

**EVALUASI FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN
KERJA DAN BIAYA KECELAKAAN KERJA PADA STASIUN
KERJA MESIN PRESS DEPARTEMEN *STAMPING*
PRODUCTION DIVISI *STAMPING & TOOLS*
(Studi Kasus di PT. MEKAR ARMADA JAYA)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Disusun Oleh :

Nama : Dwi Eka Purnomo Sari

No. Mahasiswa : 08522217

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2013

PERNYATAAN

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



الإسلام جامعة

SURAT KETERANGAN

No. 509/HC/MAJ/X/2012

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa mahasiswa
Universitas Islam Indonesia :

NAMA	NIM	PROGRAM STUDI
Dwi Eka Purnomo Sari	08522217	TEKNIK INDUSTRI

Telah melaksanakan Penelitian Skripsi di Divisi Stamping & Tools,
PT. Mekar Armada Jaya, Magelang.

Penelitian Skripsi dilaksanakan pada tanggal **14 Mei 2012 s/d**
14 Juni 2012

Judul Laporan :

**" PENERAPAN METODE HAZARD & OPERABILITY (HAZOP)
DENGAN BERDASARKAN KONSEP STOP 7 UNTUK
MENGANGGULANGI POTENSI KECELAKAAN KERJA PADA
MESIN PRESS DI PT. MEKAR ARMADA JAYA"**

Demikian surat keterangan ini kami buat agar dapat dipergunakan
sebagaimana mestinya.

Magelang, 09 Oktober 2012

PT. MEKAR ARMADA JAYA


Intan Ineke**Recruitment Dept. Head**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**EVALUASI FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN
KERJA DAN BIAYA KECELAKAAN KERJA PADA STASIUN
KERJA MESIN PRESS DEPARTEMEN *STAMPING PRODUCTION***

DIVISI *STAMPING & TOOLS*

(Studi Kasus di PT. MEKAR ARMADA JAYA)



Oleh :
Nama : Dwi Eka Purnomo Sari
No. Mahasiswa : 08522217

Yogyakarta, Desember 2012

Dosen Pembimbing

(R. Abdul Djalal, Drs., MM)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**EVALUASI FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN KERJA DAN
BIAYA KECELAKAAN KERJA PADA STASIUN KERJA MESIN PRESS
DEPARTEMEN *STAMPING PRODUCTION* DIVISI *STAMPING & TOOLS***

(Studi Kasus di PT. MEKAR ARMADA JAYA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Dwi Eka Purnomo Sari

No. Mhs : 08 522 217

**Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri**

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2013

Tim Penguji

Drs. R. Abdul Djalal, MM

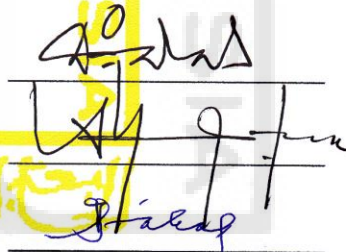
Ketua

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

Anggota 1

Ir. Ali Parkhan, MT

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE



16 / 1 / 2013

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil 'alamin

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT

Ku persembahkan karya ini untuk ibundaku tersayang, Ayahanda dan Kakakku

Terimakasih atas untaian doa, nasihat, kasih sayang, semangat dan dukungan

Jazakumullah Khoiron Khoiron



MOTTO

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَلَدٌ
صَالِحٌ يَدْعُو لَهُ.

“Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya.”

(HR. Muslim)

مَنْ خَرَجَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّى يَرْجِعَ

”Barang siapa keluar rumah untuk menuntut ilmu, maka dia berada di jalan Allah hingga pulang”

(HR. Turmudzi)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam marilah senantiasa kita haturkan kepada nabi besar Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya di yaumul kiyamah nanti.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah-Nya yang telah memberi ilmu, kekuatan, kesabaran dan kesempatan sehingga Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Dan Biaya Kecelakaan Kerja Pada Stasiun Kerja Mesin Press Departemen *Stamping Production* Divisi *Stamping & Tools* (Studi Kasus di PT. Mekar Armada Jaya)" ini dapat terselesaikan.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar- besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Gumbolo HS., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE., selaku Ketua Prodi Teknik Industri serta pengurus Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Drs. R. Abdul Djalal, MM., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sukandar selaku pembimbing di PT. Mekar Armada Jaya yang selalu membantu dalam penelitian.
5. Ibu, Bapak, kakak dan teman-teman atas segala doa, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.

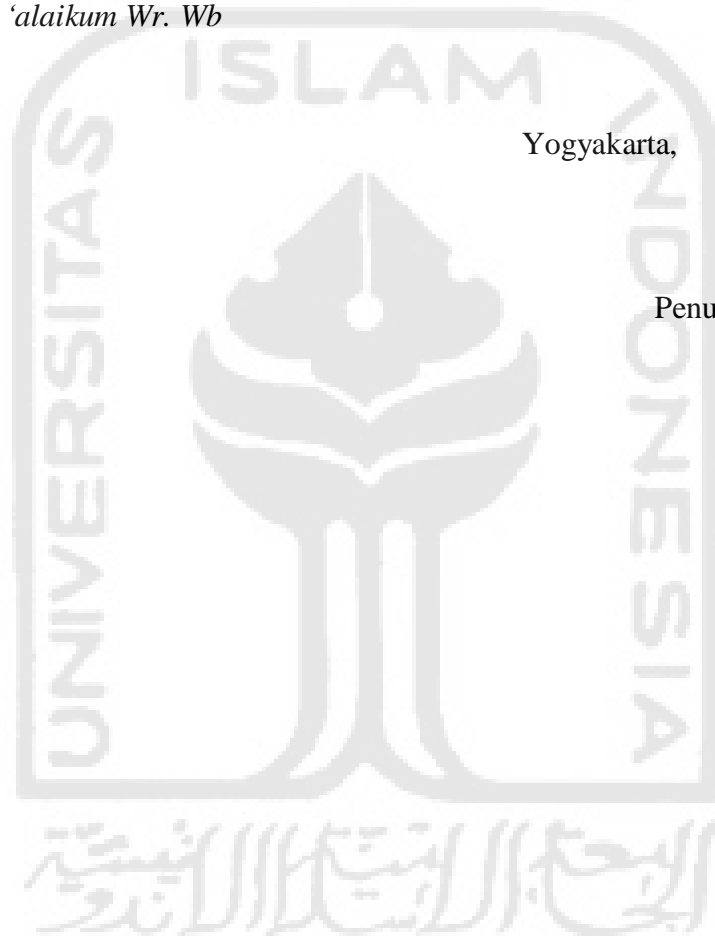
6. Semua pihak yang telah membantu, memberi semangat dan memberi segala masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Dan semoga Allah SWT memberikan ridha dan membalas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Januari 2013

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAKSI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Kajian Literatur Deduktif	6
2.1.1 <i>Hazard</i> dan <i>Risk</i>	6
2.1.2 Analisis Risiko	7
2.1.3 Identifikasi Bahaya	7
2.1.4 Kecelakaan Kerja	9
2.1.4.1 Definisi Kecelakaan	9
2.1.4.2 Jenis-jenis Kecelakaan Kerja	9
2.1.4.3 Dampak Kecelakaan Kerja	11
2.1.4.4 Sebab-sebab Yang Sering Terjadi Pada Kecelakaan Kerja	12
2.1.5 Metode <i>Gross Output</i>	13
2.1.6 Metode <i>Hazard and Operability</i>	15

2.1.6.1	Definisi <i>Hazard and Operability</i>	15
2.1.6.2	Karakteristik <i>Hazard and Operability</i>	16
2.1.6.3	Tujuan Pelaksanaan <i>Hazard and Operability</i>	16
2.1.6.4	Terminologi <i>Hazard and Operability</i>	17
2.2	Kajian Literatur Induktif	18
BAB III	METODE PENELITIAN	20
3.1	Lokasi Penelitian	20
3.2	Langkah-langkah Penelitian.....	20
3.2.1	Tahap Identifikasi Awal	20
3.2.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	22
3.2.3	Tahap Pembahasan.....	22
3.2.4	Tahap Kesimpulan dan Saran.....	23
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
4.1	Pengumpulan Data	25
4.1.1	Profil Perusahaan.....	25
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	26
4.1.3	Struktur Organisasi.....	26
4.1.4	Proses Produksi	27
4.1.5	Alat-alat Produksi.....	30
4.1.6	Data Kecelakaan Kerja Pada Stasiun Kerja Mesin Press Departemen <i>Stamping Production</i> PT. Mekar Armada Jaya .	35
4.1.7	Level Kejadian	38
4.2	Pengolahan Data.....	38
4.2.1	<i>Worksheet Hazard and Operability</i>	38
4.2.2	Biaya Kecelakaan	42
4.2.2.1	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>).....	42
4.2.2.2	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>).....	43
4.2.3	Diagram Pareto.....	55
BAB V	PEMBAHASAN	58
5.1	Analisa <i>Worksheet Hazard and Operability</i>	58
5.2	Metode Gross Output	66
5.2.1	Analisis Perhitungan Biaya Untuk Level Sedang	67
5.2.2	Analisis Perhitungan Biaya Untuk Level Kecil	71

5.2.3	Analisa Frekuensi Kecelakaan Berdasarkan JenisKecelakaan	74
5.2.4	Analisa Biaya Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kecelakaan	74
BAB VI PENUTUP		75
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Teknik-teknik Identifikasi Bahaya.....	7
Tabel 2.2	Teknik Idenifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko	11
Tabel 4.1	Data Kecelakaan Kerja periode 2010-2011	35
Tabel 4.2	<i>Worksheet Hazard and Operability</i>	39
Tabel 4.3	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>) PT. Mekar Armada Jaya	42
Tabel 4.4	Biaya Kecelakaan (<i>Casualty Cost</i>) Periode 2010-2011 PT. Mekar Armada Jaya.....	52
Tabel 4.5	Diagram Pareto Berdasarkan Level Kecelakaan.....	55
Tabel 4.6	Diagram Pareto Berdasarkan Jenis Kecelakaan	56
Tabel 4.7	Diagram Pareto Berdasarkan Biaya (<i>Cost</i>)	56
Tabel 5.1	SOP Mesin Press	58
Tabel 5.2	<i>Direct Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang.....	67
Tabel 5.3	<i>Loss of Productivity</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang	68
Tabel 5.4	<i>Human Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang	69
Tabel 5.5	<i>Casualty Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang.....	70
Tabel 5.6	<i>Direct Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil.....	71
Tabel 5.7	<i>Human Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil	72
Tabel 5.8	<i>Casualty Cost</i> Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi di Divisi <i>Stamping and Tools</i>	27
Gambar 4.2	Diagram Pareto Brdasarkan Level Kecelakaan.....	55
Gambar 4.3	Diagram Pareto Berdasarkan Jenis Kecelakaan	56
Gambar 4.4	Diagram Pareto Berdasarkan Biaya	57
Gambar 5.1	Perancangan Sistem.....	60
Gambar 5.2	Desain Pallet Dorong PT. MAJ	62
Gambar 5.3	Desain Usulan Pallet Dorong	63
Gambar 5.4	Desain Baju Kerja Operator Mesin Press PT. MAJ	64
Gambar 5.5	Desain Baju Kerja Usulan	65



ABSTRAKSI

PT. Mekar Armada Jaya merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang Autobody Manufacturing, Dies Manufacturing dan Pressed Part Component. Stamping Production merupakan salah satu departemen produksi yang berorientasi pada pembuatan komponen body mobil yang disebut dengan Pressed Part Component. Kecelakaan kerja merupakan salah satu gangguan yang bisa terjadi dalam proses produksi di Stamping Production yang dapat menimbulkan kerugian biaya baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung. Stasiun kerja mesin press merupakan stasiun kerja utama pada departemen Stamping Production. Berdasarkan Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode 2010-2011 PT. Mekar Armada Jaya angka kecelakaan kerja yang terjadi pada stasiun kerja mesin press cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu kajian untuk mengevaluasi penyebab kecelakaan kerja dan pencegahannya serta mengevaluasi besarnya kerugian biaya yang ditanggung perusahaan akibat kecelakaan kerja agar tercipta awareness perusahaan yang lebih tinggi terhadap faktor keselamatan kerja karyawannya.

Penelitian ini mengimplementasikan metode Hazard and Operability dalam melakukan evaluasi dan pencegahan kecelakaan kerja yang terjadi di stasiun kerja mesin press. Analisis biaya kecelakaan akibat kecelakaan kerja menggunakan metode Gross Output dengan menganalisis besarnya biaya langsung (direct cost), biaya tidak langsung yang meliputi Loss of Productivity dan Human Cost. Kemudian ditentukan besarnya biaya kecelakaan (Casualty Cost) berdasarkan jumlah dari Direct Cost, Loss of Productivity dan Human Cost.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa Faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja berdasarkan evaluasi metode Hazard and Operability adalah operator tidak memahami SOP dan operator tidak menggunakan alat pelindung diri dengan benar. Biaya kecelakaan rata-rata yang harus ditanggung perusahaan berdasarkan metode Gross Output untuk level kejadian sedang sebesar Rp 396.123,97, level kejadian kecil sebesar Rp188,243.03. Rekomendasi penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja yang terjadi pada stasiun kerja mesin press adalah sebagai berikut : menambahkan sensor pengaman pada mesin press, perubahan desain pallet dorong pada tinggi meja pallet, tinggi pegangan pallet dorong dan penambahan pagar pembatas, perubahan desain baju operator dari lengan pendek menjadi lengan panjang, dengan dimensi baju ukuran 1 dan dimensi baju ukuran 2.

Kata kunci : *Hazard and Operability, Gross Output, Direct Cost, Loss of Productivity, Human Cost, Casualty Cost*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Mekar Armada Jaya merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang *Autobody Manufacturing*, *Dies Manufacturing* dan *Pressed Part Component*. Fasilitas kerja terdiri dari alat kerja ringan, alat kerja sedang dan alat kerja berat. Dari ketiga jenis alat kerja tersebut meliputi alat kerja bermesin, semi manual maupun manual dan alat kerja konvensional maupun alat kerja berteknologi tinggi.

Salah satu divisi produksi yang ada di PT. Mekar Armada Jaya adalah divisi *Stamping & Tools* yang berorientasi pada pembuatan alat cetak *body* mobil yang disebut dengan *Dies*. Proses pembuatan ini dilakukan oleh departemen *Dies Manufacturing*. Produk lainnya adalah berupa komponen *body* mobil yang disebut dengan *pressed part component*. Proses produksi ini dilakukan oleh departemen *Stamping Production*.

Kecelakaan kerja merupakan salah satu gangguan yang bisa terjadi dalam proses produksi di *Stamping Production* yang dapat menimbulkan kerugian biaya baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung yang harus ditanggung oleh perusahaan maupun korban kecelakaan tersebut.

Berdasarkan Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode 2010-2011 PT. Mekar Armada Jaya angka kecelakaan kerja yang terjadi pada stasiun kerja mesin press cukup tinggi. Pada stasiun kerja ini menghasilkan *pressed part component*. Sehingga, perusahaan berupaya untuk mengevaluasi dan menyelesaikan permasalahan kecelakaan guna menurunkan angka kecelakaan.

Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka peneliti berupaya untuk mengevaluasi faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja menggunakan metode *Hazard and Operability* dengan melakukan analisis penghitungan biaya akibat kecelakaan kerja menggunakan metode *Gross Output*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai *Hazard and Operability*. *Hazard and Operability* harus menyadari dua representasi: (1) representasi logis yang menunjukkan hubungan antara bagian-bagian dari proses tanpa skala dan (2) representasi fisik yang dimaksudkan untuk mewakili tata letak proses yang sebenarnya. Selanjutnya ditentukan node guna melakukan analisis untuk memastikan hasil penelaahan terhadap semua faktor yang dibahas. "Seveso" (2003) dan aturan OSHA PSM (1992). *Hazard and Operability* menggunakan logika penalaran menggunakan guidewords "selain", "serta" dan "bagian dari" dan lain sebagainya bergantung pada kebutuhan (Zhao et al. 2003; 2005).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, ditemukan beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini. Permasalahan tersebut akan dikaji berdasarkan aturan tertentu untuk didapatkan hal-hal untuk mengatasi masalah tersebut. Perumusan permasalahan meliputi :

1. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kecelakaan kerja berdasarkan evaluasi metode *Hazard and Operability* pada stasiun kerja mesin press?
2. Berapa biaya kecelakaan rata-rata yang timbul akibat kecelakaan kerja berdasarkan metode *Gross Output*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilaksanakan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan baik. Batasan masalah yang dilakukan yakni sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada stasiun kerja mesin press departemen *Stamping Production* divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya .

2. Data kecelakaan kerja yang digunakan adalah data kecelakaan kerja pada periode 2010-2011.
3. Mengevaluasi biaya kecelakaan berdasarkan kerugian material dan imaterial.
4. Metode yang digunakan untuk menganalisa kecelakaan kerja adalah *Hazard and Operability*, metode untuk mengevaluasi biaya kecelakaan kerja adalah *Gross Output*, dan tidak menggunakan metode-metode yang lain selain metode ini.
5. Penelitian ini hanya membahas bagaimana mengatasi kecelakaan kerja

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kecelakaan kerja berdasarkan evaluasi metode *Hazard and Operability* pada stasiun kerja mesin press.
2. Mengetahui biaya kecelakaan rata-rata yang ditimbulkan akibat kecelakaan kerja berdasarkan metode *Gross Output*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Bagi Peneliti, yaitu sebagai pengalaman langsung dalam melakukan penelitian dalam bentuk tulisan ilmiah dan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.
2. Bagi Perusahaan, yaitu mengetahui faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja dan pencegahannya, mengetahui biaya-biaya yang ditimbulkan akibat kecelakaan kerja, serta dapat meningkatkan *awareness* perusahaan terkait Kesehatan dan Keselamatan Kerja.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan ini ditulis dalam beberapa bagian, dimana pada tiap bagian memiliki keterkaitan dengan bab-bab lainnya. Sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Membuat kajian singkat tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi tentang informasi hasil-hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, teori-teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian serta konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian mengenai lokasi penelitian, kerangka dan bagan alir penelitian, analisis kerangka dan bagan alir, teknik pengumpulan data, prosedur pengolahan data, tata cara penelitian serta analisis data yang dikaji.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan diuraikan data yang dikumpulkan dan diperoleh selama penelitian dan bagaimana mengolah dan menganalisa data tersebut, termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis dan rekomendasi yang dibuat atas permasalahan dan hasil yang ditemukan selama penelitian yang merupakan jawaban dari rumusan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB III

METODE PENELITIAN

Pembahasan mengenai metode penelitian meliputi tahap-tahap dalam melakukan penelitian yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian agar tetap fokus pada tujuan yang ingin dicapai.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di departemen *Stamping Production* divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya yang berlokasi di Jl. Bambang Soengeng No.7 Magelang, Jawa Tengah.

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan penyusunan laporan. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

3.2.1. Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal merupakan tahap untuk mengumpulkan informasi untuk menentukan, mengidentifikasi serta merumuskan masalah. Adapun langkah-langkah pada tahap ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal yang harus dilakukan, yaitu mengidentifikasi permasalahan untuk dicari solusi atau pemecahan masalahnya.

2. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi permasalahan, kemudian masalah yang telah teridentifikasi dirumuskan untuk memperjelas apa yang akan dicari dan diselesaikan.

3. Perumusan Tujuan Penelitian

Ini merupakan tahap agar penelitian terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian.

4. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

a. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan tahap pencarian bahan-bahan literatur mengenai metode-metode identifikasi bahaya untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Literatur didapatkan dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu, buku-buku referensi dari perusahaan dan perpustakaan, serta laporan tugas akhir terdahulu.

Informasi yang digali dari Studi Pustaka, antara lain :

- Pemahaman mengenai *P&ID*
- Pemahaman mengenai *flow* proses produksi secara umum
- Pemahaman mengenai instruksi pengoperasian mesin
- Identifikasi aktifitas-aktifitas di departemen *Stamping Production*
- Pemahaman terhadap kebijakan PT. Mekar Armada Jaya mengenai Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- Pemahaman mengenai metode *Gross Output*

b. Studi Lapangan

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi ke lokasi penelitian secara langsung, dalam hal ini ke divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya. Observasi langsung ke lapangan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi terkait Kesehatan dan Keselamatan Kerja karyawan dalam melakukan aktifitas pekerjaannya. Selain itu juga untuk merumuskan keperluan akan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian.

3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Setelah melakukan tahap identifikasi awal maka dilanjutkan dengan tahap pengumpulan dan pengolahan data. Tahap ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data

Data-data yang dikumpulkan berupa data dari departemen *Stamping Production* adalah *P&ID*, data proses produksi, data permesinan. Sedangkan data-data yang dikumpulkan dari departemen *EHS* ialah data kecelakaan kerja di area *Stamping Production*, *Material Safety Data Sheet (MSDS)* serta data biaya kecelakaan periode 2010-2011 divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya.

2. Pengolahan data

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menghitung biaya akibat kecelakaan kerja periode 2010-2011.
- b. Mengevaluasi kecelakaan kerja menggunakan metode *Hazard and Operability* dengan menentukan titik amatan (*node*) terhadap sistem yang diamati. Ini didasarkan pada aktifitas pekerja dalam melakukan pekerjaannya, maka akan diperoleh *impact assessment* sebagai berikut :
 - *Guide word*
 - *Deviation*
 - *Cause*
 - *Consequence*
 - *Safeguard*
 - *Recommendation*

3.2.3 Tahap Pembahasan

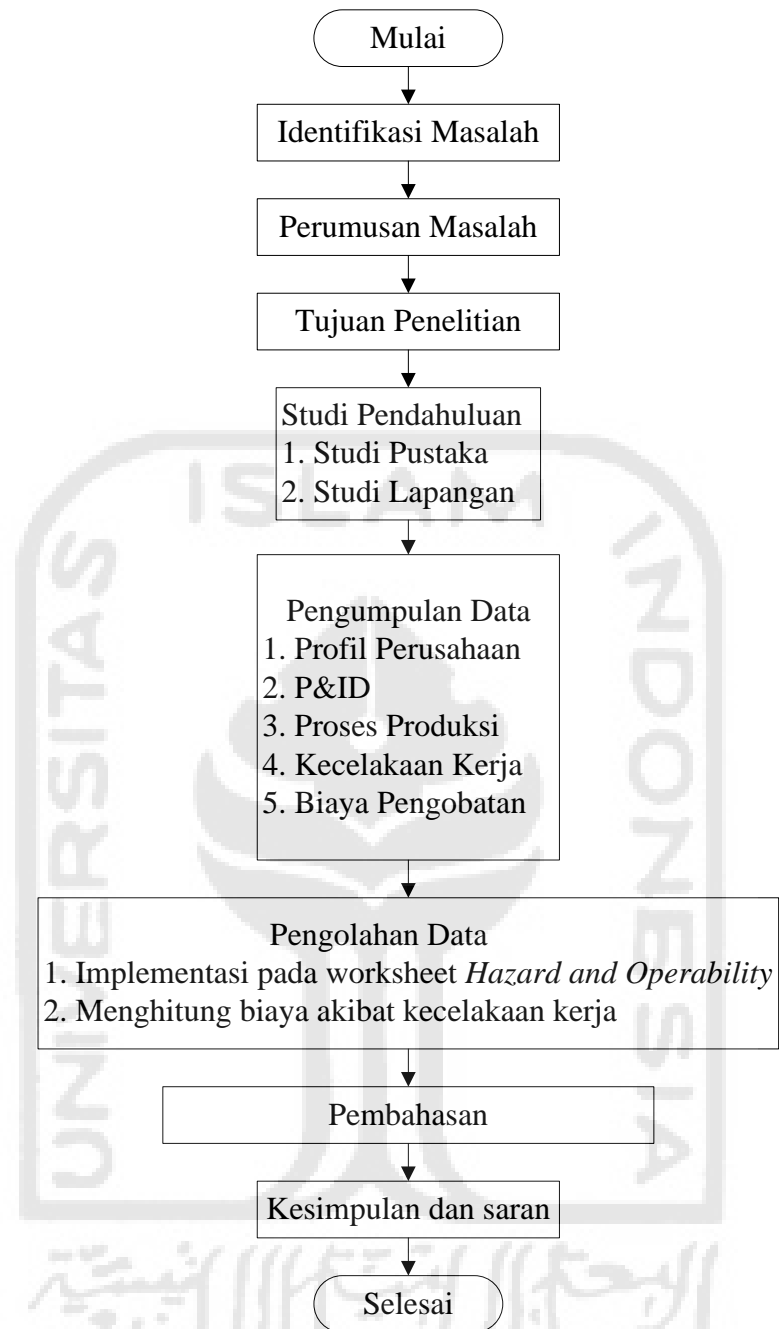
Setelah melakukan pengolahan data, hasil pengolahan kemudian di analisis guna mendapatkan suatu hasil analisa. Analisis ini meliputi analisis biaya kecelakaan kerja serta evaluasi penyebab faktor-faktor kecelakaan kerja yang sebelumnya digambarkan dalam diagram pareto. Setelah itu dilakukan analisis pencegahan sebelum terjadi kecelakaan.

3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap kesimpulan dan saran, penarikan kesimpulan didasarkan pada hasil analisa dan interpretasi terhadap hasil analisis biaya dan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja. Saran dapat diberikan bagi perusahaan untuk dapat memperbaiki sistemika keselamatan bagi pekerjanya.

Berikut alur penelitian dapat peneliti uraikan dalam bentuk *flowchart* penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur yang ditulis dalam penelitian ini merupakan kutipan-kutipan dari penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan. Isi dari kajian literatur ini merupakan pengembangan ruang lingkup dari topik penelitian yang dilakukan serta teori-teori yang mendukung dalam penyusunan penelitian. Tujuan adanya kajian literatur adalah agar tidak terjadi duplikasi penelitian, sebab pendekatan teori dan literatur penelitian akan menjadi ciri khas pembeda antara penelitian yang satu dengan penelitian yang lainnya.

2.1 Kajian Literatur Deduktif

2.1.1 *Hazard dan Risk*

Hazard (bahaya) ialah suatu keadaan yang memungkinkan atau dapat menimbulkan kecelakaan atau kerugian berupa cedera, penyakit, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan (Baktiyar, 2009).

Berikut beberapa definisi risiko menurut para pakar :

1. *The Standards Australia/New Zealand (AS/NZS 4360:2004)* memaparkan bahwa *Risk* (risiko) adalah suatu kemungkinan dari suatu kejadian yang tidak diinginkan yang akan mempengaruhi suatu aktifitas atau obyek.
2. Risiko adalah kemungkinan terjadinya peristiwa yang dapat merugikan perusahaan (Kamus Besar Bahasa Indonesia).
3. Vaughan yang diterjemahkan oleh Herman Darmawi (1997: 18) mengemukakan beberapa definisi risiko sebagai berikut:
 - a. *Risk is the chance of loss* (risiko adalah kans kerugian).

Chance of Loss biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu keterbukaan terhadap kerugian atau suatu kemungkinan Kerugian. sebaliknya jika disesuaikan dengan istilah yang dipakai dalam statistik, maka *chance* sering dipergunakan

untuk menunjukkan tingkat probabilitas akan munculnya situasi tertentu.

b. *Risk is the possibility of loss* (risiko adalah kemungkinan kerugian).

Istilah *possibility* berarti bahwa probabilitas sesuatu peristiwa berada di antara nol dan satu. Definisi ini barangkali sangat mendekati dengan pengertian risiko yang dipakai sehari-hari, akan tetapi definisi ini agak longgar, tidak cocok dipakai dalam analisis secara kuantitatif

c. *Risk is uncertainty* (risiko adalah ketidakpastian)

Tampaknya ada kesepakatan bahwa risiko berhubungan dengan ketidakpastian. Karena itulah ada penulis yang mengatakan bahwa risiko itu sama artinya dengan ketidakpastian.

2.1.2 Analisis Risiko

Menurut Al Bahar dan Crandall (1990), analisa risiko didefinisikan sebagai sebuah proses yang menggabungkan ketidakpastian dalam bentuk kuantitatif, menggunakan teori probabilitas, untuk mengevaluasi dampak potensial suatu risiko.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menganalisis risiko adalah (Rasyid, 2005) :

1. Sumber risiko yaitu sumber timbulnya risiko dapat berupa material yang digunakan dalam proses kerja, peralatan kerja, kondisi area kerja atau perilaku pekerja.
2. Probabilitas yaitu besaran kemungkinan timbulnya risiko
3. Konsekuensi yaitu besaran dampak yang dapat ditimbulkan oleh risiko

2.1.3 Identifikasi Bahaya

Rob James dan Geoff Wells (1994) menjabarkan teknik-teknik identifikasi bahaya sebagai berikut :

Tabel 2.1 Teknik-teknik Identifikasi Bahaya

No	Teknik	Keterangan
1.	<i>Preliminary consequence analysis (PCA)</i>	PCA digunakan untuk menilai konsekuensi dari sebuah rilis dalam hal kategori keparahan.

No	Teknik	Keterangan
2.	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	FMEA adalah teknik identifikasi bahaya dimana semua mode kegagalan suatu sistem diketahui komponen-komponen penyebabnya kemudian dilakukan pencatatan.
3.	<i>Task Analysis</i>	Merupakan metode yang sistematis untuk menganalisis tugas, rencana dan tindakan yang diperlukan untuk mencapai tujuan.
4.	<i>What if Analysis</i>	Menanyakan berbagai pertanyaan yang didahului dengan frase 'bagaimana-jika'. Dengan demikian dapat digunakan di setiap tahapan dalam audit permasalahan.
5.	<i>Critical Examination</i>	Teknik identifikasi proses yang disusun dalam bentuk pemeriksaan kritis dengan menggunakan pertanyaan apa-bagaimana-ketika-mana-yang-mengapa.
6.	HAZOP	Teknik HAZOP digunakan untuk mengidentifikasi bahaya proses dan potensi masalah operasi dengan menggunakan rangkaian kata panduan untuk mempelajari penyimpangan berbahaya.
7.	<i>Preliminary Hazard Analysis</i> (PHA)	Teknik ini menguji suatu fasilitas operasi dari sudut pandang area, proses, lokasi, serta bahan kimia sebagai potensi bahaya.
8.	<i>Failure Modes Effects and Criticality Analysis</i> (FMECA)	metode identifikasi bahaya dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisa dan menemukan seluruh potensi kegagalan yang umum terjadi (<i>potential failure mode</i>) dalam sebuah sistem atau peralatan pabrik, efek-efek yang ditimbulkan dari berbagai kegagalan alat tersebut, serta menentukan tindakan perbaikan.

2.1.4 Kecelakaan Kerja

2.1.4.1 Definisi Kecelakaan

Para ahli memiliki definisi yang beragam dalam mendefinisikan kecelakaan. Berikut beberapa definisi kecelakaan menurut para ahli :

1. UU No.1 Tahun 1970, Kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki, yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian, baik korban atau harta benda.
2. Heinrich (1980), kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak terencana dan tidak terkontrol yang merupakan aksi atau reaksi dari suatu objek, manusia atau radiasi yang memungkinkan/dapat menyebabkan *injury*.
3. Ir. Kardjono SA (1986) dalam bukunya yang berjudul Keselamatan Kerja, menjelaskan bahwa kecelakaan adalah kejadian yang tidak terduga dan tidak diharapkan. Tidak terduga karena latar belakang peristiwa tersebut terdapat unsur ketidak sengaja.
4. OHSAS 180001 : 2007, kecelakaan (*incident*) adalah kejadian yang terkait pekerjaan, dimana suatu cedera, sakit atau kematian terjadi, atau mungkin dapat terjadi.

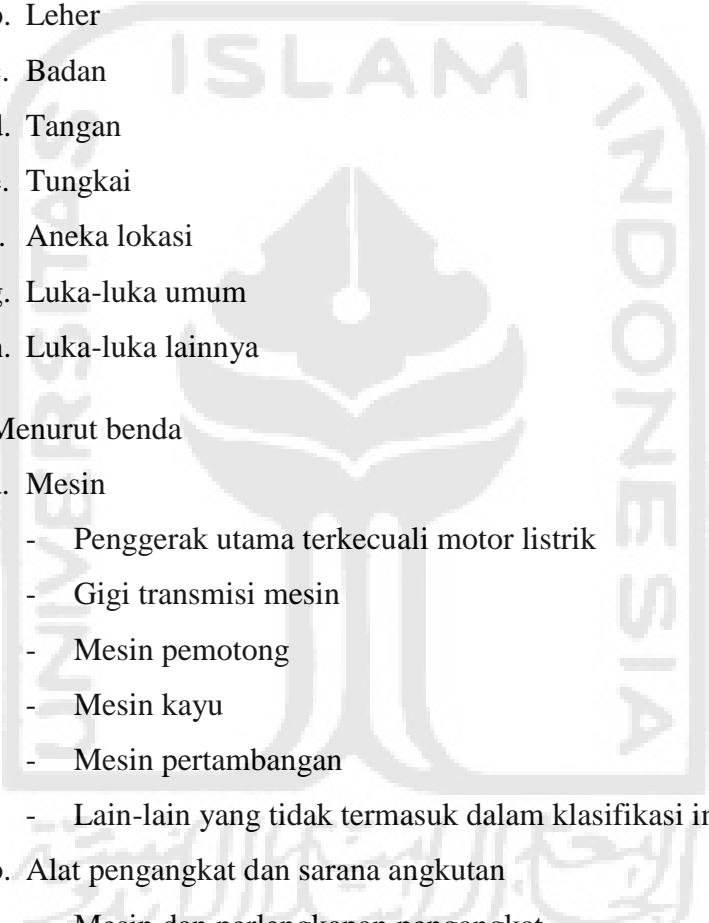
2.1.4.2 Jenis-jenis Kecelakaan kerja

Menurut ILO (2004), kecelakaan kerja dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Menurut tipe-tipe kecelakaan, diantaranya :
 - a. Orang jatuh
 - b. Terpukul benda jatuh
 - c. Tersentuh atau terpukul benda yang tida bergerak
 - d. Terjepit diantara dua benda
 - e. Gerakan yang dipaksakan
 - f. Terkena suhu yang ekstrim
 - g. Tersengat arus listrik
 - h. Terkena bahan-bahan berbahaya atau radiasi
 - i. Lain-lain kecelakaan yang tidak termasuk golongan ini

2. Menurut jenis luka, diantaranya :
 - a. Fraktur
 - b. Dislokasi
 - c. Terkilir
 - d. Gegar otak dan luka dalam lainnya

 3. Menurut lokasi luka pada bagian :
 - a. Kepala
 - b. Leher
 - c. Badan
 - d. Tangan
 - e. Tungkai
 - f. Aneka lokasi
 - g. Luka-luka umum
 - h. Luka-luka lainnya

 4. Menurut benda
 - a. Mesin
 - Penggerak utama terkecuali motor listrik
 - Gigi transmisi mesin
 - Mesin pemotong
 - Mesin kayu
 - Mesin pertambangan
 - Lain-lain yang tidak termasuk dalam klasifikasi ini
 - b. Alat pengangkat dan sarana angkutan
 - Mesin dan perlengkapan pengangkat
 - Pengangkut diatas rel
 - Alat pengangkut lainnya selain diatas rel
 - Pengangkut udara
 - Pengangkut perairan
 - Lain-lain sarana angkutan
 - c. Perlengkapan lainnya
 - Bejana bertekanan
 - Dapur, oven, pembakaran
- 

- Pusat-pusat pendingin
 - Instalasi listrik, termasuk motor listrik, tetapi tidak termasuk peralatan-peralatan listrik
 - Tangga, jalur landai
 - Perancah
- d. Material, bahan dan radiasi
- Bahan peledak
 - Serbuk, gas, cairan dan kimia
 - Pecahan terpelanting
 - Radiasi
 - Lain-lain
- e. Lingkungan kerja
- Diluar gedung
 - Didalam gedung
 - Dibawah tanah
- f. Lain-lain
- Hewan
 - Lain-lain

2.1.4.3 Dampak Kecelakaan Kerja

Terdapat 2 macam dampak kecelakaan yang diakibatkan karena kecelakaan kerja, yaitu :

1. Kerugian bagi instansi, meliputi :
 - a. Biaya pengangkutan korban ke rumah sakit
 - b. Biaya pengobatan
 - c. Hilangnya waktu kerja
 - d. Mencari pengganti yang baru
 - e. Memperbaiki peralatan yang rusak
 - f. Kemunduran mental pekerja

2. Kerugian bagi korban

Kerugian dari dampak kecelakaan kerja bagi para pekerja adalah cacat seumur hidup atau meninggal dunia. Atau kehilangan mata pencaharian untuk keluarga dirumah.

2.1.4.4 Sebab-sebab Yang Sering Terjadi Pada Kecelakaan Kerja

Menurut Santoso (2004), memaparkan sebab-sebab yang sering terjadi pada kecelakaan kerja sebagai berikut :

1. Menjalankan yang bukan tugasnya
2. Melepaskan alat pengaman atau membuat alat pengaman tidak berfungsi
3. Membuat peralatan yang rusak
4. Tidak memakai alat pelindung diri
5. Membuat sesuatu yang berlebihan
6. Menempatkan sesuatu tidak pada tempatnya
7. Mengangkat berlebihan
8. Posisi kerja tidak tepat
9. Melakukan perbaikan pada waktu mesin masih berjalan
10. Bersendau gurau
11. Bertengkar
12. Berada dalam pengaruh alkohol atau obat-obatan

Kondisi substandard yang sering dijumpai :

1. Pengamanan tidak sempurna
2. Alat pelindung diri yang tidak memenuhi standar
3. Bahan atau peralatan kerja yang telah rusak
4. Gerak tidak leluasa karena tumpukan benda
5. Sistem tanda bahaya tidak memenuhi syarat
6. *House keeping* dan *layout* yang jelek
7. Lingkungan kerja yang mengandung bahaya.

2.1.5 Metode *Gross Output*

Metode *Gross Output* merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisa biaya kecelakaan. Metode ini menganalisa biaya kecelakaan dalam dua kategori, yaitu biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya sumber daya pada saat kecelakaan terjadi dan biaya-biaya yang diakibatkan oleh hilangnya produktivitas pada masa yang akan datang setelah kecelakaan.

Metode ini menggunakan formula perhitungan, ketentuan dan asumsi yang diberlakukan untuk faktor-faktor perhitungan besaran biaya kecelakaan. Selain itu, pedoman ini memberikan tuntunan untuk menghitung faktor-faktor penting yang digunakan dalam formula penghitungan biaya kecelakaan. Berikut penjelasan mengenai jenis biaya yang dianalisa dalam metode *Gross Output* :

1. Biaya langsung

Biaya langsung (*direct cost*) merupakan kerugian materi yang dialami langsung oleh korban yang disebabkan oleh kecelakaan. Kerugian materi yang dimaksud dalam metode *Gross output* adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan setelah kecelakaan seperti biaya rumah sakit, biaya rawat jalan, biaya reparasi kendaraan, biaya administrasi dan biaya lain-lain. Berikut penjelasan mengenai beberapa biaya tersebut :

- a. Biaya Rumah Sakit

Biaya yang dikeluarkan untuk keperluan pemeriksaan dan perawatan medis di rumah sakit akibat luka yang dialami setelah kecelakaan

- b. Biaya Rawat Jalan

Sebagai korban luka ringan yang mengalami goresan, kaki atau tangan terkilir lebih suka menjalani perawatan di rumah dan bukan menjalani perawatan medis. Meskipun mereka tidak membutuhkan biaya perawatan medis, pada kenyataannya mereka mengeluarkan uang untuk proses penyembuhan

- c. Biaya Administrasi

Biaya yang dikeluarkan untuk membayar polis asuransi atau biaya administrasi lainnya

d. Biaya Lain-lain

Biaya lainnya adalah biaya yang tidak termasuk dalam biaya-biaya diatas, seperti pembayaran ke pihak ketiga seperti uang ganti rugi dan lainnya.

Biaya langsung (*direct cost*) bisa didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$DC = RS + RJ + Adm + LL$$

Dimana : DC = Biaya Langsung (*Direct Cost*)

RS = Biaya Rumah Sakit

RJ = Biaya Rawat Jalan

Adm = Biaya Administrasi

LL = Biaya Lain-lain

2. Biaya tidak langsung

Yaitu kerugian yang tak langsung dialami korban akibat kecelakaan seperti biaya akibat hilangnya produktifitas (*Loss of Productivity Cost*) dan *Human Cost*.

Biaya akibat hilangnya produktifitas (*Loss of Productivity Cost*) menyangkut berkurangnya nilai waktu akibat kecelakaan. Besarnya biaya akibat hilangnya produktifitas (*Loss of Productivity Cost*) dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$LPC = (\text{Pendapatan}/22 \text{ hari}) \times \text{lama dirawat}$$

Dimana : LPC : *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

Pendapatan : pendapatan karyawan dalam satu bulan (Rp.)

Human Cost berkaitan dengan perhitungan biaya yang disebabkan oleh faktor psikis dan emosional korban setelah kecelakaan. Menurut Downing (1997) perhitungan *Human Cost* berdasarkan tingkat keparahan korban akibat kecelakaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

a. Untuk kecelakaan dengan korban berat sampai meninggal

$$HC = 38\% \times (DC + LPC)$$

- b. Untuk kecelakaan dengan korban luka sedang

$$HC = 100\% \times (DC+LPC)$$

- c. Untuk kecelakaan dengan korban luka ringan

$$HC = 8\% \times (DC+LPC)$$

Dimana HC = *Human Cost* (Rp.)

DC = *Direct Cost* (Rp)

LPC = *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

Besar biaya kecelakaan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$CC = DC + LPC + HC$$

Dimana : CC = *Casualty Cost* (Rp.)

DC = *Direct Cost* (Rp.)

LPC = *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

HC = *Human Cost* (Rp.)

2.1.6 Metode *Hazard and Operability*

2.1.6.1 Definisi *Hazard and Operability*

Geoff Wells dalam bukunya yang berjudul “*Hazard Identification and Risk Assessment*” memberikan definisi mengenai *Hazard and Operability*, yaitu suatu pemeriksaan secara formal, sistematis pada pengolahan pabrik guna mengidentifikasi bahaya, kegagalan dan masalah pengoperasian dan menilai konsekuensi dari penyimpangan operasi (mal-operasi) tersebut. *Hazard and Operability* merupakan teknik terstruktur yang mencoba untuk mengidentifikasi bahaya dan kebiasaan beroperasi (operabilitas) melalui suatu penelitian formal dengan menggunakan kata kunci tertentu yang disebut sebagai “*Guidewords*” serta menggunakan penyimpangan “*Parameter*” seperti laju alir, suhu, tekanan dan sebagainya (Migas Indonesia/Th. I/Maret 2004).

Sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk melakukan identifikasi risiko dengan metode *Hazard and Operability* ialah dari berbagai keahlian, latar belakang pengalaman dan multi disiplin ilmu. Dalam melakukan *Hazard and Operability*, tim secara sistematis mengidentifikasi setiap kemungkinan penyimpangan dari kondisi operasi yang telah ditetapkan pada suatu sistem, mencari berbagai faktor penyebab

yang memungkinkan timbulnya kondisi abnormal tersebut, kemudian menentukan konsekuensi yang merugikan sebagai akibat terjadinya penyimpangan serta memberikan rekomendasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari potensi risiko yang telah berhasil diidentifikasi. Kata bantu (*guide words*) yang sudah baku digunakan untuk memulai dan memperlancar proses *brainstorming* yang berlangsung saat proses analisa.

2.1.6.2 Karakteristik *Hazard and Operability*

Dalam paper Implementasi metode *Hazard and Operability* pada *Feedwater System* di PT.PJB karangan Anda Iviana Juniani, Lukman Handoko, Cahya Ardie Firmansyah (ITS, 2003) disebutkan bahwa metode *Hazard and Operability* memiliki karakteristik:

1. Sistematis
Hazard and Operability menggunakan struktur atau susunan yang tinggi dengan mengandalkan pada *guide words* dan gagasan tim untuk melanjutkan dan memastikan *safe guards* sesuai atau tidak dengan tempat dan objek yang sedang diuji.
2. Pengkhususan bentuk oleh berbagai macam disiplin ilmu yang dimiliki oleh anggota tim.
3. Dapat digunakan untuk berbagai macam sistem atau prosedur
4. Penggunaannya lebih sebagai sistem pada teknik penafsiran bahaya
5. Perkiraan awal, sehingga mampu menghasilkan kualitas yang baik meskipun kuantitas adalah juga mempengaruhi.

Hazard and Operability digunakan secara bersamaan dalam proses identifikasi *safety hazard* dan juga pada system operasi secara kontinyu, khususnya pada fluida dan juga digunakan secara bersamaan untuk review prosedur serta rangkaian operasi.

2.1.6.3 Tujuan Pelaksanaan *Hazard and Operability*

Sebuah studi *Hazard and Operability* menghasilkan daftar masalah yang diidentifikasi, biasanya dengan beberapa saran untuk perbaikan sistem. Hasilnya dapat diterapkan dalam berbagai cara, bisa sebagai masukan untuk penilaian keselamatan probabilistik, sebagai dasar untuk perubahan desain, sebagai masukan lebih lanjut untuk pengembangan petunjuk operasi dan prosedur untuk digunakan dalam pelatihan,

atau sebagai masukan untuk mengontrol kualitas dan standar manajemen. Tujuan akhirnya ialah untuk menghindari penyimpangan yang dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan (Geoff Wells,1997).

Safety Engineer Career Workshop (2003), menjabarkan bahwa metode *Hazard and Operability* memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk memeriksa kemungkinan penyimpangan berbagai kondisi operasi dan *hazard* yang ada dalam proses dengan menggunakan metodologi identifikasi masalah secara lebih efektif dengan tujuan yang lebih luas.
2. Untuk memastikan bahwa alat / sistem pengaman yang telah diterapkan telah sesuai dan cukup untuk membantu mencegah terjadinya kecelakaan serta mengurangi kemungkinan terjadinya *shutdown* yang tidak terjadwal.
3. Untuk penghematan biaya (khususnya pada proses / *plant* yang baru dibangun), sehingga perubahan / improvisasi aliran proses yang dilakukan pada masa yang akan datang dapat lebih efisien.

2.1.6.4 Terminologi *Hazard and Operability*

Smera Maria Poulouse dan G. Mandhu (2012), dalam jurnalnya yang berjudul “*Hazard and Operability Study for Process Plants: A Generalizes Approach*” menjelaskan Terminologi yang digunakan *Hazard and Operability* sebagai berikut :

1. *Node (Study Node)*
Yaitu bagian peralatan dengan batas-batas tertentu di mana parameter proses digunakan untuk menyelidiki penyimpangan.
2. *Intention*
Yaitu deskripsi atau diagram yang mendefinisikan bagaimana unit/*plant* diharapkan dapat beroperasi tanpa adanya penyimpangan.
3. *Guide Word*
Yaitu kata sederhana yang digunakan untuk memenuhi mengukur *node* dari desain dan untuk membimbing dan merangsang proses *brainstorming*.
4. *Parameter (Process Parameter)*
Yaitu fisik atau sifat kimia yang terkait dengan proses.

5. *Deviation*

Yaitu penyimpangan proses dari design intent yang ada (penggabungan dari *guide word* dan parameter).

6. *Cause*

Yaitu alasan yang dikemukakan mengapa suatu penyimpangan dapat terjadi.

7. *Consequence*

Yaitu akibat atau konsekuensi yang dihasilkan jika terjadi penyimpangan.

8. *Safe Guard*

Yaitu rekayasa sistem atau kontrol administratif yang dirancang untuk mencegah penyebab.

9. *Recommendation*

Yaitu rekomendasi untuk perubahan design, prosedur operasi atau untuk studi lebih lanjut.

2.2 Kajian Literatur Induktif

Kajian literatur induktif merupakan salah satu sub bab yang menyajikan penelitian-penelitian terdahulu yang mengacu pada *Hazard and Operability (Hazard and Operability)*. Adapun penelitian-penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Shimon Eizenberg, et.al. (2006) melakukan penelitian yang menggabungkan *Hazard and Operability* dengan aplikasi simulasi dinamis. Aplikasi yang digunakan adalah software 6.1 Polymath matematika untuk mencari model, kemudian model tersebut diverifikasi menggunakan Matlab. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat program simulasi dinamis untuk pendidikan dan pelatihan identifikasi bahaya menggunakan metode kuantitatif *Hazard and Operability*. Penelitian dilakukan pada sebuah *batch* semi-reaktor dengan melibatkan reaksi eksotermik yang dilakukan dalam *batch* semi-reaktor tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah berupa program untuk skrining sistematis apabila terjadi penyimpangan proses, menentukan nilai ambang batas yang dapat menyebabkan peristiwa tersebut dan memungkinkan pemeriksaan desain tertentu untuk kisaran yang aman yang memadai operasi.

Luraj Labovsky, et.al. (2007) melakukan penelitian terhadap model berbasis *Hazard and Operability* dengan studi kasus pada unit produksi Metil Tersier Butil

Eter (MTBE). Penelitian ini mengintegrasikan pendekatan model matematis dengan *Hazard and Operability*. Analisis didasarkan pada model matematika dari unit proses MTBE dengan menggunakan analisis kelanjutan dan bifurkasi analisis serta simulasi dinamis. Parameter yang digunakan adalah Inlet molar laju alir metanol segar ke dalam reaktor dan inlet laju alir molar metanol segar ke dalam kolom distilasi reaktif. Setelah dilakukan analisis, menunjukkan bahwa diagram solusi untuk kedua parameter stabil. Analisis dinamis menunjukkan adanya penyimpangan yang berpengaruh radikal pada sistem serta terjadi koreksi deviasi terhadap nilai operasi yang dihasilkan terhadap nilai operasi yang telah dirancang. Kemudian *Hazard and Operability* diterapkan guna mengidentifikasi bahaya dari penyimpangan yang terjadi.

M. Ilangkumaran dan P. Thamizhselvan (2009) melakukan penelitian mengenai penerapan integrasi *Hazard and Operability* dengan Fuzzy Linguistik di industri petrokimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki modus kegagalan dalam operasi berbahaya dan memodifikasi proses. *Hazard and Operability* digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dalam proses, kemudian mode kegagalan diurutkan menggunakan Fuzzy berdasarkan faktor risiko dan kepentingan relatif.

Jordi Dunjo, et.al. (2011) melakukan penelitian mengenai studi pemilihan node dalam *Hazard and Operability*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan alat-alat baru dan kriteria untuk melakukan *Hazard and Operability* dalam proses kimia yang berkelanjutan (misalnya, minyak bumi proses). ini terutama didasarkan pada *Hazard and Operability* FIV dari sistem yang berbeda, yang dilakukan oleh tim yang berbeda. ruang lingkup meliputi langkah organisasi studi *Hazard and Operability*, yang pada pokoknya mencakup memilih node yang akan dianalisis dan memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa mereka. kedua aspek tersebut difokuskan pada mendefinisikan dan merencanakan sesi yang akan diperlukan untuk menyelesaikan studi *Hazard and Operability*. Bagian I dari paper ini berfokus pada *tools developing*, pedoman, dan kriteria untuk pemilihan dan ukuran node. metodologi untuk memilih simpul digambarkan dan mathematical model untuk memprediksi jumlah node yang akan dipilih dan estimasi model waktu untuk memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *Hazard and Operability* keseluruhan, dari persiapan dan organisasi sampai rilis laporan draft pertama *Hazard and Operability*.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data-data yang dikumpulkan adalah data profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, proses produksi, alat-alat produksi, data kecelakaan kerja dan level kejadian.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Mekar Armada Jaya atau New Armada merupakan perusahaan yang bergerak dibidang karoseri, merintis usahanya pada tahun 1962. Pada awalnya perusahaan ini adalah usaha milik keluarga Bapak David Herman Jaya (Liem Wan King) yang bernama bengkel “Las Tiga” yang memproduksi beberapa peralatan rumah tangga seperti tempat tidur, meja, kursi, rak piring, teralis, dan pagar yang dibuat dengan bahan baku besi. Bengkel ini terletak di Jalan Prawirokusuman 3 Magelang.

Seiring berjalannya waktu, usaha bengkel las tersebut berubah menjadi usaha karoseri. Pada tahun 1972, dunia transportasi dan otomotif semakin mengalami perkembangan yang ditandai dengan munculnya berbagai jenis kendaraan seperti tipe niaga ringan yang perlu dimodifikasi menjadi *pick-up* dan minibus. Guna mendukung usahanya, perusahaan membeli mesin-mesin untuk melipat lempengan baja yang semula dilakukan secara manual.

Pada tanggal 16 Januari 1981, perusahaan karoseri yang semula berbentuk perusahaan perseorangan diubah menjadi perseroan terbatas dengan nama PT. Mekar Jaya Sakti yang dipimpin oleh direktur yang bernama J. Soentoro dengan akta pendirian nomor 17 oleh notaris Anggraeni Wijaya, SH yang kemudian diadakan perubahan berdasar Akta nomor 24, tanggal 27 April 1981. Nama PT Mekar Jaya

Sakti berubah menjadi PT. Mekar Armada Jaya (PT. MAJ). Pada tanggal 20 Mei 1981 mendapat pengesahan dari Menteri Kehakiman RI berupa SK no. YA/336/18. selanjutnya pada tanggal 30 September 1983, diumumkan ke dalam Berita Negara RI no.78.

PT. Mekar Armada Jaya berkembang menjadi perusahaan *Autobody Manufacturing* yang artinya selain merakit, juga berperan sebagai pembuat komponen untuk beberapa merk mobil seperti Daihatsu, Suzuki, Hino, dan Mercedes Benz. Untuk mendukung usahanya tersebut, maka pada awal tahun 2000, PT. Mekar Armada Jaya Magelang mengadakan berbagai kegiatan yang meliputi karoseri mobil, reparasi, dan penjualan. Seiring dengan meningkatnya usaha yang dilakukan, PT. Mekar Armada Jaya terus memperluas area pabrik, sehingga kini telah menjadi 30 hektar dan bisa memoperasikan lebih dari 1000 karyawan. PT. MAJ juga meningkatkan kapasitas produksinya sebesar 15000 unit. Dengan peningkatan kapasitas produksi ini PT MAJ mulai menggunakan mesin-mesin modern, seperti *oven, spray booth, CNC, copy milling, dan spot welding.*

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi perusahaan PT. Mekar Armada Jaya adalah :

”Menjadi Perusahaan *Autobody Manufacturing, Parts, Komponen Otomotif dan Tools* bermutu Berwawasan Internasional.”

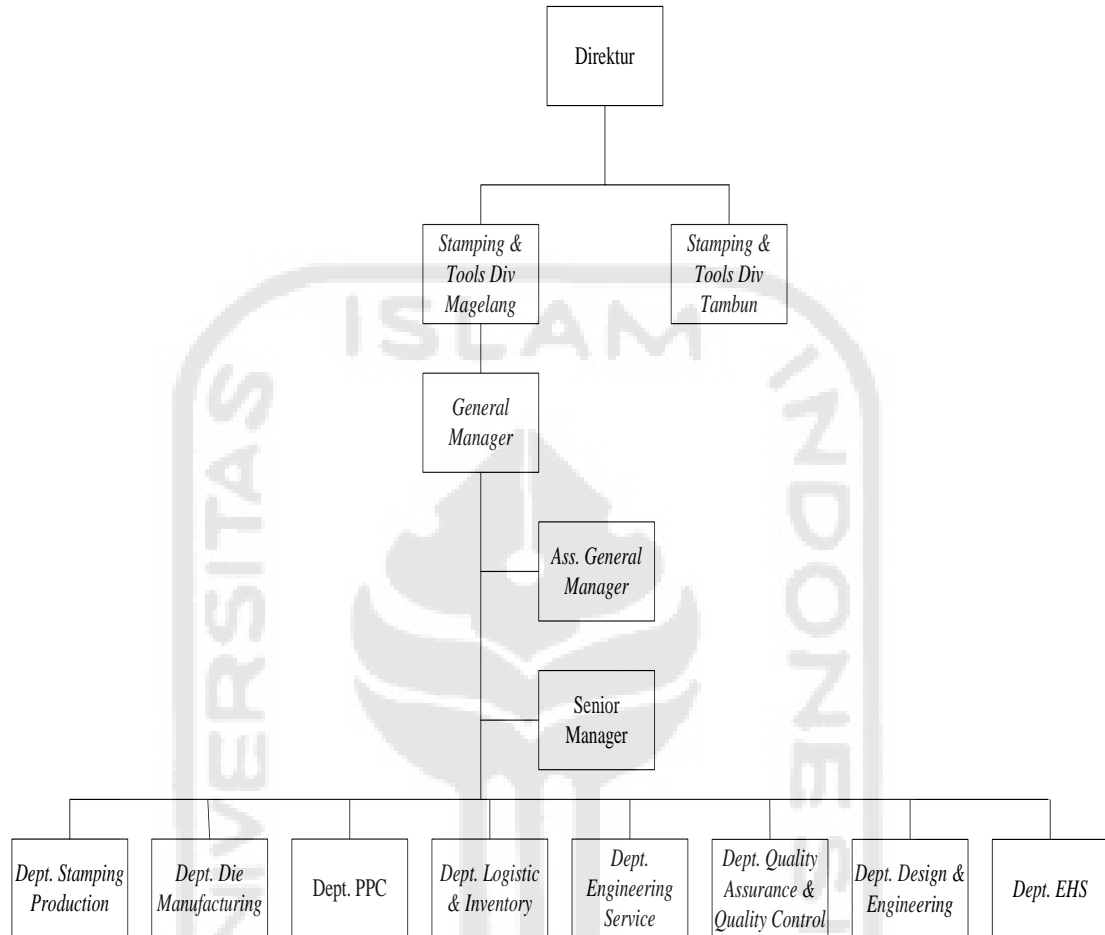
Misi perusahaan PT. Mekar Armada Jaya adalah :

- Mencipta kendaraan yang aman, nyaman dan berkualitas untuk mencapai Kepuasan Pelanggan.
- Memproduksi *Parts, komponen Otomotif dan Tools* bermutu tinggi dengan *Global Quality.*

4.1.3 Struktur Organisasi

Divisi *Stamping and Tools* merupakan divisi yang menaungi dua departemen kegiatan produksi, yaitu: *Die Manufacturing Department* dan *Stamping Production Department* yang keduanya mempunyai lingkup kerja yang berbeda. *Die Manufacturing Department* lingkup kerjanya adalah pembuatan *dies* beserta *accecoriesnya*. Departemen *Stamping Production* lebih kearah pembuatan komponen

berupa part dalam bentuk *pressed part* atau *part* yang dibuat dengan cara pencetakan menggunakan alat berupa mesin *press* dan *attachmentnya* berupa *dies*. Berikut struktur organisasi pada divisi *Stamping and Tools*.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi di Divisi *Stamping and Tools*

4.1.4 Proses Produksi

Divisi *Stamping Tools* dibagi menjadi dua divisi bagian, yaitu Divisi *Stamping Tools* dan Divisi *Stamping Production*. Divisi *Stamping Tools* memiliki beberapa departemen yang bertugas untuk menghasilkan *dies* atau *Dies Maker*. Sedangkan Divisi *Stamping Production* bertugas menghasilkan produk berupa komponen press yang dikerjakan oleh departemen *Pressed Part* dan berbagai komponen order dari luar baik dari intern MAJ yaitu karoseri maupun eksternal MAJ.

Untuk proses produksi komponen ADM sendiri dibedakan menurut produk yang dihasilkan. Namun pada umumnya, proses produksi yang terjadi pada komponen

ADM adalah proses *draw*, *trim*, *pierce*, *cam pierce*, dan proses *finishing* (jika diperlukan), dan untuk beberapa komponen akan mengalami proses *flange* dan *restrike*. Komponen yang akan dibahas proses produksinya lebih lanjut adalah komponen ADM dikarenakan produk ini yang sedang dikerjakan oleh PT MAJ. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing proses tersebut:

1. *Draw*

Proses ini dilakukan untuk membentuk *basic shape* dari komponen. Proses *drawing* dilakukan menggunakan *mesin press* 1000 tons atau *mesin press* 2000 tons. Pada awal proses akan dilakukan pemeriksaan terhadap 3 buah sampel, kemudian setiap 1 jam dilakukan pemeriksaan kembali terhadap 1 sampel.

2. *Trim pierce*

Setelah komponen mempunyai bentuk dasar, kemudian komponen di-*trim* dengan tujuan untuk mendapatkan dimensi yang tepat berdasarkan desain komponen itu sendiri. Pada tahap ini proses *trim* dilakukan bersamaan dengan proses *pierce*. Proses *pierce* merupakan proses pelubangan pada bagian atas komponen. Proses *trim-pierce* ini menggunakan *mesin press* 500 tons. Selama proses berlangsung, dilakukan pemeriksaan seperti proses *drawing*.

3. *Cam Pierce*

Cam pierce merupakan proses dilakukan dari sebelah kiri atau kanan dari komponen tersebut. Untuk komponen Y 2021, *cam piercing* bertujuan untuk menghasilkan *hollow feature* pada bagian kiri komponen. Mesin yang digunakan adalah *mesin press* 600 tons. Pada proses ini juga dilakukan prosedur pemeriksaan yang sama.

4. *Flange*

Flange merupakan proses penekukan bagian pinggir komponen sehingga menjadi tegak lurus.

5. *Restrike*

Restrike merupakan proses penekukan bagian pinggir komponen sekaligus membentuk pinggiran komponen tersebut menjadi berkontur (agak melengkung).

Sedangkan secara umum, urutan proses yang dialami oleh material adalah sebagai berikut:

1. Penerimaan bahan baku

Pada tahap ini, bahan baku diterima dan dibawa ke lantai produksi. Karena bahan baku tersebut siap pakai, maka bahan baku tersebut tidak memerlukan treatment khusus. Material yang datang akan dicek dengan mengambil sampel sebanyak 3 lembar tiap tumpukan. Setelah melewati inspeksi, barulah produksi dapat dimulai.

2. Proses permesinan

Proses pengerjaan material menggunakan mesin 500 Ton, 600 Ton, 1000 Ton, dan 2000 Ton. Urutan proses/mesin yang digunakan berbeda-beda, tergantung komponen yang dihasilkan.

3. *Metal Finish*

Komponen yang dihasilkan yang mungkin kurang sempurna (masih bisa direpair) akan dimasukkan ke bagian metal finish. Begitu juga dengan komponen yang telah mengalami permesinan akhir, akan dimasukkan ke bagian *metal finish* untuk dilakukan penyempurnaan.

4. Pengujian Kualitas

Pengujian kualitas dilakukan dalam 4 tahap, yaitu pengujian kualitas material (sebelum berproduksi), pengujian kualitas pada awal proses (untuk menentukan apakah proses layak untuk diteruskan atau perlu perbaikan), pengujian kualitas setelah *machining* (setiap proses akan mengalami pengujian kualitas secara periodik, biasanya setiap setelah berproduksi selama 1 jam), pengujian kualitas *pre-delivery* (dilakukan pada komponen yang sudah mengalami *metal finish* dan akan *dipacking*), dan pengujian kualitas *delivery* (dilakukan sebelum komponen tersebut *didelivery*)

5. *Packing*

Komponen yang benar-benar lolos pengujian kualitas dan dinyatakan *OK*, akan segera dilakukan *packing*, namun sebelumnya dilakukan pemberian lapisan anti karat (*anti rust*) terhadap komponen tersebut. Komponen yang sudah siap, *dipacking* di *pallet delivery*, kemudian *pallet* tersebut dibungkus rapat dengan plastik. *Pallet* tersebut siap untuk *didelivery* ke

kantor cabang PT. MAJ di Tambun untuk kemudian dibawa ke *customer* (dalam hal ini adalah ADM, yang berlokasi di Bekasi).

4.1.5 Alat-alat Produksi

1. Mesin Press

Untuk membuat komponen Y-series seperti diatas, PT Mekar Armada Jaya menggunakan beberapa mesin press untuk memproduksi *pressed part component*, tiga diantaranya merupakan mesin hidrolis. Mesin-mesin ini digunakan untuk mencetak lembaran plat (material) menjadi suatu bentuk sesuai dengan yang diinginkan. Jenis – jenis mesin press yang digunakan di divisi Stamping Produksi adalah :

a. *Presses Machine 500 ton Mechanic.*

<i>Model</i>	: <i>Straight side double point press</i>
<i>Press Type</i>	: <i>Mechanic</i>
<i>Capacity Press</i>	: 500 kN
<i>Number of Stroke</i>	: 8 – 12 SPM
<i>Shut Height</i>	: 1450mm
<i>Shut Height adjustment</i>	: 410mm
<i>Slide bottom size LR x FB</i>	: 3000mm x 1800mm
<i>Bolster size LR x FB</i>	: 3000mm x 1800mm
<i>Cushion Efective Stroke</i>	: 315mm
<i>Diameter Cushion</i>	: 25mm

b. *Presses Machine 600 ton Hydrolic.*

<i>Model</i>	: <i>Straight side double point press</i>
<i>Press Type</i>	: <i>Hydrolic</i>
<i>Capacity Press</i>	: 600 kN
<i>Number of Stroke</i>	: 12 – 14 SPM
<i>Shut Height</i>	: 1600mm
<i>Shut Height adjustment</i>	: 425mm
<i>Slide bottom size LR x FB</i>	: 3000mm x 2000mm
<i>Bolster size LR x FB</i>	: 3000mm x 2000mm
<i>Cushion Efective Stroke</i>	: 290mm
<i>Diameter Cushion</i>	: 37mm

c. *Presses Machine 1000 ton Hydrolic.*

<i>Model</i>	: <i>Straight side double point press</i>
<i>Press Type</i>	: <i>Hydrolic</i>
<i>Capacity Press</i>	: <i>1000 kN</i>
<i>Shut Height</i>	: <i>1800mm</i>
<i>Slide bottom size LR x FB</i>	: <i>3500mm x 2200mm</i>
<i>Bolster size LR x FB</i>	: <i>3500mm x 2200mm</i>
<i>Cushion Efective Stroke</i>	: <i>400mm</i>
<i>Diameter Cushion</i>	: <i>37mm</i>

d. *Presses Machine 2000 ton Hydrolic.*

<i>Press Type</i>	: <i>Hydrolic</i>
<i>Capacity Press</i>	: <i>2000 kN</i>
<i>Shut Height</i>	: <i>2000mm</i>
<i>Slide bottom size LR x FB</i>	: <i>4500mm x 2500mm</i>
<i>Bolster size LR x FB</i>	: <i>4500mm x 2500mm</i>
<i>Cushion Efective Stroke</i>	: <i>350mm</i>
<i>Diameter Cushion</i>	: <i>37mm</i>

2. *Dies*

Die adalah alat sebuah alat yang digunakan untuk mencetak material yang berupa *sheet plate* menggunakan metode tekanan tinggi dengan sistem hidrolik maupun mekanik dari sebuah mesin press. *Dies* ini diletakkan pada mesin press ketika proses produksi dari *pressed part component* akan dilakukan *Dies* yang digunakan dalam proses produksi *press part component* Y-series adalah milik PT. ADM sendiri. Untuk menghasilkan *press part component* Y-series ADM digunakan 19 jenis *dies*.

Nama dari jenis *dies* yang digunakan didasarkan pada nama produk yang dihasilkan dan prosesnya, yaitu :

- a. *Die 2020 1/3* : *die* untuk proses *draw* pada komponen Y-2020
- b. *Die 2020 2/3* : *die* untuk proses *trim* pada komponen Y-2020
- c. *Die 2020 3/3* : *die* untuk proses *pierce* pada komponen Y-2020
- d. *Die 2021 1/3* : *die* untuk proses *draw* pada komponen Y-2021
- e. *Die 2021 2/3* : *die* untuk proses *trim* pada komponen Y-2021

- f. *Die* 2021 3/3 : *die* untuk proses *pierce* pada komponen Y-2021
- g. *Die* 1069 1/4 : *die* untuk proses *draw* pada komponen Y-1069
- h. *Die* 1069 2/4 : *die* untuk proses *trim pierce* pada komponen Y-1069
- i. *Die* 1069 3/4 : *die* untuk proses *cam pierce* pada komponen Y-1069
- j. *Die* 1069 4/4 : *die* untuk proses *flange* pada komponen Y-1069
- k. *Die* 1218 1/5 : *die* untuk proses *draw* pada komponen Y-1218
- l. *Die* 1218 2/5 : *die* untuk proses *trim pierce* pada komponen Y-1218
- m. *Die* 1218 3/5 : *die* untuk proses *cam pierce* pada komponen Y-1218
- n. *Die* 1218 4/5 : *die* untuk proses *flange* pada komponen Y-1218
- o. *Die* 1218 5/5 : *die* untuk proses *trim pierce* pada komponen Y-1218
- p. *Die* 1110/1 1/4 : *die* untuk proses *draw* pada komponen Y-1110/1
- q. *Die* 1110/1 2/4 : *die* untuk proses *trim pierce* pada komponen Y-1110/1
- r. *Die* 1110/1 3/4 : *die* untuk proses *restrik* pada komponen Y-1110/1
- s. *Die* 1110/1 4/4 : *die* untuk proses *cam pierce* pada komponen Y-1110/1

3. Man Power Produksi

Man power atau operator dalam suatu proses produksi menjadi suatu bagian yang vital, karena ditangan merekalah kegiatan produksi tersebut dilakukan. Kegiatan – kegiatan yang dilakukan mulai dari pengambilan material, pengoperasian mesin, pengecekan kualitas dan sebagainya. Dalam satu shift terdapat 24 operator yang mempunyai tugas dan kewajiban berbeda-beda. Pembagian operatoran tersebut disesuaikan dengan mesin yang digunakan dan bidang keahlian yang dimiliki. Pembagiannya adalah sebagai berikut man power untuk proses produksi adalah :

Pada proses pengepressan pada mesin 1000 Tons dilakukan oleh 4 operator tersebut. Konfigurasi pada tiap mesin adalah sebagai berikut :

- a. Satu orang operator dibantu seorang *Leader* berada di depan mesin bertugas meletakkan material (pada proses pengepressan pertama / proses *draw*) pada *die* yang sudah ditentukan untuk dilakukan pengepressan. Kemudian dua operator yang lainnya bertugas mengambil produk yang sudah dipress dan meletakkannya pada pallet yang sudah disiapkan.

- b. Proses pengepressan pada mesin 500 dan 600 Tons dilakukan oleh 4 operator tersebut. Konfigurasi pada mesin ini adalah sebagai berikut : Satu orang operator dibantu seorang *Leader* berada di depan mesin bertugas meletakkan komponen dari proses sebelumnya pada *die* yang sudah ditentukan untuk dilakukan pengepressan. Kemudian dua operator yang lainnya bertugas mengambil produk yang sudah dipress dan meletakkannya pada pallet yang sudah disiapkan.
- c. Proses pengepressan pada mesin 2000 Tons dilakukan oleh 5 operator tersebut. Konfigurasi pada tiap mesin adalah sebagai berikut : Dua orang operator depan mesin bertugas meletakkan komponen dari proses sebelumnya pada *die* yang sudah ditentukan untuk dilakukan pengepressan. Kemudian dua operator yang lainnya bertugas mengambil produk yang sudah dipress dan meletakkannya pada pallet yang sudah disiapkan. Sedang *Leader* hanya bertugas mengoperasikan mesin press dengan menekan tombol – tombol pada panel mesin press 2000 Tons.

Selain man power produksi, terdapat pula man power non produksi yang dimaksudkan untuk mendukung kegiatan produksi agar tetap berjalan dengan lancar dan cepat maka dibutuhkan beberapa operator pendukung. Operator – operator tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Material Handling*
Material Handling berjumlah dua orang operator. Seorang *Material Handling* bertugas mengambil dan meletakkan hasil proses pengepressan dari satu mesin ke mesin yang lainnya untuk dilakukan proses pengepressan selanjutnya.
- b. *Driver forklif*
Driver forklif berjumlah satu orang operator. Tugas seorang *driver forklift* adalah mengemudikan *forklift* guna memperlancar dan mempercepat alur perjalanan produksi, misalnya mengambil material dari gudang dan mengirim produk *press part* ke bagian *metal finish* untuk dilakukan proses selanjutnya.

c. QC (*Quality Control*)

QC (*Quality Control*) berjumlah satu orang operator. Tugas dari seorang QC (*Quality Control*) adalah mengambil sample disetiap jamnya dari produk yang sedang dikerjakan untuk dilakukan pengujian kualitas.

d. *Maintenance die*

Maintenance die berjumlah dua orang operator. Tugas dari *Maintenance die* adalah memperbaiki *die* yang rusak atau melakukan proses preventif *die* untuk mencegah kerusakan pada *die*. Hal itu dilakukan untuk mencegah atau menekan jumlah produk yang cacat.



4.1.6 Data Kecelakaan Kerja Pada Stasiun Kerja Mesin Press Departemen *Stamping Production* PT. Mekar Armada Jaya

Berikut data-data kecelakaan kerja periode 2010-2011 pada stasiun kerja mesin press departemen *Stamping Production* PT. Mekar Armada Jaya :

Tabel 4.1 Data Kecelakaan Kerja periode 2010-2011

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LOKASI KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	KETERANGAN
1	Harmanto	13 Januari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Sedang	Terjepit Mesin	jari telunjuk tangan kanan terkena mesin press
2	Tri Priyatno	22 Januari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Siku tangan kiri terkena plat
3	Triyawan	27 Januari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Lutut kaki kanan terkena plat
4	Dwi Kustyan	5 Februari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Sedang	Tersayat Tergores	Jari manis tangan kiri terkena plat
5	Eko Wahyudi	19 Februari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Siku tangan kiri terkena plat
6	M. Zankoni	24 Februari 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Siku tangan kanan terkena plat
7	Ahkmad Fediyanto	13 April 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Sedang	Tersayat Tergores	Jari tangan kiri terkena plat
8	Khundori	23 April 2010	<i>M/c Press 2000 Ts</i>	Sedang	Terjepit Mesin	MP menyandarkan tangan kiri pada urethane, setelah menempatkan material diatas <i>die</i> . Ketika slide stroke turun tangan kiri tergecet yang menyebabkan ruas jari kelingking dan manis luka
9	Ari Yuswinto	3 Mei 2010	<i>M/c Press 2000 Ts</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Siku tangan kanan MP menabrak tumpukan komponen dalam pallet ketika akan meletakkan komponen yang sudah diambil, sehingga siku tangan kanan tersayat

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LOKASI KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	KETERANGAN
10	Sumeh	7 Juni 2010	<i>M/c Press 500 Ts</i>	Sedang	Tersayat Tergores	MP memutar badan ke belakang untuk mengambil komponen, pundak MP tersayat ketika menabrak komponen yang diambil MP lain
11	Afi Muzafar	21 Juni 2010	<i>M/c Press 1000 Ts</i>	Kecil	Tersayat Tergores	MP meletakkan komponen diatas <i>dies</i> tetapi komponen meleset jatuh berbalik mengenai dirinya, sehingga MP mengalami luka sayatan pada lengan tangan
12	Sismadi	24 Juli 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Telinga sebelah kiri terkena plat
13	Ari Setiawan	7 September 2010	<i>M/c Press 1000 Ts</i>	Kecil	Tersayat Tergores	MP sedang melakukan pemindahan komponen <i>R/F Rocker Outer 2/3</i> , karena berat MP menggunakan tangan untuk mendorong komponen yang berakibat kaos tangan MP sobek menembus jari telunjuk
14	Edi Masruri	6 Oktober 2010	<i>M/c Press/STP.T</i>	Sedang	Tersayat Tergores	Mata sebelah kanan terkena gram
15	Samsul Arifin	5 November 2010	<i>M/c Press 500 Ts</i>	Sedang	Terjepit Mesin	MP mengambil <i>dies</i> yang akan dikeluarkan dari mesin dengan cara dipegangnya <i>dies</i> tersebut. Tangan MP terjepit antara <i>dies</i> dan <i>hand lift</i>
16	Nanang S	21 Maret 2011	<i>M/c Press 600 Ts</i>	Kecil	Tersayat Tergores	MP mengambil part, tangan kanan menyentuh pinggiran part yang mengakibatkan MP tersayat sepanjang 1,5 cm
17	Yuni Irawan	29 April 2011	<i>M/c Press/STP.T</i>	Sedang	Tersayat Tergores	Mata kanan terkena gram

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LOKASI KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	KETERANGAN
18	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	<i>M/c Press 1000 Ts</i>	Sedang	Tersayat Tergores	Meja mesin 1000 Ts perlahan turun sendiri sedangkan <i>Punch Upper</i> belum <i>center</i> terhadap <i>Button Die Lower</i> akibatnya <i>Punch gompel</i> melesat mengenai pipi MP
19	Dody Setyanto	20 Juli 2011	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Tersayat Tergores	Lengan kanan terkena plat
20	Edi Masruri	5 Agustus 2011	<i>M/c Press 500 Ts</i>	Sedang	Tersayat Tergores	MP memindahkan plat komponen. Plat miring dan meleset mengenai telinga kiri MP
21	Budi Purnomo	15 Agustus 2011	<i>M/c Press/STP.T</i>	Kecil	Terbentur, Tertimpa	Ibu jari kaki kiri kejatuhan plat
22	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	<i>M/c Press 600 Ts</i>	Sedang	Terbentur, Tertimpa	MP melakukan penataan pallet. Pallet jatuh menimpa kaki kanan MP

4.1.7 Level Kejadian

Untuk menentukan level kejadian terhadap keselamatan personal karyawannya (*man power*), PT. Mekar Armada Jaya memberlakukan kriteria sebagai berikut :

- a. Kecil : Operator bisa bekerja lagi, penanganan medis internal
- b. Sedang : Operator perlu istirahat kerja 1-2 hari, penanganan medis di rumah sakit
- c. Besar : Operator tidak bisa bekerja lebih dari 2 hari, opname di rumah sakit

4.2 Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian, tahap selanjutnya adalah tahap pengolahan data. Pada tahap pengolahan data, akan dilakukan perhitungan terhadap biaya kecelakaan yang meliputi biaya langsung dan biaya tidak langsung, diagram pareto. Kemudian implementasi pada *worksheet Hazard and Operability*.

4.2.1 *Worksheet Hazard and Operability*

Berikut evaluasi jenis-jenis kecelakaan kerja kedalam *worksheet Hazard and Operability* untuk dicari penyebab dan bagaimana solusi untuk mengatasi penyebab itu.

Tabel 4.2 *Worksheet Hazard and Operability*

Node	Intention	Guide Word	Parameter	Deviation	Cause	Consequence	Safe guard	Recommen dation	
Aktifitas Pengepresan	Menghasilkan <i>Press part component</i>	<i>Part of</i>	<i>Work Process</i>	Tidak sesuai prosedur	Tidak adanya sensor pengaman pada mesin press Keterangan BAK :	Terjepit Mesin	Sensor pengaman pada mesin	Dipasang sensor pengaman pada mesin	
					13 Januari 2010				Jari telunjuk tangan kanan terkena mesin press
					23 April 2010				MP menyandarkan tangan kiri pada urethane, setelah menempatkan material diatas <i>die</i> . Ketika slide stroke turun tangan kiri tergecet yang menyebabkan ruas jari kelinking dan manis luka

				Desain baju kerja tidak safety Keterangan BAK :				
				22 Januari 2010	Siku tangan kiri terkena plat			
				19 Februari 2010	Siku tangan kiri terkena plat			
				24 Februari 2010	Siku tangan kanan terkena plat			
				3 Mei 2010	Siku tangan kanan MP menabrak tumpukan komponen dalam pallet ketika akan meletakkan komponen yang sudah diambil, sehingga siku tangan kanan tersayat	Tersayat, Tergores	Baju kerja safety	Redesain baju kerja
				21 Juni 2010	MP meletakkan komponen diatas dies			

					tetapi komponen meleset jatuh berbalik mengenai dirinya, sehingga MP mengalami sayatan pada lengan tangan			
				20 Juli 2011	Lengan tangan terkena plat			
				Desain pallet dorong tidak <i>safety</i> Keterangan BAK :				
				27 Januari 2010	Lutut kaki kanan terkena plat	Tersayat, Tergores	Pallet dorong ergonomis	Redesain pallet dorong
				15 Agustus 2011	Ibu jari kaki kiri kejatuhan plat	Terbentur, Tertimpa		
				21 Oktober 2011	MP melakukan penataan pallet. Pallet jatuh menimpa kaki kanan MP			

4.2.2 Biaya Kecelakaan

4.2.2.1 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya kecelakaan langsung (*direct cost*) adalah kerugian materi yang dialami langsung oleh korban yang disebabkan oleh kecelakaan. Kerugian materi yang dimaksud dalam metode *Gross output* adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan setelah kecelakaan seperti biaya rumah sakit, biaya rawat jalan, biaya administrasi dan biaya lain-lain.

PT. Mekar Armada Jaya telah merilis biaya langsung dalam bentuk biaya pengobatan akibat kecelakaan kerja terhadap karyawannya dalam Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode Januari 2010 – Desember 2011 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Biaya Langsung (*Direct Cost*) PT. Mekar Armada Jaya

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	BIAYA PENGOBATAN (DC)
1	Harmanto	13 Januari 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp165,000.00
2	Tri Priyatno	22 Januari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp105,000.00
3	Triyawan	27 Januari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00
4	Dwi Kustyawan	5 Februari 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp55,000.00
5	Eko Wahyudi	19 Februari 210	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00
6	M. Zankoni	24 Februari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00
7	Ahkmad Fediyanto	13-Apr-10	Sedang	Tersayat Tergores	Rp110,000.00
8	Khundori	23 April 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp369,500.00
9	Ari Yuswinto	3 Mei 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp0.00
10	Sumeh	7 Juni 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp110,000.00
11	Afi Muzafar	21 Juni 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp153,000.00
12	Sismadi	24 Juli 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp70,000.00
13	Ari Setiawan	7 September 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00
14	Edi Masruri	6 Oktober 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp58,000.00

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	BIAYA PENGOBATAN (DC)
15	Samsul Arifin	5 November 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp75,000.00
16	Nanang S	21 Maret 2011	Kecil	Tersayat Tergores	Rp75,000.00
17	Yuni Irawan	29 April 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp58,000.00
18	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp35,000.00
19	Dody Setyanto	20 Juli 2011	Kecil	Tersayat Tergores	Rp75,000.00
20	Edi Masruri	5 Agustus 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp135,000.00
21	Budi Purnomo	15 Agustus 2011	Kecil	Terbentur, Tertimpa	Rp35,000.00
22	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	Sedang	Terbentur, Tertimpa	Rp135,000.00

4.2.2.2 Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Metode *Gross Output* digunakan untuk menganalisa biaya kecelakaan. Metode ini menganalisa biaya kecelakaan dalam dua kategori, yaitu biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya sumber daya pada saat kecelakaan terjadi dan biaya-biaya yang diakibatkan oleh hilangnya produktivitas pada masa yang akan datang setelah kecelakaan.

PT. Mekar Armada Jaya memiliki kriteria level kejadian terhadap keselamatan personal karyawannya, yaitu :

- c. Kecil : Operator bisa bekerja lagi, Penanganan medis internal
- d. Sedang : Operator perlu istirahat kerja 1-2 hari, Penanganan medis rumah sakit
- c. Besar : Operator tidak bisa bekerja lebih dari 2 hari, Opname rumah sakit

Biaya kecelakaan tidak langsung merupakan kerugian yang tak langsung dialami korban akibat kecelakaan seperti biaya akibat hilangnya produktifitas (*Loss of Productivity Cost*) dan *Human Cost*.

Untuk menghitung *Loss of Productivity* menggunakan rumus :

$$LPC = \frac{\text{Pendapatan}}{22 \text{ hari}} \times \text{lama dirawat}$$

Perhitungan *Human Cost* berdasarkan tingkat keparahan korban akibat kecelakaan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Untuk kecelakaan dengan korban berat sampai meninggal

$$HC = 38\% \times (DC+LPC)$$

- b. Untuk kecelakaan dengan korban luka sedang

$$HC = 100\% \times (DC+LPC)$$

- c. Untuk kecelakaan dengan korban luka ringan

$$HC = 8\% \times (DC+LPC)$$

Dimana $HC = \text{Human Cost (Rp.)}$

$DC = \text{Direct Cost (Rp.)}$

$LPC = \text{Loss of Productivity Cost (Rp.)}$

Besar biaya kecelakaan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$CC = DC + LPC + HC$$

Dimana : $CC = \text{Casualty Cost (Rp.)}$

$DC = \text{Direct Cost (Rp.)}$

$LPC = \text{Loss of Productivity Cost (Rp.)}$

$HC = \text{Human Cost (Rp.)}$

Berikut perhitungan biaya kecelakaan tidak langsung (*Indirect Cost*) dan biaya kecelakaan (*Casualty Cost*) pada tiap-tiap kecelakaan kerja yang terjadi di departemen *Stamping Production* PT. Mekar Armada Jaya :

1. Harmanto

a. $Direct Cost = \text{Rp } 165.000,00$

- b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{820000}{22} \times 2 = \text{Rp } 74.545,45$$

- c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 100\% \times (\text{Rp } 165.000,00 + \text{Rp } 74.545,45) \\ &= \text{Rp } 239.545,45 \end{aligned}$$

- d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 165.000,00 + \text{Rp } 74.545,45 + \text{Rp } 239.545,45 \\ &= \text{Rp } 479.090,91 \end{aligned}$$

2. Tri Priyatno

a. *Direct Cost* = Rp 105.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{830000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 105.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 8.400,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 105.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 8.400,00 \\ &= \text{Rp } 113.400,00 \end{aligned}$$

3. Triyawan

a. *Direct Cost* = Rp 85.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{820000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 6.800,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 6.800,00 \\ &= \text{Rp } 91.800,00 \end{aligned}$$

4. Dwi Kustyan

a. *Direct Cost* = Rp 55.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{850000}{22} \times 2 = \text{Rp } 77.272,73$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 100\% \times (\text{Rp } 55.000,00 + \text{Rp } 77.272,73) \\ &= \text{Rp } 132.272,73 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 55.000,00 + \text{Rp } 77.272,73 + \text{Rp } 132.272,73 \\ &= \text{Rp } 264.545,45 \end{aligned}$$

5. Eko Wahyudi

a. *Direct Cost* = Rp 85.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{840000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 6.800,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 6.800,00 \\ &= \text{Rp } 91.800,00 \end{aligned}$$

6. M. Zankoni

a. *Direct Cost* = Rp 85.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{830000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 6.800,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 6.800,00 \\ &= \text{Rp } 91.800,00 \end{aligned}$$

7. Ahkmad Fediyanto

a. *Direct Cost* = Rp 110.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{880000}{22} \times 2 = \text{Rp } 80.000,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 100\% \times (\text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 80.000,00) \\ &= \text{Rp } 190.000,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 80.000,00 + \text{Rp } 190.000,00 \\ &= \text{Rp } 380.000,00 \end{aligned}$$

8. Khundori

a. *Direct Cost* = Rp 369.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{910000}{22} \times 2 = \text{Rp } 82.727,27$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 100\% \times (\text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 82.727,27) \\ &= \text{Rp } 452.227,27 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 369.000,00 + \text{Rp } 82.727,27 + \text{Rp } 452.227,27 \\ &= \text{Rp } 904.454,55 \end{aligned}$$

9. Ari Yuswinto

a. *Direct Cost* = Rp 0,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{820000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 0,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 0,00 \\ &= \text{Rp } 0,00 \end{aligned}$$

10. Sumeh

a. *Direct Cost* = Rp 110.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{870000}{22} \times 2 = \text{Rp } 79.090,91$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 100\% \times (\text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 79.090,91) \\ &= \text{Rp } 189.090,91 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 79.090,91 + \text{Rp } 189.090,91 \\ &= \text{Rp } 378.181,82 \end{aligned}$$

11. Afi Muzafar

a. *Direct Cost* = Rp 153.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{860000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 153.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 12.240,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 153.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 12.240,00 \\ &= \text{Rp } 165.240,00 \end{aligned}$$

12. Sismadi

a. *Direct Cost* = Rp 70.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{880000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 70.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 5.600,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 70.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 5.600,00 \\ &= \text{Rp } 75.600,00 \end{aligned}$$

13. Ari Setiawan

a. *Direct Cost* = Rp 85.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{867000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 6.800,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 85.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 6.800,00 \\ &= \text{Rp } 91.800,00 \end{aligned}$$

14. Edi Masruri

a. *Direct Cost* = Rp 58.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{870000}{22} \times 2 = \text{Rp } 79.090,91$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{Rp } 58.000,00 + \text{Rp } 79.090,91) \\ &= \text{Rp } 137.090,91 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 58.000,00 + \text{Rp } 79.090,91 + \text{Rp } 137.090,91 \\ &= \text{Rp } 274.181,82 \end{aligned}$$

15. Samsul Arifin

a. *Direct Cost* = Rp 75.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{890000}{22} \times 2 = \text{Rp } 80.909,09$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{Rp } 75.000,00 + \text{Rp } 80.909,09) \\ &= \text{Rp } 155.909,09 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 75.000,00 + \text{Rp } 80.909,09 + \text{Rp } 155.909,09 \\ &= \text{Rp } 311.818,18 \end{aligned}$$

16. Nanang S

a. *Direct Cost* = Rp 64.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$\text{LPC} = \frac{890000}{22} \times 2 = \text{Rp } 80.909,09$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 100\% \times (\text{Rp } 64.000,00 + \text{Rp } 80.909,09) \\ &= \text{Rp } 144.909,09 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} \text{CC} &= \text{Rp } 64.000,00 + \text{Rp } 80.909,09 + \text{Rp } 144.909,09 \\ &= \text{Rp } 289.818,18 \end{aligned}$$

17. Yuni Irawan

a. *Direct Cost* = Rp 58.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{830000}{22} \times 2 = \text{Rp } 75.454,55$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 100\% \times (\text{Rp } 58.000,00 + \text{Rp } 75.454,55) \\ &= \text{Rp } 133.454,55 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 58.000,00 + \text{Rp } 75.454,55 + \text{Rp } 133.454,55 \\ &= \text{Rp } 266.909,09 \end{aligned}$$

18. Taufik Hidayat

a. *Direct Cost* = Rp 35.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{865000}{22} \times 2 = \text{Rp } 78.636,36$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 100\% \times (\text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 78.636,36) \\ &= \text{Rp } 113.636,36 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 78.636,36 + \text{Rp } 113.636,36 \\ &= \text{Rp } 227.272,73 \end{aligned}$$

19. Dody Setyanto

a. *Direct Cost* = Rp 75.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{880000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 75.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 6.000,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 75.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 6.000,00 \\ &= \text{Rp } 81.000,00 \end{aligned}$$

20. Edi Masruri

a. *Direct Cost* = Rp 135.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{910000}{22} \times 2 = \text{Rp } 82.727,27$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 135.000,00 + \text{Rp } 82.727,27) \\ &= \text{Rp } 217.727,27 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 135.000,00 + \text{Rp } 82.727,27 + \text{Rp } 217.727,27 \\ &= \text{Rp } 435.454,55 \end{aligned}$$

21. Budi Purnomo

a. *Direct Cost* = Rp 35.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{875000}{22} \times 0 = \text{Rp } 0,00$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 8\% \times (\text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 2.800,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 2.800,00 \\ &= \text{Rp } 37.800,00 \end{aligned}$$

22. Rudi Setiawan

a. *Direct Cost* = Rp 135.000,00

b. *Loss of Productivity*

$$LPC = \frac{910000}{22} \times 2 = \text{Rp } 82.727,27$$

c. *Human Cost*

$$\begin{aligned} HC &= 100\% \times (\text{Rp } 135.000,00 + \text{Rp } 82.727,27) \\ &= \text{Rp } 217.727,27 \end{aligned}$$

d. Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*)

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 135.000,00 + \text{Rp } 82.727,27 + \text{Rp } 217.727,27 \\ &= \text{Rp } 435.454,55 \end{aligned}$$

Secara ringkas dapat peneliti tunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.4 Biaya Kecelakaan (*Casualty Cost*) Periode 2010-2011 PT. Mekar Armada Jaya

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	BIAYA PENGOBATAN (DC)	INDIRECT COST		BIAYA KECELAKAAN (CC)
						LPC	HC	
1	Harmanto	13 Januari 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp165,000.00	Rp74,545.45	Rp239,545.45	Rp479,090.91
2	Tri Priyatno	22 Januari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp105,000.00	Rp0.00	Rp8,400.00	Rp113,400.00
3	Triyawan	27 Januari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00	Rp0.00	Rp6,800.00	Rp91,800.00
4	Dwi Kustyan	5 Februari 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp55,000.00	Rp77,272.73	Rp132,272.73	Rp264,545.45
5	Eko Wahyudi	19 Februari 210	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00	Rp0.00	Rp6,800.00	Rp91,800.00
6	M. Zankoni	24 Februari 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00	Rp0.00	Rp6,800.00	Rp91,800.00
7	Ahkmad Fediyanto	13-Apr-10	Sedang	Tersayat Tergores	Rp110,000.00	Rp80,000.00	Rp190,000.00	Rp380,000.00
8	Khundori	23 April 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp369,500.00	Rp82,727.27	Rp452,227.27	Rp904,454.55
9	Ari Yuswinto	3 Mei 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00
10	Sumeh	7 Juni 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp110,000.00	Rp79,090.91	Rp189,090.91	Rp378,181.82

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	BIAYA PENGOBATAN (DC)	INDIRECT COST		BIAYA KECELAKAAN (CC)
						LPC	HC	
11	Afi Muzafar	21 Juni 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp153,000.00	Rp0.00	Rp12,240.00	Rp165,240.00
12	Sismadi	24 Juli 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp70,000.00	Rp0.00	Rp5,600.00	Rp75,600.00
13	Ari Setiawan	7 September 2010	Kecil	Tersayat Tergores	Rp85,000.00	Rp0.00	Rp6,800.00	Rp91,800.00
14	Edi Masruri	6 Oktober 2010	Sedang	Tersayat Tergores	Rp58,000.00	Rp79,090.91	Rp137,090.91	Rp274,181.82
15	Samsul Arifin	5 November 2010	Sedang	Terjepit Mesin	Rp75,000.00	Rp80,909.09	Rp155,909.09	Rp311,818.18
16	Nanang S	17 Februari 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp64,000.00	Rp80,909.09	Rp144,909.09	Rp289,818.18
17	Yuni Irawan	29 April 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp58,000.00	Rp75,454.55	Rp133,454.55	Rp266,909.09
18	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp35,000.00	Rp78,636.36	Rp113,636.36	Rp227,272.73
19	Dody Setyanto	20 Juli 2011	Kecil	Tersayat Tergores	Rp75,000.00	Rp0.00	Rp6,000.00	Rp81,000.00
20	Edi Masruri	5 Agustus 2011	Sedang	Tersayat Tergores	Rp135,000.00	Rp82,727.27	Rp217,727.27	Rp435,454.55
21	Budi Purnomo	15 Agustus 2011	Kecil	Terbentur, Tertimpa	Rp35,000.00	Rp0.00	Rp2,800.00	Rp37,800.00

NO	NAMA	TGL KEJADIAN	LEVEL	KEJADIAN	BIAYA PENGOBATAN (DC)	INDIRECT COST		BIAYA KECELAKAAN (CC)
						LPC	HC	
22	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	Sedang	Terbentur, Tertimpa	Rp135,000.00	Rp82,727.27	Rp217,727.27	Rp435,454.55

Total Direct Cost Rp2,158,500.00

Total Casualty Cost Rp5,278,603.64



4.2.3 Diagram Pareto

Dalam penelitian ini peneliti memfokuskan penelitian pada stasiun kerja mesin press karena perusahaan sedang berupaya untuk mengevaluasi dan menyelesaikan permasalahan kecelakaan guna menurunkan angka kecelakaan pada stasiun kerja ini.

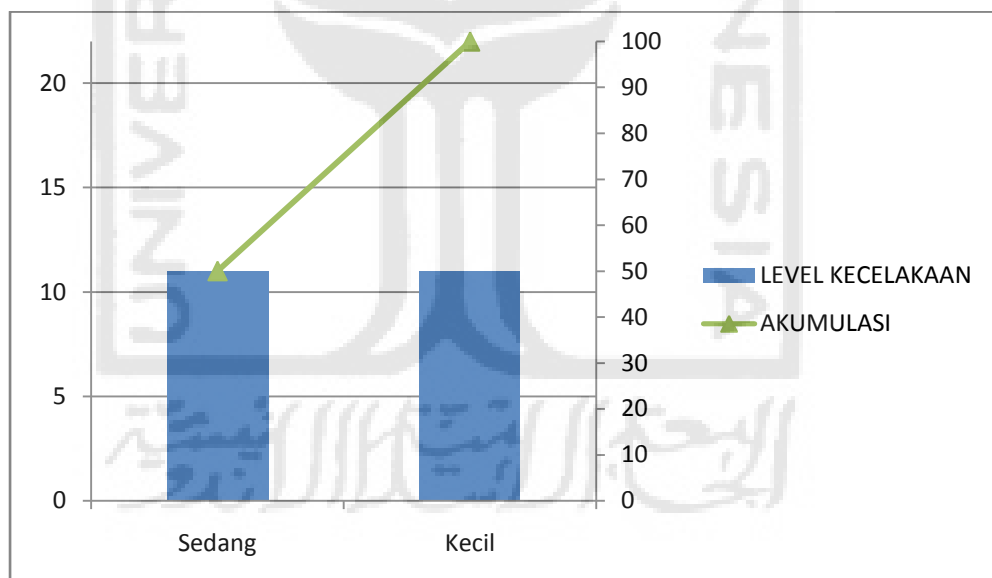
Peneliti mengklasifikasikan jenis kecelakaan yang terjadi di stasiun kerja mesin press dan kerugian biaya yang dialami korban kecelakaan dalam bentuk diagram pareto sebagai berikut :

- a. Berdasarkan Level Kecelakaan

Tabel 4.5 Diagram Pareto Berdasarkan Level Kecelakaan

NO	LEVEL KECELAKAAN	FREKUENSI KEJADIAN	%	AKUMULASI
1	Sedang	11	50	50
2	Kecil	11	50	100
Jumlah		22		

Sumber : Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode 2010-2011 PT. MAJ



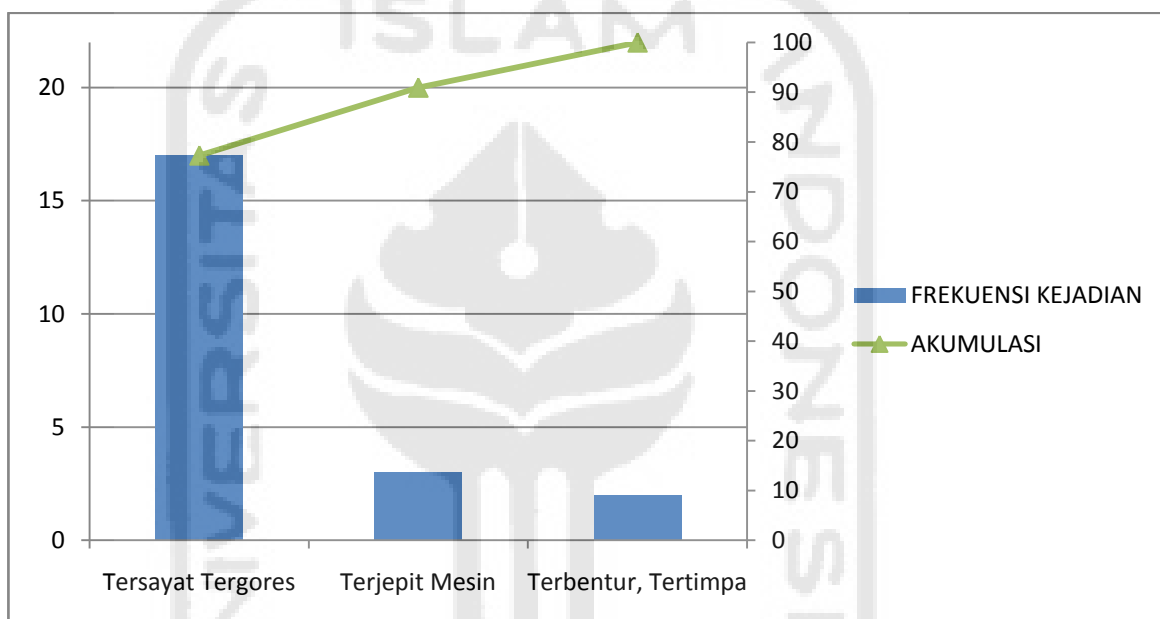
Gambar 4.2 Diagram Pareto Berdasarkan Level Kecelakaan

b. Berdasarkan Jenis Kecelakaan

Tabel 4.6 Diagram Pareto Berdasarkan Jenis Kecelakaan

NO	JENIS KECELAKAAN	FREKUENSI KEJADIAN	%	AKUMULASI
1	Tersayat Tergores	17	77,27	77,27
2	Terjepit Mesin	3	13,64	90,91
3	Terbentur, Tertimpa	2	9,09	100
Jumlah		22		

Sumber : Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode 2010-2011 PT. MAJ

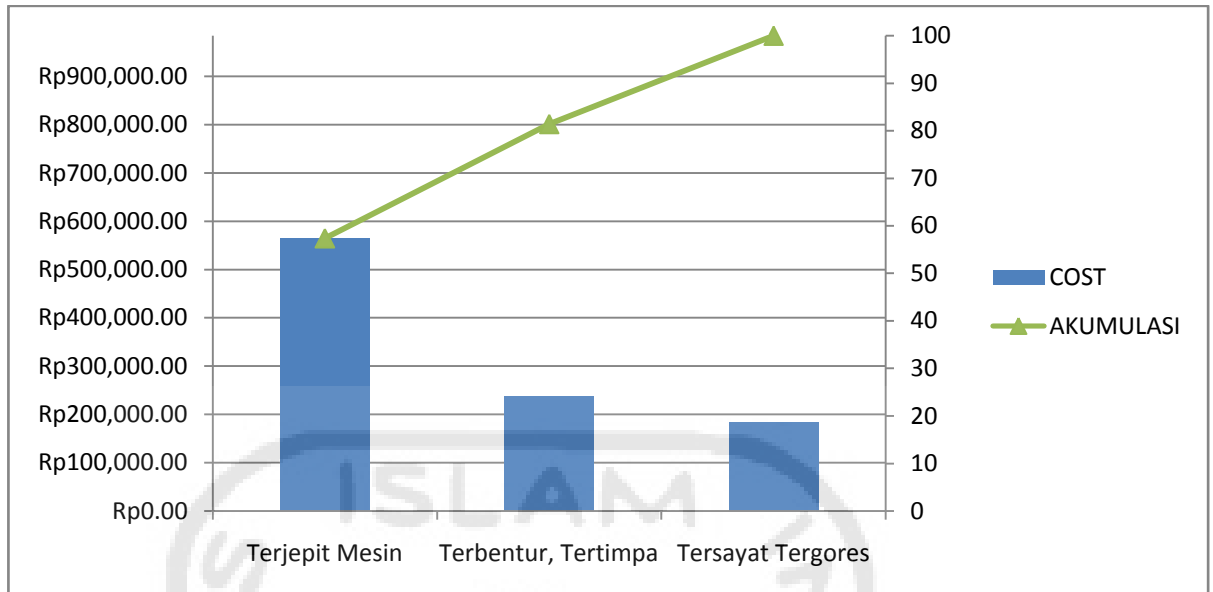


Gambar 4.3 Diagram Pareto Berdasarkan Jenis Kecelakaan

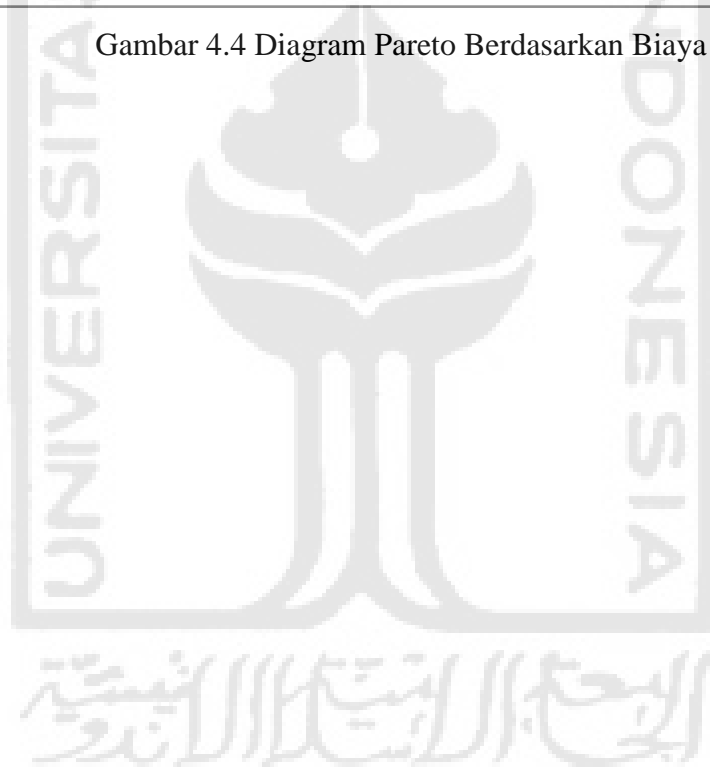
c. Berdasarkan biaya (*cost*)Tabel 4.7 Diagram Pareto Berdasarkan Biaya (*Cost*)

NO	JENIS KECELAKAAN	COST	%	AKUMULASI
1	Terjepit Mesin	Rp565.121,21	57,39	57.39
2	Terbentur, Tertimpa	Rp236.627,27	24,03	81.42
3	Tersayat Tergores	Rp182.940,32	18,58	100
Jumlah		Rp984.688,81		

Sumber : Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja Periode 2010-2011 PT. MAJ



Gambar 4.4 Diagram Pareto Berdasarkan Biaya



BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Worksheet Hazard and Operability

Setelah melakukan *brainstorming* terhadap kecelakaan kerja yang terjadi pada stasiun kerja mesin press periode 2010-2011, didapatkan penyebab-penyebab kecelakaan kerja yang kemudian peneliti masukkan kedalam tabel *Hazard and Operability*. Penyebab-penyebab itu dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Tidak adanya sensor pengaman pada mesin

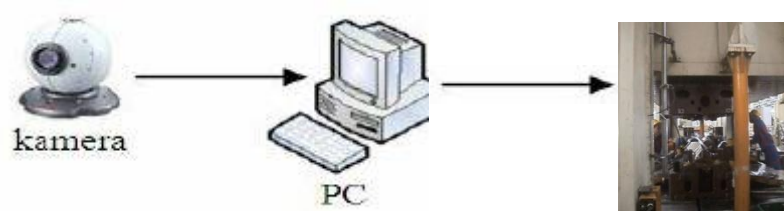
Berdasarkan data kecelakaan kerja PT. MAJ pada periode 2010-2011, terdapat jenis kecelakaan kerja Terjepit mesin yang telah menelan biaya kecelakaan tertinggi meskipun dengan frekuensi kejadian terendah. Oleh karena itu, untuk mencegah keelakaan yang sama terjadi kembali peneliti mengusulkan untuk penambahan sensor pengaman pada mesin.

Terdapat beberapa jenis sensor pengaman, yaitu sensor *infrared*, sensor ultrasonik dan sensor kamera. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, sensor *infrared* dari sisi harga murah namun hanya mampu mendeteksi wilayah yang cukup sempit. Sensor ultrasonik memiliki sudut buka yang cukup besar, sehingga tidak baik untuk menentukan halangan namun radiasi dari sensor ultrasonik tidak berbahaya bagi kesehatan. Sensor kamera dari isi harga cukup mahal, namun dapat mendeteksi wilayah yang cukup luas (Firman 2003:5)

1.1 Perancangan Sistem

Untuk membangun sensor pengaman, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras sistem yang dibangun terdiri dari :

- Komputer PC berbasis Pentium 4
- Kamera *Logitech Quick Cam Express*



PLC Slide Stroke M/c Press

Gambar 5.1 Perancangan Sistem

Gambar 5.1 menunjukkan perancangan sistem dan perangkat keras yang digunakan. Sedangkan perangkat lunak menggunakan jenis program *Efforse Machine Software* dan Ms. Visual C++6.0. Program *Efforse Machine* untuk keperluan pengolahan bahasa pemrograman sedangkan Ms. Visual C++6.0 digunakan untuk keperluan perancangan aplikasi inspeksi visual dan antar muka manusia-mesin atau *Human-Machine Interface (HMI)*.

1.2 Pemodelan Sensor Pengaman

Peneliti membagi tahapan-tahapan dalam pemodelan sensor pengaman, yaitu :

a. Penangkapan citra

Dalam sistem inspeksi secara visual, bagian penangkap citra merupakan tahap yang paling penting. Jenis kamera sangat berpengaruh terhadap penangkapan citra yang akan diproses.

b. Pemrosesan awal

Bagian pemrosesan awal bertujuan untuk mengurangi derau yang terdapat pada citra obyek dan meningkatkan akurasi keluaran.

c. *Enhancement* citra

Pada tahap ini citra obyek diproses untuk memaksimalkan kontras dan untuk memberikan keluaran optimal dari pendeteksian tepi.

Pada mesin press, latar belakang warnanya adalah gelap. Oleh karena itu untuk memaksimalkan citra menggunakan algoritma sebagai berikut:

```

IF (Plama > threshold_value) THEN Pbaru =
Plama+enhance_brightness
ELSE
Pbaru = Plama – enhance_darkness
IF (Pbaru > 255) THEN Pbaru = 255
IF (Pbaru < 0) THEN Pbaru = 0

```

d. Deteksi tepi

Deteksi tepi merupakan garis perpotongan dua permukaan. Menurut Prabuwono et al. 2004, inspeksi visual menunjukkan bahwa suatu obyek dapat direpresentasikan oleh bagian-bagian tepi, dan ada banyak jenis dentifikasi algoritma yang dapat disamaratakan secara mudah menurut ekspresi tepi.

e. Analisis tepi

Setelah analisis tepi, selanjutnya dilakukan analisis tepi dengan membuat dua kategori :

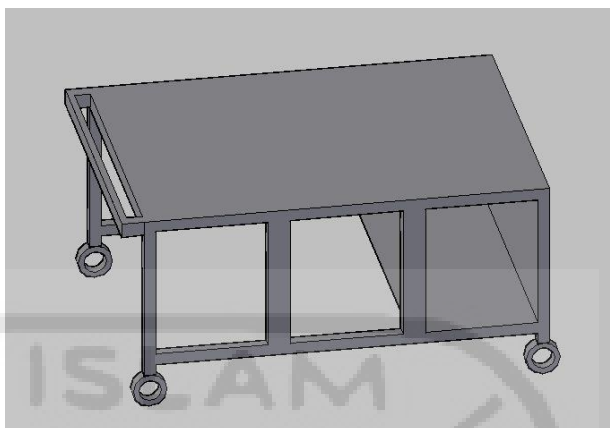
- Kategori pertama : area press bersih tidak terdapat objek
- Kategori kedua : terdapat objek pada area press

Untuk membuat sensor pengaman berbasis penangkapan citra menggunakan kamera ini diperlukan biaya ± Rp 1500.000,00 untuk pembelian kamera tipe *Logitech Quick Cam Express* dan komputer PC Pentium 4. Kelebihan dari sensor pengaman ini adalah apabila terdapat tangan operator yang masih berada pada area pengepresan, makan *slide stroke* mesin tidak akan mengepres (turun) meskipun operator telah menekan tombol ON. Jadi jenis kecelakaan Terjepit mesin dapat dihindari.

2. Desain pallet dorong tidak *safety*

Kecelakaan kerja pada tanggal 15 Agustus 2011 dan 21 Oktober 2011, dimana operator tertimpa plat yang menyebabkan kaki operator cedera. Hal ini menunjukkan perlu adanya perbaikan terhadap tempat peletakan atau

penyimpanan sementara plat tersebut. Tempat penyimpanan sementara disebut juga dengan pallet dorong.



Gambar 5.2 Desain Pallet Dorong Pt. Maj

Dimensi ukuran :

Panjang pallet dorong = 180 cm

Lebar pallet dorong = 135 cm

Tinggi pallet dorong = 70 cm

Tinggi roda = 20 cm

Peneliti melakukan perancangan ulang terhadap desain pallet dorong yang sudah ada dengan berdasarkan antropometri tubuh operator dan menambahkan pagar pengaman disekeliling meja pallet.

Dimensi tubuh operator yang digunakan adalah :

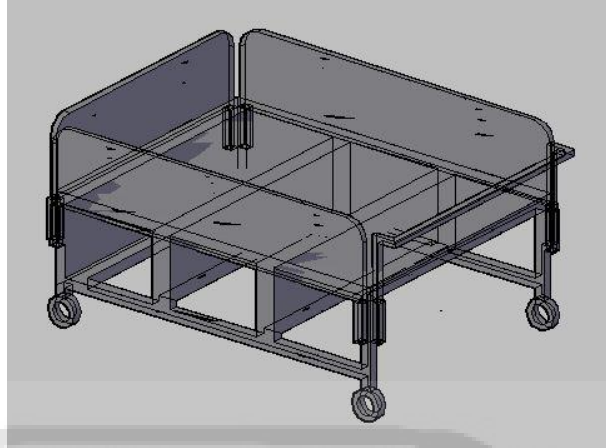
- Tinggi popliteal

Digunakan untuk merancang tinggi meja pallet

- Tinggi siku berdiri

Digunakan untuk merancang tinggi pegangan pallet dorong

Dengan melakukan pengukuran dimensi tubuh terhadap 15 operator, selanjutnya dilakukan penghitungan uji kecukupan, keseragaman, normalitas dan percentil didapatkan desain usulan pallet dorong sebagai berikut :



Gambar 5.3 Desain Usulan Pallet Dorong

Dimensi ukuran :

Panjang pallet dorong	=	180 cm
Lebar pallet dorong	=	135 cm
Tinggi pallet dorong	=	46,7 cm
Tinggi roda	=	20 cm
Tinggi pegangan	=	99,6 cm
Tinggi pagar meja	=	40 cm

Peneliti menggunakan percentil terbesar untuk mengukur tinggi meja pallet dorong (Tpo), dengan alasan agar operator tidak terlalu membungkuk pada saat pengambilan atau peletakan plat yang berada dibawah. Kemudian untuk ukuran tinggi pegangan pallet dorong (Tsb), peneliti menggunakan percentil terkecil yaitu 99,6 cm dengan alasan agar operator yang memiliki dimensi tubuh tidak terlalu tinggi data nyaman dalam menggunakan pallet dorong ini. Tinggi pagar meja pallet dorong = 40 cm, dikarenakan tinggi plat yang direkomendasikan pihak PT. MAJ adalah 40 cm atau sekitar 100 tumpukan plat. (Untuk detail penghitungan pada Lampiran 1)

3. Baju kerja tidak *safety*

Lemahnya faktor pengawasan menjadi sumber utama penyebab kecelakaan kerja akibat faktor kelalaian penggunaan APD. Oleh karenanya untuk mencegah kelalaian ini disarankan pada supervisor produksi untuk selalu mengawasi operator khususnya mengenai sikap kerja dan penggunaan alat-alat pelindung diri dengan benar.

Pada tabel 4.3 pada bab sebelumnya dapat diketahui bahwa kecelakaan kerja dengan mengakibatkan luka Tersayat, Tergores memiliki frekuensi kejadian tertinggi. Dengan melihat tabel 4.2 diketahui banyak kejadian tersayat tergores yang terjadi pada siku atau lengan operator. Oleh karena itu peneliti mengambil fokus kajian pada desain baju kerja operator. Desain baju kerja yang dipakai oleh operator mesin press dapat dilihat pada gambar 5.4



Gambar 5.4 Desain Baju Kerja Operator Mesin Press PT. MAJ

Untuk menghindari tersayat, tergores pada lengan operator, peneliti mengusulkan desain baju lengan panjang. Peneliti mengambil sampel 10 operator untuk diukur dimensi tubuh yang meliputi :

- Lingkar badan (Lib)
- Lebar bahu (Lb)
- Kerung (Kr)
- Panjang lengan (Pl)
- Lingkar pergelangan lengan (Lpl)
- Lingkar leher (Lil)

Desain usulan dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut :



Gambar 5.5 Desain Baju Kerja Usulan

Dimensi Ukuran 1 :

$$\text{Lebar baju} = \frac{1}{2} \text{ lingkar badan} + \text{allowance } 2 \text{ cm} = (89,5 \text{ cm} : 2) + 2 \text{ cm} = 46,75 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang baju} = \text{Tinggi punggung} + \text{allowance } 1,5 \text{ cm} = 57,9 \text{ cm} + 1,5 \text{ cm} = 59,4 \text{ cm}$$

$$\text{Kerung} = (\text{lingkar kerung} : 2) + \text{allowance } 4 \text{ cm} = (44,2 \text{ cm} : 2) + 4 \text{ cm} = 26,1 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar bahu} = 43,4 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang lengan} = 58,2 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar Pergelangan Lengan} = \frac{1}{2} \text{ lebar pergelangan lengan} = 23,1 \text{ cm} : 2 = 11,55 \text{ cm}$$

$$\text{Lingkar leher} = (\text{Lingkar leher} : 2) + \text{allowance } \frac{1}{2} \text{ cm} = (38,4 \text{ cm} : 2) + 1 \text{ cm} = 19,7 \text{ cm}$$

Dimensi Ukuran 2 :

$$\text{Lebar baju} = \frac{1}{2} \text{ lingkar badan} + \text{allowance } 2 \text{ cm} = (103,2 \text{ cm} : 2) + 2 \text{ cm} = 53,6 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang baju} = \text{Tinggi punggung} + \text{allowance } 1,5 \text{ cm} = 66,9 \text{ cm} + 1,5 \text{ cm} = 68,4 \text{ cm}$$

$$\text{Kerung} = (\text{lingkar kerung} : 2) + \text{allowance } 4 \text{ cm} = (51,3 \text{ cm} : 2) + 4 \text{ cm} = 29,65 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar bahu} = 46,1 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang lengan} = 64,3 \text{ cm}$$

Lebar Pergelangan Lengan = $\frac{1}{2}$ lebar pergelangan lengan = $25,1 \text{ cm} : 2 = 12,55 \text{ cm}$

Lingkar leher = (Lingkar leher : 2) + allowance $\frac{1}{2} \text{ cm} = (41,1 \text{ cm} : 2) + 1 \text{ cm} = 21,55 \text{ cm}$

Peneliti membuat 2 desain usulan baju kerja, dengan penghitungan desain baju dan pemberian *allowance* menurut Dra. Uswatun Hasanah, M.Si (2010) dalam bukunya yang berjudul Teknik Membuat Busana. Desain usulan baju kerja ukuran 1, peneliti menggunakan persentil rata-rata. Hal ini ditujukan bagi operator yang memiliki dimensi tubuh rata-rata dan dimensi tubuh operator persentil kecil. Desain usulan baju kerja ukuran 2 menggunakan persentil tertinggi. Hal ini ditujukan bagi operator yang memiliki dimensi tubuh diatas persentil rata-rata.

Bahan kain baju lengan panjang ini peneliti samakan dengan bahan baju lengan pendek yang sudah ada di PT MAJ, dikarenakan bahan kain yang ada sudah kuat dan tahan kusut. Bahan yang dipakai adalah *Drill* atau *Twill*. Dengan memakai baju lengan panjang potensi kecelakaan Tersayat, tergores dapat dikurangi.

(Untuk penghitungan uji kecukupan data, keseragaman, normalitas dan persentil dapat dilihat di ampiran 2)

5.2 Metode Gross Output

Metode *Gross Output* digunakan untuk menganalisa biaya kecelakaan. Metode ini menganalisa biaya kecelakaan dalam dua kategori, yaitu biaya-biaya yang diakibatkan atas hilangnya sumber daya pada saat kecelakaan terjadi dan biaya-biaya yang diakibatkan oleh hilangnya produktivitas pada masa yang akan datang setelah kecelakaan.

PT. Mekar Armada Jaya memiliki kriteria level kejadian terhadap keselamatan personal karyawannya, yaitu :

- a. Kecil : Operator bisa bekerja lagi, Penanganan medis internal
- b. Sedang : Operator perlu istirahat kerja 1-2 hari, Penanganan medis rumah sakit
- c. Besar : Operator tidak bisa bekerja lebih dari 2 hari, Opname rumah sakit

Berikut analisis terhadap biaya kecelakaan kerja menurut metode *Gross Output*:

5.2.1 Analisis perhitungan biaya untuk level kejadian Sedang

Pengambilan sampel analisis adalah Khundori, mengalami kecelakaan kerja pada tanggal 23 April 2010.

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Berdasarkan data Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja PT. Mekar Armada Jaya periode 2010-2011, biaya pengobatan untuk Khundori adalah sebesar Rp 369.500,00

Dari data kecelakaan kerja pada periode 2010-2011 terdapat 11 jenis kecelakaan dengan level kejadian sedang. Didapatkan biaya langsung rata-rata untuk level kejadian sedang sebesar Rp 118.681,82

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.2 *Direct Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang

No	Nama	Biaya Pengobatan (DC)
1	Harmanto	Rp165,000.00
2	Dwi Kustyawan	Rp55,000.00
3	Ahkmad Fediyanto	Rp110,000.00
4	Khundori	Rp369,500.00
5	Sumeh	Rp110,000.00
6	Edi Masruri	Rp58,000.00
7	Samsul Arifin	Rp75,000.00
8	Yuni Irawan	Rp58,000.00
9	Taufik Hidayat	Rp35,000.00
10	Edi Masruri	Rp135,000.00
11	Rudi Setiawan	Rp135,000.00
Total		Rp1,305,500.00
<i>Direct Cost</i> Rata-rata		Rp 118.681,82

2. *Loss of Productivity*

Dari 11 orang yang mengalami kecelakaan kerja dengan level kejadian sedang, semuanya mendapatkan perawatan hingga dianggap memiliki biaya yang disebabkan oleh kehilangan produktivitas (*Loss of Productivity Cost*). Berikut contoh perhitungan *Loss of Productivity Cost* untuk Khundori :

$$LPC = \frac{\text{Pendapatan}}{22 \text{ hari}} \times \text{lama dirawat}$$

$$LPC = \frac{910000}{22} \times 2 = \text{Rp } 82.727,27$$

Dimana : LPC = *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

Pendapatan = penghasilan pekerja dalam 1 bulan (Rp.)

Total biaya *Loss of Productivity Cost* dari semua pekerja yang mengalami kecelakaan pada level sedang dibagi dengan jumlah pekerja yang mengalami kecelakaan pada level sedang. Hasil perhitungan menyebutkan bahwa biaya yang disebabkan oleh kehilangan produktivitas (*Loss of Productivity Cost*) rata-rata yang dikeluarkan oleh pekerja untuk level kecelakaan sedang sebesar Rp 79.380,17. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.3 *Loss Of Productivity Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang

No	Nama	Tanggal Kejadian	<i>Lost Of Productivity Cost</i>
1	Harmanto	13 Januari 2010	Rp 74.545,45
2	Dwi Kustyanan	5 Februari 2010	Rp 77.272,73
3	Ahkmad Fediyanto	13 April 2010	Rp 80.000,00
4	Khundori	23 April 2010	Rp 82.727,27
5	Sumeh	7 Juni 2010	Rp 79.090,91
6	Edi Masruri	6 Oktober 2010	Rp 79.090,91
7	Samsul Arifin	5 November 2011	Rp 80.909,09
8	Yuni Irawan	29 April 2011	Rp 75.454,55
9	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	Rp 78.636,36
10	Edi Masruri	5 Agustus 2011	Rp 82.727,27
11	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	Rp 82.727,27
Total			Rp 873.181,83
LPC Rata-rata			Rp 79.380,17

3. *Human Cost*

Menurut Downing (1997), *Human Cost* untuk korban luka sedang adalah 100% dari total jumlah *Direct Cost* dan *Loss of Productivity Cost*. Berikut contoh perhitungan *Human Cost* untuk Khundori :

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 100\% \times (\text{DC} + \text{LPC}) \\ &= 100\% \times (\text{Rp } 110.000,00 + \text{Rp } 82.727,27) \\ &= \text{Rp } 452.227,27 \end{aligned}$$

Dimana :

HC = *Human Cost* (Rp.)

DC = *Direct Cost* (Rp.)

LPC = *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

Total biaya *Human Cost* dibagi dengan jumlah pekerja yang mengalami kecelakaan pada level kecelakaan sedang. Didapatkan *Human Cost* rata-rata untuk level kecelakaan sedang sebesar Rp 199.880,16. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel 5.4 *Human Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang

No	Nama	Tanggal Kejadian	<i>Human Cost</i>
1	Harmanto	13 Januari 2010	Rp239,545.45
2	Dwi Kustyawan	5 Februari 2010	Rp132,272.73
3	Ahkmad Fediyanto	13 April 2010	Rp190,000.00
4	Khundori	23 April 2010	Rp452,227.27
5	Sumeh	7 Juni 2010	Rp189,090.91
6	Edi Masruri	6 Oktober 2010	Rp137,090.91
7	Samsul Arifin	5 November 2011	Rp155,909.09
8	Yuni Irawan	29 April 2011	Rp133,454.55
9	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	Rp133,636.36
10	Edi Masruri	5 Agustus 2011	Rp217,727.27
11	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	Rp217,727.27
Total <i>Human Cost</i>			Rp2,198,681.81
Rata-rata <i>Human Cost</i>			Rp199,880.16

4. Biaya kecelakaan (*Casualty Cost*)

Biaya kecelakaan (*Casualty Cost*) untuk kecelakaan dengan level kejadian sedang didapat dengan rumus $CC = DC + LPC + HC$

Dimana : $CC = \text{Casualty Cost (Rp.)}$

$HC = \text{Human Cost (Rp.)}$

$DC = \text{Direct Cost (Rp.)}$

$LPC = \text{Loss of Productivity Cost (Rp.)}$

Berikut contoh perhitungan biaya kecelakaan Khundori :

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 369.000,00 + \text{Rp } 82.727,27 + \text{Rp } 452.227,27 \\ &= \text{Rp } 904.454,55 \end{aligned}$$

Jumlah total *Casualty Cost* semua pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level kejadian sedang dibagi dengan jumlah pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level kejadian sedang. Dari hasil perhitungan didapatkan biaya kecelakaan rata-rata untuk pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level sedang adalah sebesar Rp 396.123,97. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5.5 *Casualty Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Sedang

No	Nama	Tanggal Kejadian	<i>Casualty Cost</i>
1	Harmanto	13 Januari 2010	Rp479,090.91
2	Dwi Kustyan	5 Februari 2010	Rp264,545.45
3	Ahkmad Fediyanto	13 April 2010	Rp380,000.00
4	Khundori	23 April 2010	Rp904,454.55
5	Sumeh	7 Juni 2010	Rp378,181.82
6	Edi Masruri	6 Oktober 2010	Rp274,181.82
7	Samsul Arifin	5 November 2011	Rp311,818.18
8	Yuni Irawan	29 April 2011	Rp266,909.09
9	Taufik Hidayat	29 Mei 2011	Rp227,272.73
10	Edi Masruri	5 Agustus 2011	Rp435,454.55
11	Rudi Setiawan	21 Oktober 2011	Rp435,454.55
Total <i>Casualty Cost</i>			Rp4,357,363.65
Rata-rata <i>Casualty Cost</i>			Rp396,123.97

5.2.2 Analisis perhitungan biaya untuk level kejadian Kecil

Pengambilan sampel analisis adalah Afi Muzafar, mengalami kecelakaan kerja pada tanggal 21 Juni 2010.

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Berdasarkan data Laporan Bulanan Kecelakaan Kerja PT. Mekar Armada Jaya periode 2010-2011, biaya pengobatan untuk Afi Muzafar adalah sebesar Rp 153.000,00

Dari data kecelakaan kerja pada periode 2010-2011 terdapat 11 jenis kecelakaan dengan level kejadian kecil. Didapatkan biaya langsung rata-rata untuk level kejadian sedang sebesar Rp 77.545,45

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.5

Tabel 5.6 *Direct Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil

No	Nama	Biaya Pengobatan (DC)
1	Tri Priyatno	Rp105,000.00
2	Triyawan	Rp85,000.00
3	Eko Wahyudi	Rp85,000.00
4	M. Zankoni	Rp85,000.00
5	Ari Yuswinto	Rp0.00
6	Afi Muzafar	Rp153,000.00
7	Sismadi	Rp70,000.00
8	Ari Setiawan	Rp85,000.00
9	Nanang S	Rp75,000.00
10	Dody Setyanto	Rp75,000.00
11	Budi Purnomo	Rp35,000.00
Total <i>Direct Cost</i>		Rp853,000.00
Rata-rata <i>Direct Cost</i>		Rp77,545.45

2. *Loss of Productivity*

Untuk jenis kecelakaan dengan level kecelakaan kecil, pekerja tidak sampai kehilangan hari kerja. Jadi biaya yang disebabkan karenahilangnya produktivitas (*Loss of Productivity Cost*) adalah Rp 0,00.

3. *Human Cost*

Human Cost untuk korban luka kecil adalah 8% dari total jumlah *Direct Cost* dan *Loss of Productivity Cost*. Berikut contoh perhitungan *Human Cost* untuk Afi Muzafar :

$$\begin{aligned} \text{HC} &= 8\% \times (\text{DC} + \text{LPC}) \\ &= 8\% \times (\text{Rp } 153.000,00 + \text{Rp } 0,00) \\ &= \text{Rp } 12.240,00 \end{aligned}$$

Dimana :

HC = *Human Cost* (Rp.)

DC = *Direct Cost* (Rp.)

LPC = *Loss of Productivity Cost* (Rp.)

Total biaya *Human Cost* dibagi dengan jumlah pekerja yang mengalami kecelakaan pada level kecelakaan kecil. Didapatkan *Human Cost* rata-rata untuk level kecelakaan kecil sebesar Rp 18.831,74. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 5.7 *Human Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil

NO	NAMA	Human Cost
1	Tri Priyatno	Rp8,400.00
2	Triyawan	Rp6,800.00
3	Eko Wahyudi	Rp6,800.00
4	M. Zankoni	Rp6,800.00
5	Ari Yuswinto	Rp0.00
6	Afi Muzafar	Rp12,240.00
7	Sismadi	Rp5,600.00
8	Ari Setiawan	Rp6,800.00
9	Nanang S	Rp144,909.09
10	Dody Setyanto	Rp6,000.00
11	Budi Purnomo	Rp2,800.00
Total <i>Human Cost</i>		Rp207,149.09
Rata-rata <i>Human Cost</i>		Rp18,831.74

4. Biaya kecelakaan (*Casualty Cost*)

Biaya kecelakaan (*Casualty Cost*) untuk kecelakaan dengan level kejadian sedang didapat dengan rumus $CC = DC + LPC + HC$

Dimana : $CC = \text{Casualty Cost (Rp.)}$

$HC = \text{Human Cost (Rp.)}$

$DC = \text{Direct Cost (Rp.)}$

$LPC = \text{Loss of Productivity Cost (Rp.)}$

Berikut contoh perhitungan biaya kecelakaan Afi Muzafar :

$$\begin{aligned} CC &= \text{Rp } 153.000,00 + \text{Rp } 0,00 + \text{Rp } 12.240,00 \\ &= \text{Rp } 165.240,00 \end{aligned}$$

Jumlah total *Casualty Cost* semua pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level kejadian kecil dibagi dengan jumlah pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level kejadian kecil. Dari hasil perhitungan didapatkan biaya kecelakaan rata-rata untuk pekerja yang mengalami kecelakaan dengan level kecil adalah sebesar Rp 182.243,03. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.7

Tabel 5.8 *Casualty Cost* Jenis Kecelakaan Dengan Level Kejadian Kecil

NO	NAMA	Casualty Cost
1	Tri Priyatno	Rp113,400.00
2	Triyawan	Rp91,800.00
3	Eko Wahyudi	Rp91,800.00
4	M. Zankoni	Rp91,800.00
5	Ari Yuswinto	Rp0.00
6	Afi Muzafar	Rp165,240.00
7	Sismadi	Rp75,000.00
8	Ari Setiawan	Rp91,800.00
9	Nanang S	Rp289,818.18
10	Dody Setyanto	Rp81,000.00
11	Budi Purnomo	Rp37,800.00
Total <i>Casualty Cost</i>		Rp1,129,458.18
Rata-rata <i>Casualty Cost</i>		Rp188,243.03

5.2.3 Analisis Frekuensi Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kecelakaan

Berdasarkan jenis kecelakaan, terdapat 3 jenis kecelakaan yang terjadi di stasiun kerja Mesin Press, yaitu :

1. Tersayat tergores dengan frekuensi kejadian tertinggi yaitu 17 kali atau 77,3 % dari total semua kejadian kecelakaan
2. Terjepit mesin dengan frekuensi kecelakaan tertinggi kedua yaitu dengan 3 kali kejadian atau 13,6 % dari total semua kejadian kecelakaan
3. Terbentur, tertimpa dengan frekuensi kecelakaan terendah yaitu dengan 2 kali kejadian atau 9,1 % dari total semua kejadian kecelakaan

5.2.4 Analisis Biaya Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kecelakaan

Berdasarkan biaya, dapat dianalisis sebagai berikut :

1. Terjepit Mesin, meskipun frekuensi terjepit mesin hanya 13,6 % namun untuk biaya kerugian yang ditimbulkan adalah yang paling tinggi yaitu rata-rata sebesar Rp 565.121,21 atau 57,4% dari total biaya kerugian akibat kecelakaan.
2. Terbentur, Tertimpa, meskipun frekuensi Terbentur, Tertimpa paling kecil namun dari sisi biaya menempati urutan kedua yaitu dengan rata-rata biaya kecelakaan Rp 236.627,27 atau 24,03% dari total biaya kerugian akibat kecelakaan.
3. Tersayat, Tergores
Meskipun memiliki frekuensi kecelakaan tertinggi, jenis kecelakaan Tersayat, Tergores menimbulkan biaya kecelakaan yang paling rendah yaitu rata-rata Rp 182.940,32 atau 18,6% dari total biaya kerugian akibat kecelakaan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tidak adanya sensor pengaman pada mesin
2. Desain pallet dorong tidak *safety*
3. Baju kerja tidak *safety*

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, rekomendasi penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja yang terjadi pada stasiun kerja mesin press adalah sebagai berikut :

1. Menambahkan sensor pengaman pada mesin press
2. Perubahan desain pallet dorong pada tinggi meja pallet, tinggi pegangan pallet dorong dan penambahan pagar pembatas
3. Perubahan desain baju operator dari lengan pendek menjadi lengan panjang, dengan dimensi baju ukuran 1 dan dimensi baju ukuran 2.

DAFTAR PUSTAKA

- AL Bahar dan Crandall, 1990; Musthafa dan Al Bahar, 1991. *Classification Risk*.
- Baktiyar. 2009. Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja. Hygiene Perusahaan, Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Semarang : Badan Penerbit Undip.
- Dunjo, Jordi. et.al. 2011. Conducting HAZOPs in continuous chemical processes:Part I. Criteria, tools and guidelines for selecting nodes.*Process Safety and Environmental Protection* 89(2011)214-223.
- Eizenberg, Shimon. et.al. 2006. Combining HAZOP with dynamic simulation- Applications for safety education.*Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19 (2006) 754-761.
- Firman. (2003). *Pemetaan Lingkungan dan Navigasi Robot Mobile Menggunakan Sensor Ultrasonik*.Skripsi pada Departemen Teknik Mesin FTI ITB Bandung; Tidak diterbitkan.
- Hasanah, Uswatun.,Dra.MSI. 2010. Teknik Membuat Busana. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya Offset
- Heinrich HW, Peterson D&Roos N. 1980. *Industrial Incident Prevention*, 5th Edition. Mcgraw Hill. New York.
- Herman Darmawi, Drs., 2004. *Manajemen Risiko*. Bumi Aksara
- ILO. 2004.Undang-undang Ketenagakerjaan Indonesia: Major Labour Laws of Indonesia*. Jakarta
- Indonesia. Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
- James, Rob., Wells, Geoff. 1994. Safety reviews and their timing. *J. Loss Prev. Process Ind.*, 1994, Volume 7, Number 1.
- Juniani, Anda Iviana. et.al.2003.Implementasi Metode Hazop (Hazard and Operability) Dalam Proses Identifikasi Bahaya Dan Analisa Risiko Pada

Fedwater System Di Unit Pembangkit Paiton, PT. PJB. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Kardjono SA, Ir. 1984. "Keselamatan Kerja". Jakarta : Grafiti Pers.

Labovsky, Luraj. et.al. 2007. Model-based HAZOP study of a real MTBE plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 20 (2007) 230-237.

Migas Indonesia/Th. 1/Maret/2004

M. Ilangkumaran and P. Thamizhelvan. 2009. Integrated hazard and operability study using fuzzy linguistics approach in petrochemical industry. *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 27 No. 5.

OSHA PSM. 1992. Process Safety Management Guidelines for Compliance. OSHA Publication 3133.

Santoso, G. (2004). Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Prestasi Pustaka, Surabaya.

Smera Maria Poulouse, G Madhu. 2012. Hazop Study for Process Plants: A Generalized Approach. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* Vol.2, Issue 7.

Standars Australia 1999. Guidelines for managing risk in the Australian and New Zealand public sector, Risk Management AZ/NZS 4360 : 2004 Standards Australia, Homebush, NSW

V. John, Kurian. et.al. 2011. Critical Review of a Risk Assessment Method and its Applications. *Interational Conference on Financial Management and Economics IPEDR* vol.11.

Zhao, C., M. Bhusan and V. Venkatasubramanian. 2003. Roles of Ontology in Automated Process Safety Analysis. *Chomput. Chem. Eng.*, 14:341-346. DOI:10.1016/S1570-7946(03)80138-4.

Zhao, C., M. Bhusan and V. Venkatasubramanian. 2005. Phasuite: An Automated Hazop Analysis Tool for Chemical Process Part. I. *Knowl. Eng. Framework Process Safe. Environ. Prot.*, 83:509-532. DOI: 10.1205/psep.04055.

<http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/>





LAMPIRAN

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Desain Pallet Dorong

Tabel 1 Antropometri Responden

No	Nama	Tpo	Tsb
1	Haryda Yogi Septia	46	110.3
2	muhammad fadli rohma	41.7	103.5
3	Roy Rizki Bugiawan	41.3	113.5
4	Agung Budi Hartono	44.6	112.5
5	Ichsan Hndri Dwi P	46.8	108.0
6	Adya Bagus	44.7	101.5
7	Muhammad Khairi Ikromi	43.5	102.5
8	Galih	42.5	106.0
9	Ardiles	37.8	107.0
10	Ariyan Noviyanto	43.5	108.3
11	Herdy Juni Ansyah	41.4	105.0
12	Ikhsan H.	41.9	105.8
13	Yohan Arya Prasetya	41.9	101.0
14	Dodi Sumardi	45	102.0
15	Ardi Wahyu Utama	42.6	103.5

Tabel 2 Uji Kecukupan Data

	Tpo	Tsb
ΣX	645.2	1590.4
ΣX^2	27822.6	168839.1
$(\Sigma X)^2$	416283.04	2529372.16
N	15	15
N'	3.897901712	1.9529528
K		1.96
S		0.05
K/S		39.2

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{(N \cdot \Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

Tabel 3 Uji Keseragaman Data

	Tpo	Tsb
σ	2.24241	3.91252
Mean	43.0133	106.027
BKB	38.5285	98.2016
BKA	47.4981	113.852

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

Tabel 4 Uji Normalitas (SPSS)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tsb	.141	15	.200*	.940	15	.385
Tpo	.156	15	.200*	.955	15	.610

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 5 Percentil

	Tpo	Tsb
P₅	39.3246	99.5906
P₅₀	43.0133	106.027
P₉₅	46.7021	112.463

$$P_5 = \bar{x} - (1,645\sigma)$$

$$P_{50} = \bar{x}$$

$$P_{95} = \bar{x} + (1,645\sigma)$$

Lampiran 2

Desain Baju Kerja

Tabel 1 Antropometri Responden

No	Nama	Lib	Lb	Kr	Pl	Lpl	Tp	Lil
1	Adit	105	46	43	55	25	63	41
2	Gunawan	87	44	42	52	23	51	39
3	Ricko	96	45	49	59	24	57	40
4	Dicky	89	42	42	59	23	46	37
5	Sukri	88	44	44	65	23	61	39
6	Willy	80	41	48	62	22	61	36
7	Amiril Mukminin	96	43	48	59	24	52	38
8	Rangga	88	44	46	60	23	58	39
9	Wahyu	78	44	38	52	21	55	39
10	Okti	91	43	36	57	24	56	38
11	Cahyo	77	41	44	55	21	67	36
12	Danang	99	45	49	54	24	54	40
13	Andi	96	44	48	58	24	62	39
14	Syarif	81	42	44	61	22	64	37
15	Unggul	87	41	43	58	23	56	36
16	Andika	82	42	37	64	22	64	37
17	Indra	101	46	50	59	25	58	41

Tabel 2 Uji Kecukupan Data

	Lib	Lb	Kr	Pl	Lpl	Tp	Lil
ΣX	1521	737	751	989	393	985	652
ΣX^2	137201	31995	33473	57761	9109	57547	25050
$(\Sigma X)^2$	2313441	543169	564001	978121	154449	970225	425104
N	17	17	17	17	17	17	17
N'	12.6	2.1	13.7	6.0	4.0	12.8	2.7
K							1.96
S							0.05
K/S							39.2

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{(N \cdot \Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

Tabel 3 Uji Keseragaman Data

	Lib	Lb	Kr	Pl	Lpl	Tp	Lil
σ	8.4	1.7	4.3	3.7	1.2	5.4	1.7
Mean	89.5	43.4	44.2	58.2	23.1	57.9	38.4
BKB	72.8	40.0	35.6	50.7	20.7	47.0	35.0
BKA	106.2	46.7	52.8	65.7	25.6	68.8	41.7

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

Tabel 4 Uji Normalitas (SPSS)

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Lib	.136	17	.200*	.958	17	.595
Lb	.181	17	.140	.924	17	.172
Kr	.166	17	.200*	.924	17	.175
Pl	.128	17	.200*	.963	17	.688
Lpl	.177	17	.161	.926	17	.186
Tp	.125	17	.200*	.977	17	.927
Lil	.181	17	.140	.924	17	.172

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 5 Percentil

	Lib	Lb	Kr	Pl	Lpl	Tp	Lil
P₅	75.7	40.6	37.1	52.0	21.1	49.0	35.6
P₅₀	89.5	43.4	44.2	58.2	23.1	57.9	38.4
P₉₅	103.2	46.1	51.3	64.3	25.1	66.9	41.1

$$P_5 = \bar{x} - (1,645\sigma)$$

$$P_{50} = \bar{x}$$

$$P_{95} = \bar{x} + (1,645\sigma)$$