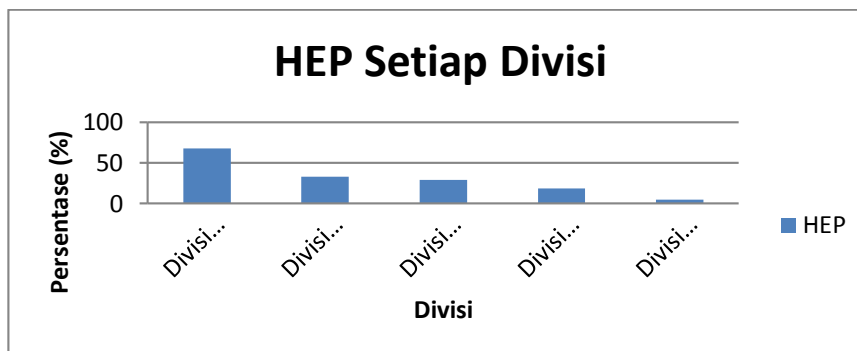
5.1.2 Analisa Hasil Pengukuran Reliabilitas Pekerja Pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Sub bab ini akan menganalisa pengukuran reliabilitas pekerja pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*. Berdasarkan FTA yang telah dibuat maka didapatkan 3 jenis nilai probabilitas yaitu: probabilitas terjadinya *human error* pada setiap divisi, probabilitas terjadinya *human error* pada setiap elemen kerja, dan probabilitas terjadinya jenis kecelakaan kerja. Berdasarkan pengukuran *Human Error Probabilities* dari keseluruhan kecelakaan kerja pada setiap divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Hasil Pengukuran HEP Kesalahan Kerja pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Divisi	HEP
Divisi Sortir	18,88%
Divisi Pengolahan Bahan Baku	33,27%
Divisi Pemberian Rasa	67,58%
Divisi <i>Packaging</i>	4,71%
Divisi <i>Packaging</i> Ekspedisi	29,42%

Tabel 5.4 berikut adalah grafik HEP berdasarkan urutan divisi dengan HEP terbesar hingga terkecil pada kecelakaan kerja pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* :



Gambar 5.7 Grafik Hasil Perhitungan HEP pada Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.7 dapat dilihat probabilitas terjadinya kecelakaan kerja terbesar yang didapat dari hasil perhitungan reliabilitas pekerja pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* ada pada divisi pemberian rasa dengan HEP sebesar 67,58%, hal ini dikarenakan pada divisi pemberian rasa terdapat beberapa elemen kerja yang memiliki probabilitas kecelakaan kerja yang tinggi yaitu proses *quality control* dengan probabilitas sebesar 20,79%, proses pencairan dan pemberian rasa dengan probabilitas 1,4%, proses pencetakan sebesar 22,48%, proses pembekuan dengan probabilitas sebesar 17,36%, dan pada proses *tempering* dengan probabilitas 10,6%.

HEP juga diukur per-elemen pekerjaan yang terdapat pada setiap divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*. Tabel 5.5 adalah hasil pengukuran HEP pada 23 elemen kerja dari semua divisi yang ada pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*.

Tabel 5.5 Hasil Pengukuran HEP Kecelakaan Kerja Berdasarkan Urutan Elemen Kerja Setiap Divisi Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Divisi	Task	HEP
Divisi Sortir	1	9,85%
	2.1	4,53%
	2.2	4,53%
Divisi Pengolahan Bahan Baku	1	26,13%
	2.1	3,59%
	2.2	0,35%
	3	2,71%
	4.1	0,05%

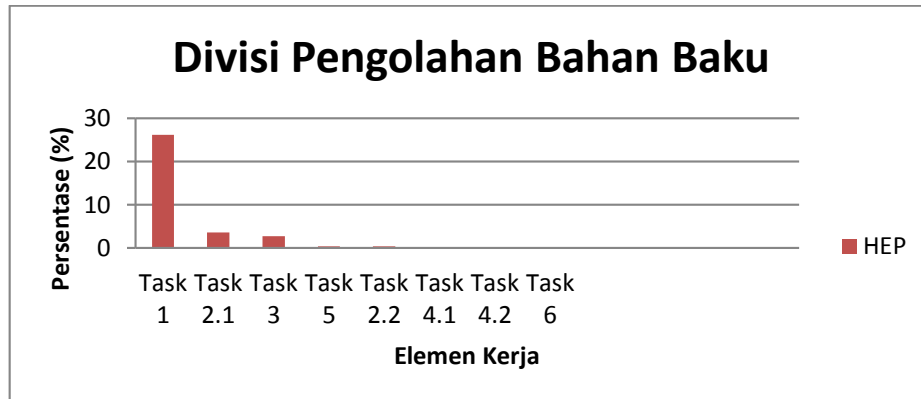
Divisi	Task	HEP
	4.2	0,05%
	5	0,40%
	6	0,05%
Divisi Pemberian Rasa	1	20,79%
	2.1	0,14%
	2.2	0,14%
	3.1	22,48%
	3.2	17,36%
	4	10,6%
Divisi <i>Packaging</i>	1.1	1,76%
	1.2	1,76%
	2	1,20%
Divisi <i>Packaging</i> Ekspedisi	1.1	2,56%
	1.2	2,56%
	2	0,318%

Tabel 5.5 berikut adalah grafik HEP berdasarkan urutan elemen kerja dengan HEP terbesar hingga terkecil yang ada pada setiap divisi dalam proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* :



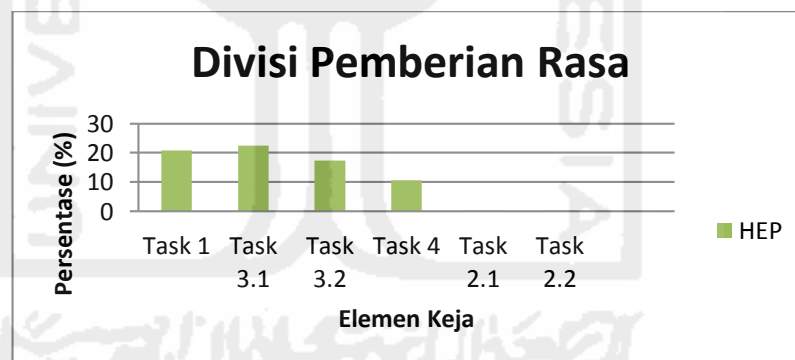
Gambar 5.8 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Sortir Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.8 dapat dilihat pada divisi sortir, elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada kegiatan pemetikan kakao dengan probabilitas kesalahan sebesar 9,85%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut pada kondisi lingkungan yang buruk dan pekerjaan dengan siklus yang berulang-ulang sangat tinggi.



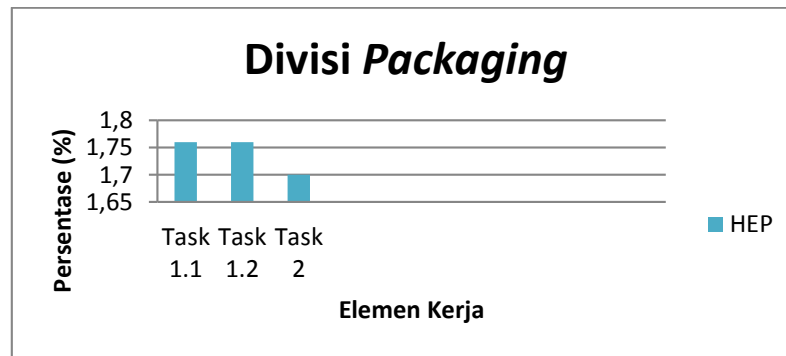
Gambar 5.9 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pengolah Bahan Baku Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.9 dapat dilihat pada divisi pengolahan bahan baku, elemen kerja dengan probabilitas kesalahan tertinggi ada pada proses fermentasi dengan probabilitas kesalahan sebesar 26,13%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut dilakukan secara manual, tidak ada alat yang dapat menyampaikan proses ini sudah selesai, sehingga berdampak pada keraguan standar yang diinginkan.



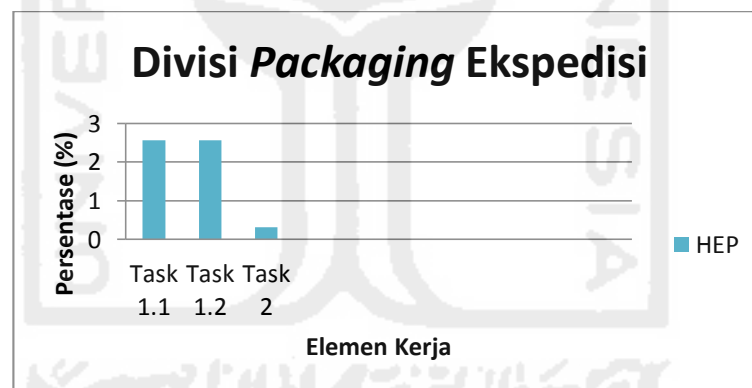
Gambar 5.10 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Pemberian Rasa Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.10 dapat dilihat pada divisi pemberian rasa elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada proses *quality control* dengan probabilitas kesalahan sebesar 20,79%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dengan kapasitas yang terlalu berlebihan dan adanya ketidaksamaan antara *display* dengan prosedur.



Gambar 5.11 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.11 dapat dilihat pada divisi *packaging*, elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada proses pembungkusan *aluminium foil* dan pembungkusan kertas dengan probabilitas kesalahan sebesar 1,76%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut memiliki waktu untuk pengujian kelayakan produk yang sangat sedikit dan kapasitas yang melebihi standar



Gambar 5.12 Grafik Hasil Perhitungan HEP Setiap Elemen Kerja pada Divisi Packaging Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.12 dapat dilihat pada divisi *packaging*, elemen kerja dengan probabilitas kecelakaan kerja tertinggi ada pada proses pembungkusan *aluminium foil* dan pembungkusan kertas dengan probabilitas kesalahan sebesar 2,56%, hal ini terjadi karena dari hasil pengamatan, kegiatan tersebut memiliki waktu untuk pengujian kelayakan produk yang sangat sedikit.

Nilai probabilitas juga diukur berdasarkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dengan data kecelakaan kerja yang dimiliki pihak, Tabel 5.6 adalah hasil pengukuran probabilitas terjadinya setiap jenis kecelakaan kerja produksi yang ada:

Tabel 5.6 Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi

Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Jenis Kecelakaa Kerja	Probabilitas
Cedera otot	94,59%
Terjepit	10,73%
Luka bakar	22,18%
Luka gores	2,02%

Tabel 5.6 berikut adalah grafik probabilitas berdasarkan urutan jenis kecelakaan kerja dengan probabilitas terbesar hingga terkecil yang ada dalam proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*:



Gambar 5.13 Grafik Hasil Perhitungan Probabilitas Terjadinya Setiap Jenis Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Coklat Bar di Tugu *Chocolate*

Dari Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa kesalahan dengan probabilitas kejadian tertinggi ada pada jenis kecelakaan kerja yaitu cedera otot dengan probabilitas kejadian sebesar 94,59%.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi tujuan penelitian yang telah disusun pada BAB pertama. Berikut adalah kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang ada:

1. Probabilitas *human error* yang ada pada proses produksi coklat bar di Dapoer gembil *Chocolate*, dimana dapat dilihat probabilitas *human error* tertinggi di Dapoer gembil *Chocolate* ada pada proses fermentasi yang dilakukan divisi pengolahan bahan baku dengan probabilitas sebesar 32,1%. Sedangkan probabilitas *human error* yang ada pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate*, dimana dapat dilihat probabilitas *human error* tertinggi di Tugu *Chocolate* ada pada proses fermentasi yang dilakukan divisi pengolahan bahan baku dengan probabilitas sebesar 26,31%.
2. *Human error* yang menyebabkan kecelakaan kerja dengan probabilitas kejadian tertinggi pada Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* yaitu cedera otot. Pada proses produksi di Dapoer gembil *Chocolate* probabilitas cedera otot sebesar 97,81%. Pada proses produksi di Tugu *Chocolate* probabilitas cedera otot sebesar 94,59%. Dari hasil pengamatan cedera otot disebabkan oleh posisi *manual lifting* pekerja yang tidak sesuai.

6.2 Saran

6.1.1 Saran Untuk Pihak Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate*

Dari semua perhitungan dan pengamatan yang dilakukan, diharapkan kedepannya Dapoer gembil *Chocolate* dan Tugu *Chocolate* dapat menerapkan semua rekomendasi yang telah diberikan agar dapat menekan tingkat kemungkinan terjadinya *human error* pada setiap pekerjaan dalam produksi coklat bar, hal ini nantinya akan mengurangi jumlah kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error* pada setiap proses produksi.

6.1.2 Saran Untuk Penelitian Lanjutan

Saran yang diberikan adalah SOP proses pengangkatan yang baik. Kemudian untuk penelitian selanjutnya, diharapkan penggunaan metode lain yang dapat menghitung probabilitas *human error* dari setiap individu pekerja pada suatu rangkaian proses kerja, dikarenakan metode HEART yang digunakan pada penelitian ini hanya menghitung probabilitas *human error* dari setiap elemen kerja yang ada, sehingga probabilitas *human error* dari setiap individu pekerja yang melakukan elemen kerja tersebut belum dapat diamati secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidil, Joumil. 2006. Analisa Ketidaksuksesan Kualitas Produk pada Bagian Pencetakan Akibat *Human Error* Melalui Pendekatan HRA. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur
- Akyuz, E., Celik, M., Cebi, S., 2016. Safety Science. *A phase of comprehensive research to determine marine-specific EPC values in human error assessment and reduction technique* , 63-75.
- Annett, J. & Duncan, K.D. 1967. *Task Analysis and Training Design. Journal of Occupational Psychology.*
- Arep, Ishak. & Tanjung, Hendrik. 2002. Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Azadeh, A., Ahvazi, P., Haghhighii, M., Keramati, A., 2016. Simulation Modelling Practice and Theory. *Simulation optimization of an emergency department by modeling human errors* , 117–136.
- Azmi, Habibie. 2013. Rambu Bahaya K3 (*Safety Sign*). <https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id/2013/10/rambu-bahaya>. 20 Maret 2017.
- Babur, F., Cevikcan, E., Durmusoglu, B. 2016. Computers & Industrial Engineering. *Axiomatic Design for Lean-oriented Occupational Health and Safety systems: An application in shipbuilding industry* , 88-109.
- Bell, Julie & Holroyd, Justin. 2009. *Review of Human Reliability Assessment Methods*. Buxton: Harpur Hill.
- Beuke, C. 2011. *How to become an expert*. Retrieved September 14, 2016, from www.psychologytoday.com.
- Chadwick, L., Fallon, E. 2012. Applied Ergonomics. *Human reliability assessment of a critical nursing task in a radiotherapy* , 89-97.
- Dhillon, B.S. 2005. *Reliability, Quality, and Safety Engineering*. CRS Press.
- Duffey, R. B., & Ha, T. 2010. *Human reliability benchmark and prediction*. Canada: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers.
- Enggar, R., Susilo, M., Tatak, Zulfikri, & Purnomo, H. 2016. Analisa Human Error Pada Pekerjaan Masinis Kereta Api Menggunakan Metode SHERPA dan HEART . *Departement of Industrial Engineering, Universitas Islam Indonesia*.
- Griffith, C., Mahadevan, S. 2011. Reliability Engineering and System Safety. *Inclusion of fatigue effects in human reliability analysis* , 1437-1447.
- Harahap, Farid Akbar. 2012. *Reliability Assessment Sebagai Upaya Pengurangan Human Error dalam Penerapan K3*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hensen, Frederick. 2006. *Human Error: A Concept Analysis*. Oklahoma: Oklahoma State University.
- Howard, John., & Welsh, Len. 2007. *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling*. California: DHHS (NIOSH), Publication 131 .
- Ireson, W., Jr, C. C., & Richard, Y. 1996. *Handbook of Reliability Engineering and Management*. The McGraw-Hill.
- Islam, R., Yu, H., Abbassi, R., Garaniya, V., Khan, F. 2016. Safety Science. *Development of a monograph for human error likelihood assessment in marine operations* , 33–39.

- Kartika, R., & Wonoseputro, C. 2014. Fasilitas Pengolahan dan Wisata Kuliner Cokelat di Surabaya. *Prodi Arsitektur, Universitas Kristen Petra*, 204-211.
- Kirwan, B. 1992. Human error identification in human reliability assessment. Part 1: overview of approaches. *Appl. Ergon.* 23, 299–331.
- Konstandinidou, M. Nivolianitou, Z. Kiranoudis, C. Markatos, N. 2008. *Evaluation of Significant Transition in The Influencing Factors of Human Reliability*. Greece: National Technical University of Athens.
- Lucian, G. 2014. *Economic Aspects Of Health And Safety At Work*. Romania: Ovidius University of Constanta.
- Mandagi, R., Rantung, J., Malingkas, G. 2013. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6. KESelamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pt. Trakindo Utama)* , 430-433.
- Marinda, Jean Pama. 2013. *Analisa Keandalan Masinis DAOP VI Yogyakarta dengan Metode HEART*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pouya, A., Habib, E. 2015. *International Journal of Environmental Health Engineering. The comparative study of evaluating human error assessment and reduction technique and cognitive reliability and error analysis method techniques in the control room of the cement industry* , 4-14.
- Rangra, S., Sallak, M., Schon, W., Vanderhaegen, F. 2015. *Procedia Manufacturing. Human reliability assessment under uncertainty - towards a formal method* , 3230-3237.
- Rausand. 2005. *Chapter 3 System Analysis of Fault Tree Analysis*. Norwegia: Norwegian University of Science and Technology.
- Safitri, Dian Mardi. Astriaty, Ayu Rachma. Rizani, Nataya C. 2015. *Human Reliability Assessment dengan Metode HEART pada Operator Stasiun Shroud PT. X*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Sanders, Mark S. & McCormic, Ernest J. 1993. *Human Factors in Engineering and Design 7th Edition*. New Delhi: McGraw Hill.
- Soejanto, Irawan. 2008. *Analisa Kualitas Produk Kantong Kraft Lem Akibat Kesalahan Manusia di PT. X Tuban*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur.
- Susatyo, N. W., Darminto, P. & Tifani, T. K., 2011. *Analisa Penyebab Penurunan Daya Saing Produk Susu Sapi Dalam Negeri Terhadap Susu Sapi Impor Pada Industri Pengolahan Susu (IPS) Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Dan Barrier Analysis* , Vol VI No. 2.
- Tandiyono, A. W., Aristarchus, P., Margana., 2013. *Perancangan Buku Esai Fotografi Pengolahan Kakao. Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra*.
- Taylor-adams, S., Kirwan, B. 1995. *Human reliability data requirements*. The Internasional Journal of Quality and Reliability Managemen
- Williamson, A., Lombardi, D.A., Folkard, S., Stutts, J., Courtney, T.K., Connor, J.L. 2011. *The Link Between Fatigue and Safety: Accident Analysis and Prevention*, 43, 498–515.
- Wojcik, C. 2016. *Expert Enough*. Retrieved September 14, 2016, from www.expertenough.com.

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

DATA KECELAKAAN KERJA

Data Kecelakaan Kerja di Dapoer gembil <i>Chocolate</i>				
Tahun	Jenis Kecelakaan Kerja			
	Cidera Otot	Terjepit	Luka Bakar	Luka Gores
2014	84	31	41	12
2015	90	28	46	14
2016	88	25	51	11
Data Kecelakaan Kerja di Tugu <i>Chocolate</i>				
Tahun	Jenis Kecelakaan Kerja			
	Cidera Otot	Terjepit	Luka Bakar	Luka Gores
2014	86	35	45	17
2015	80	21	56	15
2016	93	28	50	19

LAMPIRAN 2

Tabel *Assessed Proportion of Effect*

Assessed Proportion	Keterangan
0	EPC tidak berpengaruh terhadap HEP
0.1	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain
0.2	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0.3	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0.4	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi tanpa disertai EPC yang lain
0.5	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0.6	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0.7	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai EPC yang lain
0.8	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 EPC
0.9	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan tanpa disertai dengan EPC yang lain

LAMPIRAN 3

Tabel *Generic Task* Dalam Metode HEART (Sumber: Williams,1986)

Kode	Generic Task	Nilai Human Unreliability	Range
(A)	Pekerjaan/task yang benar-benar asing/tidak dikuasai, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa konsekuensi yang jelas	0.55	(0.35 - 0.97)
(B)	Mengubah atau mengembalikan sistem ke keadaan yang baru atau awal dengan satu upaya tunggal tanpa pengawasan atau prosedur	0.26	(0.14 - 0.42)
(C)	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi	0.16	(0.12 - 0.28)
(D)	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0.09	(0.06 - 0.13)
(E)	Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah	0.02	(0.007 - 0.045)
(F)	Mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi awal atau baru dengan mengikuti prosedur, dengan beberapa pemeriksaan	0.003	(0.0008 - 0.007)
(G)	Pekerjaan yang sudah familiar/dikenal, dirancang dengan baik, merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0.0004	(0.00008 - 0.09)
(H)	Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat	0.00002	(0.000006 - 0.009)
(M)	Tidak ada keadaan seperti di atas	0.03	(0.008 - 0.11)

LAMPIRAN 4

Tabel EPC Metode HEART (Sumber: Findiastuti,2002)

No	Error Producing Conditions (EPC)	Value of EPC
1	Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya sesekali terjadi atau baru terjadi	17
2	Waktu yang tersedia terbatas atau singkat untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (signal) terhadap gangguan (noise) sekitar	10
4	Adanya penekanan/penolakan terhadap informasi atau keunggulan yang mana terlalu mudah untuk diterima	9
5	Tidak adanya alat-alat yang menyampaikan secara fungsional kepada operator	8
6	Ketidakesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan perancang	8
7	Tidak adanya alat untuk membalikkan tindakan yang tidak diinginkan	8
8	Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya salah satunya diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan dalam suatu informasi yang tidak berlebihan	6
9	Perlunya untuk meninggalkan suatu teknik lain dengan menggunakan filosofi yang berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa menimbulkan kerugian	5.5
11	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5
12	Mengesampingkan informasi atau fitur yang terlalu mudah diakses	4
13	Tidak sebanding antara persepsi dengan resiko nyata	4
14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung, dan tepat waktu dari suatu tindakan yang dimaksudkan dari bagian dari sistem dimana kontrol diberikan	4
15	Operator yang tidak berpengalaman (atau baru dan berkualitas tapi tidak ahli)	3
16	Miskinnya kualitas dalam informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia	3
17	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada output/keluaran	3
18	Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang	2.5
19	Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2.5
20	Ketidakesuaian antara tingkat pencapaian pendidikan dari individu dengan persyaratan yang diharuskan dalam tugas	2
21	Dorongan untuk menggunakan prosedur lain yang lebih berbahaya	2
22	Kurangnya waktu dan kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh di luar jam pekerjaan	1.8
23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1.6

No	Error Producing Conditions (EPC)	Value of EPC
24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator	1.6
25	Tidak jelasnya alokasi fungsi dan tanggungjawab	1.6
26	Tidak ada langkah yang nyata untuk tetap berada pada jalur kemajuan selama aktivitas (mengawasi proses)	1.4
27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1.4
28	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1.4
29	Tingkat emosi dan stress yang tinggi	1.3
30	Bukti kesehatan yang buruk antara operator terutama demam	1.2
31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1.2
32	Ketidaksesuaian antara display dan prosedur	1.2
33	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1.15
34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah	1.1
35	Terganggunya siklus tidur normal	1.1
36	Kecepatan tugas yang disebabkan oleh campur tangan orang lain	1.06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1.03
38	Usia operator yang melakukan pekerjaan	1.02



LAMPIRAN 5

Form Identifikasi Human Error

Area Kerja :

Waktu :

Kegiatan		
Generic Task		

EPC No	Error Producing Conditions	Total HEART Effect (E)	Assessed Proportion (P) ($\sum \neq 1$)	Assessed Effect $((E-1)*P)+1$

LAMPIRAN 6

Draft Wawancara Expert

Q: Sejak kapan UKM ini berdiri?

Q: Berapa jumlah karyawan yang ada pada UKM ini?

Q: Apa saja varian produk coklat bar yang di produksi di UKM ini?

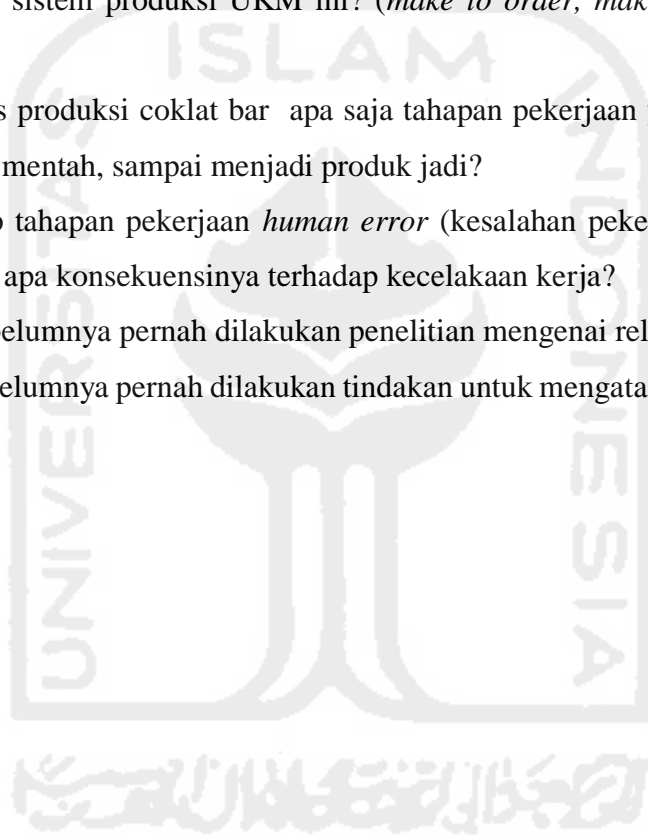
Q: Bagaimana sistem produksi UKM ini? (*make to order, make to stock, engineer to order*)

Q: Pada proses produksi coklat bar apa saja tahapan pekerjaan yang dikerjakan, mulai dari bahan mentah, sampai menjadi produk jadi?

Q: Pada setiap tahapan pekerjaan *human error* (kesalahan pekerja) apa yang biasanya terjadi dan apa konsekuensinya terhadap kecelakaan kerja?

Q: Apakah sebelumnya pernah dilakukan penelitian mengenai reliabilitas pekerja?

Q: Apakah sebelumnya pernah dilakukan tindakan untuk mengatasi permasalahan *human error*?



LAMPIRAN 7

Draft Focus Group Discussion

- Topik FGD : Pemberian rekomendasi untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* dan Dapoer gembil *Chocolate*.
- Tujuan : Menyampaikan hasil perhitungan dan pengamatan yang telah dilakukan kepada pihak UKM dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi *human error* berdasarkan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja.
- Undangan : - Moderator
 - Notulen
 - Observer (Fairuzzabaady Kusuma, selaku peneliti mengenai reliabilitas pekerja pada proses produksi coklat bar di Tugu *Chocolate* dan Dapoer gembil *Chocolate*)
 - Peserta (Pihak kedua UKM yang terdiri dari pemilik UKM, dan pekerja yang bekerja pada proses produksi coklat bar)
- Tempat : Tugu *Chocolate*.
- Design* Diskusi:
1. Moderator membuka diskusi.
 2. Moderator memperkenalkan observer kepada peserta.
 3. Moderator mempersilahkan peserta untuk memperkenalkan diri.
 4. Moderator menyampaikan tujuan diskusi.
 5. Observer menyampaikan hasil pengamatan dan rekomendasi yang telah disusun kepada peserta.
 6. Peserta memberikan *feedback* dari setiap rekomendasi yang ada.
 7. Sesi tanya jawab.
 8. Moderator menyampaikan konklusi dan kesimpulan diskusi.
 9. Moderator menutup diskusi.

Materi Diskusi:

- HTA tahapan proses produksi
- Identifikasi kesalahan kerja
- Hasil perhitungan probabilitas *human error*
- Pola kesalahan pada proses produksi
- Identifikasi faktor penyebab *human error*



LAMPIRAN 8

Dokumentasi Proses Produksi Coklat Bar







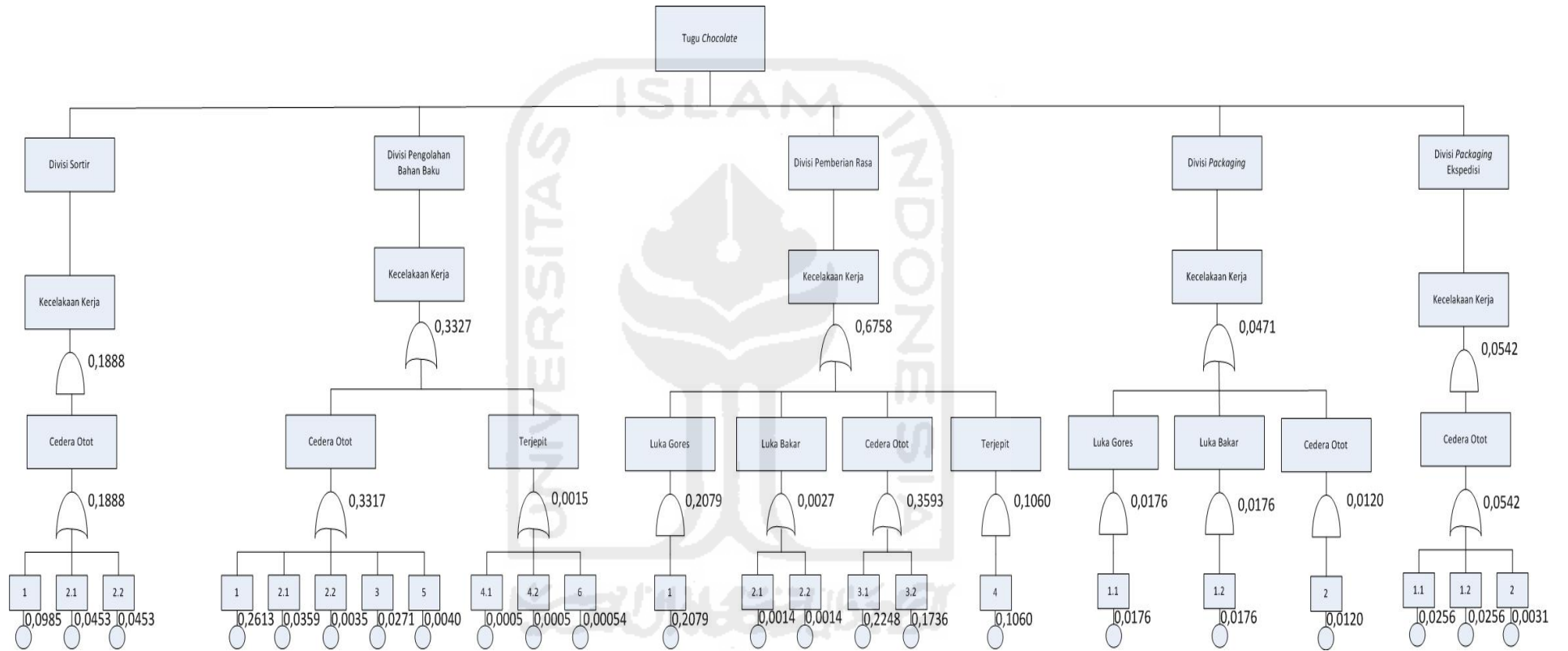
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَكُمْ

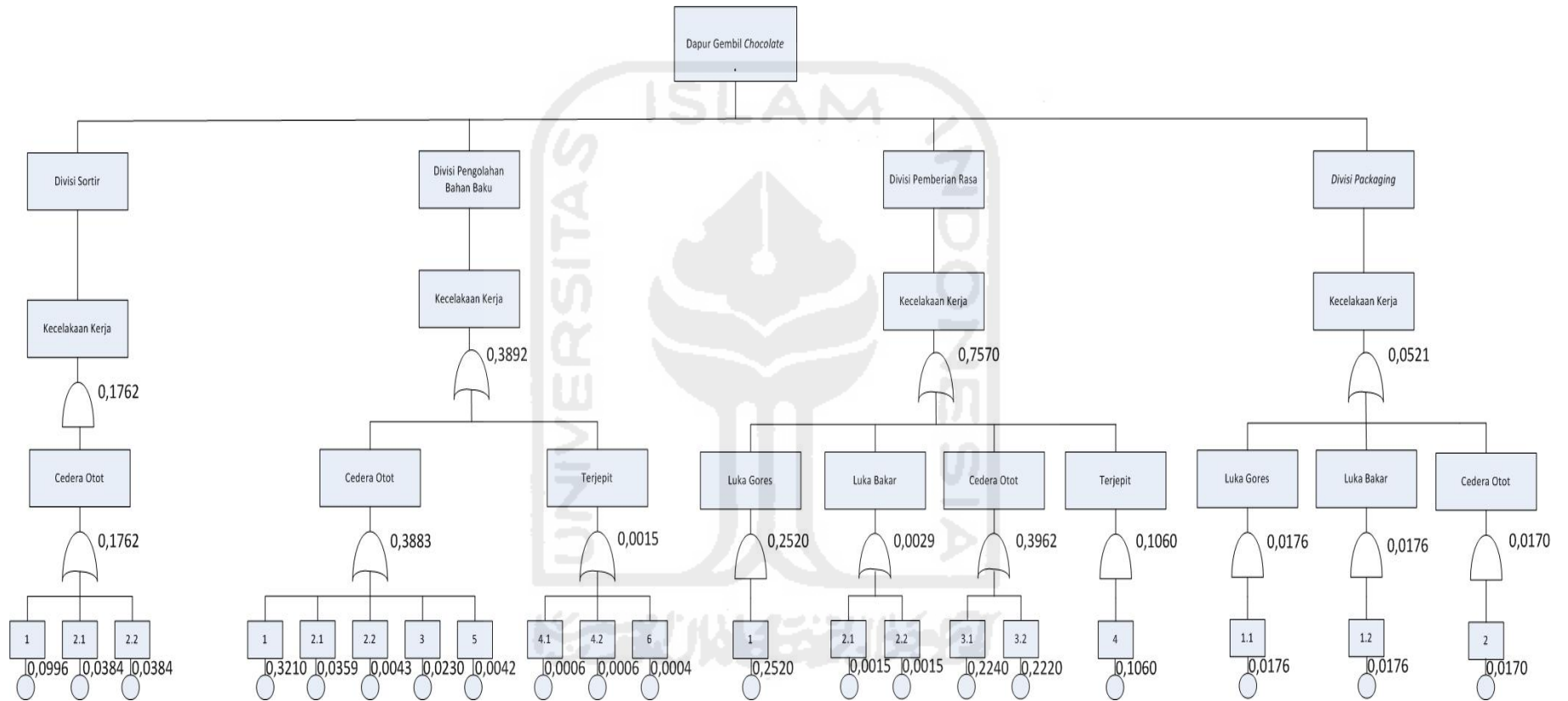
Proses FGD



LAMPIRAN 9



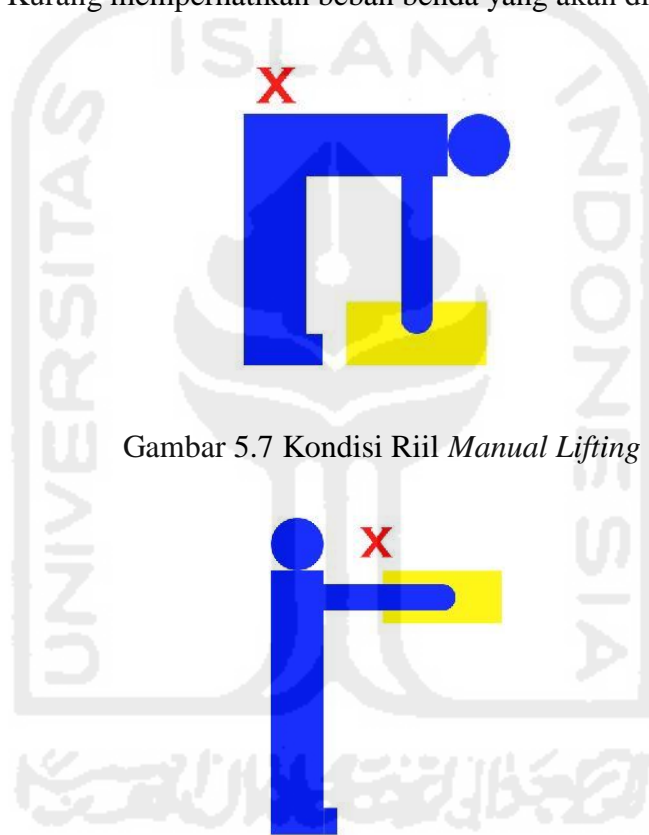
LAMPIRAN 10



LAMPIRAN 11

Rekomendasi *human error* yang menyebabkan cedera otot

1. Proses pengangkatan di kondisi riil
 - a. Posisi badan membungkuk saat mengangkat benda
 - b. Benda yang akan diangkat terlalu jauh dari jangkauan
 - c. Saat mengangkat sering terjadi gerakan memutar badan
 - d. Kurang memperhatikan beban benda yang akan diangkat



Gambar 5.7 Kondisi Riil *Manual Lifting*

Gambar 5.8 Kondisi Riil *Manual Lifting*

2. Proses pengangkatan yang disarankan
 - a. Berfikir dan Dekatkan tubuh ke benda yang akan diangkat
 - b. Majukan kaki sedikit ke depan sejajar benda
 - c. Renggangkan kaki dan bengkokkan lutut terdepan
 - d. Pertahankan tulang punggung lurus, maksimum 20° menyudut terhadap vertikal.
 - e. Angkat beban dengan tumpuan kekuatan pada kedua lutut/ paha.

- f. Sebelum mengangkat, luruskan pandangan ke depan (horison), masukkan dagu, agar ujung atas tulang punggung terkunci
- g. Rapatkan lengan ke tubuh, pertahankan berat beban sejajar dengan pinggang
- h. Pegang beban dengan telapak tangan.

Hindari postur tubuh membungkuk saat melakukan aktivitas pengangkatan. Rendahkan dulu posisi punggung baru kemudian ambil barang yang akan diangkat.



Gambar 5.9 Kondisi *Manual Lifting* Yang Seharusnya
(Sumber : Howard & Welsh, 2007)

Dekatkan atau tempelkan barang yang akan diangkat ke badan pada saat aktivitas pengangkatan, lakukan pengangkatan berkelompok jika barang terlalu besar atau tidak mungkin dibawa sendiri.



Gambar 5.10 Kondisi *Manual Lifting* Yang Seharusnya
(Sumber : Howard & Welsh, 2007)

Lakukan pengangkatan berkelompok jika barang terlalu besar atau tidak mungkin dibawa sendiri



Gambar 5.11 Kondisi *Manual Lifting* Yang Seharusnya
(Sumber : Howard & Welsh, 2007)