

**UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI
TRIM COMP QUARTER INNER LOWER RH DENGAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
DI PT VUTEQ INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program
Studi D-IV Teknik Industri Otomotif di
Politeknik STMI Jakarta**

OLEH:

**NAMA : HANNI ANDANI PUTRI
NIM : 1113086**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2018**

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Hanni Andani Putri
NIM : 1113086
Judul TA : Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Trim Comp Quarter Inner Lower RH Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT vuteq Indonesia
Pembimbing : Dr. Mustofa, ST, MT
Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
25-10-2017	II	Pengajuan Judul dan Bab III	
27-10-2017	III	Revisi Bab III	
30-10-2017	III	Revisi Bab III	
31-10-2017	IV	Acc Bab III, Pengajuan Bab IV	
03-11-2017	IV	Revisi Bab IV	
06-11-2017	IV	Revisi Bab IV	
13-11-2017	IV	Revisi Bab IV	
15-11-2017	IV, V, VI	Acc Bab IV, Pengajuan Bab V & VI	
17-11-2017	V, VI	Revisi Bab V & VI	
20-11-2017	I - VI	Pengajuan Bab I - VI	
21-11-2017	I - VI	Revisi Bab IV	
22-11-2017	I - VI	ACC	

Mengetahui,
Ka Prodi
Teknik Industri Otomotif

(Muhammad Husni ST, MT)

NIP : 19700829-200212.1.001

Pembimbing

Dr. Mustofa, ST, MT

NIP : 19700924-200312.1.001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hanni Andani Putri

NIM : 1113086

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI. Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI TRIM COMP QUARTER INNER LOWER RH DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT VUTEQ INDONESIA.”**

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing maupun asisten dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti di atas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, Juli 2018

Yang Membuat Pernyataan



(Hanni Andani Putri)

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *TRIM
COMP QUARTER INNER LOWER RH* DENGAN METODE
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT
VUTEQ INDONESIA.”**

DISUSUN OLEH:

NAMA : HANNI ANDANI PUTRI

NIM : 1113086

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan
dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Juli 2018

Dosen Pembimbing



(Dr. Mustofa, ST, MT)

NIP. 19700924.200312.2.001

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

“UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *TRIM COMP QUARTER INNER LOWER RH* DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT VUTEQ INDONESIA.”

DISUSUN OLEH:

NAMA : HANNI ANDANI PUTRI

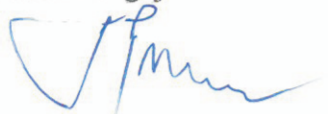
NIM : 1113086

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada
hari Selasa Tanggal 10 Juli 2018

Jakarta, Juli 2018

Dosen Penguji 1



(DR. Ir. Drs. Hasan Sudrajat, MM)

NIP : 19580409 197903 1 002

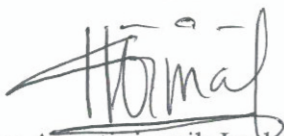
Dosen Penguji 2



(Dianasanti Salati, S.T., M.T.)

NIP : 19810911 200901 2 007

Dosen Penguji 3



(Irma Agustiningih Imdam, SST, M.T.)

NIP : 19720801 200312 2 002

Dosen Penguji 4



(Dr. Mustofa, S.T., M.T.)

NIP : 19700924 200312 1 001

ABSTRAK

PT Vuteq Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri otomotif, dimana perusahaan ini memproduksi *part* otomotif berupa *plastic injection* serta menawarkan pekerjaan di bidang jasa *sub-assembly* untuk berbagai kendaraan roda empat. PT Vuteq Indonesia mempunyai beberapa lini yang mendukung proses produksinya, salah satunya lini *injection* yang menjadi objek penelitian, karena dalam proses produksinya mengalami banyak kegagalan. Kegagalan terbesar terjadi pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* yaitu 784 unit dari total produksi 7.960 unit dengan proporsi cacat yang dihasilkan sebesar 9,85%. Proporsi tersebut melebihi batas cacat yang diperbolehkan perusahaan yang seharusnya hanya sebesar 5% dari jumlah produksi. Jenis kegagalan yang dihasilkan meliputi kegagalan *shortmold*, *flashes/burrry*, *scratch*, *weldline*, *sinkmark*, *flow mark*, dan *black dot*. Dalam permasalahan ini, perlu adanya suatu alat pengendalian kualitas yang diharapkan dapat mengurangi dan mencegah terjadinya kegagalan dalam proses tersebut. Adapun metode yang digunakan adalah *Failure Mode And Effect Analysis* dengan tool *Fishbone Diagram* yang bertujuan untuk mengetahui kegagalan potensial dan penyebab kegagalan potensial berdasarkan nilai RPN. Hasil perhitungan RPN tertinggi didapatkan bahwa potensial kegagalan pada proses adalah karena *runner gate* jarang dibersihkan. Penyebab kegagalan tersebut dijadikan acuan untuk membuat rencana perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H. Upaya perbaikan yang dilakukan tidak hanya pada nilai tertinggi RPN, tetapi semua penyebab kegagalan. Rencana perbaikannya adalah membuat jadwal pembersihan terhadap bagian *runner* pada area *mold*, membuat jadwal *preventive maintenance mold* dan peralatan pendukung proses *injection* yang dilakukan oleh staf *maintenance*, melakukan pengecekan untuk memastikan *setting* parameter telah sesuai, memperbaharui jadwal pengisian material serta melakukan pengecekan material pada *hopper* secara lebih intensif.

Kata kunci : Diagram *Fishbone*, *Failure Process*, FMEA, RPN

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Kualitas	6
2.1.1 Dimensi Kualitas.....	7
2.1.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kualitas.....	9
2.2 Pengendalian Kualitas	11
2.2.1 Tujuan Pengendalian Kualitas.....	13
2.2.2 Manfaat Pengendalian Kualitas.....	13
2.3 Teknik-Teknik Pengukuran Performansi Kualitas.....	14
2.3.1 Lembar Pemeriksaan (<i>Check Sheet</i>).....	14
2.3.2 Diagram Pareto (<i>Pareto Chart</i>).....	15
2.3.3 Diagram Sebab-Akibat (<i>Fishbone Diagram</i>).....	16
2.3.4 Peta Kendali (<i>Control Chart</i>).....	18
2.4 Perhitungan Nilai Sigma	22
2.5 <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	23
2.5.1 Sejarah <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	24
2.5.2 Pengertian <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	24
2.5.3 Tujuan <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	26
2.5.4 Jenis-Jenis <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	27

2.5.5 Langkah Dasar Pembuatan FMEA.....	28
2.5.6 Identifikasi Elemen-Elemen FMEA Proses	30
2.5.7 Menentukan <i>Severity, Occurrence, Detection</i> , dan RPN.....	32
2.5.8 <i>Output</i> dari Proses FMEA	36
2.6 Analisis Masalah dengan Menggunakan 5W+1H.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Sumber Data.....	39
3.1.1 Jenis Data	39
3.1.2 Sumber Data.....	39
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	40
3.3 Teknik Analisis	41
3.3.1 Studi Lapangan	41
3.3.2 Studi Pustaka.....	41
3.3.3 Perumusan Masalah	41
3.3.4 Tujuan Penelitian	41
3.3.5 Pengumpulan Data	41
3.3.6 Pengolahan Data	42
3.3.7 Analisis Masalah.....	43
3.3.8 Kesimpulan dan Saran.....	44
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	47
4.1.1 Sejarah dan Perkembangan Perusahaan	47
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	48
4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan	49
4.1.4 <i>Job Description</i> Perusahaan.....	50
4.1.5 Ketenagakerjaan.....	52
4.1.6 Tata Letak Perusahaan	53
4.1.7 Produk Perusahaan	54
4.1.8 Deskripsi Produk	55
4.1.9 Komponen Produk.....	57
4.1.10 Mesin <i>Plastic Injection</i>	59

4.1.11 Proses Produksi <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	62
4.1.12 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat	66
4.1.13 Data Jenis Cacat <i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	69
4.2 Pengolahan Data	72
4.2.1 Diagram Pareto Produk Cacat untuk <i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	72
4.2.2 Pembuatan Peta Kendali p	73
4.2.3 Perhitungan Nilai Sigma	81
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1 Analisis Pemilihan Produk.....	84
5.2 Analisis Diagram Pareto	84
5.3 Analisis Peta Kendali p	85
5.4 Identifikasi <i>Potential Failure Mode</i> (Potensial Kegagalan) dengan FMEA	86
5.5 Identifikasi <i>Failure Effect</i> (Efek Kegagalan).....	87
5.6 Penentuan Nilai <i>Severity</i>	87
5.7 Identifikasi Penyebab Dari Masalah	89
5.8 Penentuan Nilai <i>Occurance</i>	91
5.9 Identifikasi Pengendalian Proses	93
5.10 Penentuan Nilai <i>Detection</i>	94
5.11 Menghitung Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	95
5.12 Rencana Perbaikan.....	97
5.13 Pendokumentasian P-FMEA yang berhubungan dengan potensial <i>failure mode</i>	101
BAB VI PENUTUP	
6.1 Kesimpulan	103
6.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lembar Kerja <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	29
Tabel 2.2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk <i>Severity</i> dalam FMEA Proses	33
Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk <i>Occurance</i> dalam FMEA Proses	34
Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk <i>Detection</i> dalam FMEA Proses	35
Tabel 2.5 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan	37
Tabel 4.1 Jumlah Produksi dan Cacat Produk <i>Plastic Injection</i> Tipe YL8 ...	67
Tabel 4.2 Data Jenis Cacat <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> Periode Maret-Mei 2017	69
Tabel 4.3 Jenis Cacat dan Jumlah Cacat	72
Tabel 4.4 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari <i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	75
Tabel 4.5 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari <i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> (Revisi)	77
Tabel 4.6 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari <i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> (Revisi ke-II).....	79
Tabel 5.1 <i>Potential Failure Mode</i> pada Proses <i>Injection Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	86
Tabel 5.2 <i>Failure effect</i> Pada Proses <i>Injection Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	87
Tabel 5.3 Kriteria Penentuan nilai <i>severity</i> untuk efek kegagalan pada proses <i>injection</i> produk <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	88
Tabel 5.4 Penentuan nilai <i>severity</i> untuk efek kegagalan pada proses <i>injection</i> produk <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	89
Tabel 5.5 Faktor Penyebab Cacat <i>Shortmold</i>	91
Tabel 5.6 Kriteria nilai <i>occurrence</i> untuk efek kegagalan pada proses <i>injection</i> produk <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	92

Tabel 5.7 Penentuan nilai <i>occurrence</i> untuk efek kegagalan pada proses <i>injection</i> produk <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	93
Tabel 5.8 Pengendalian Proses pada Proses <i>Injection</i>	93
Tabel 5.9 Kriteria kemampuan <i>detection</i> pada proses <i>injection Trim Comp</i> <i>Quarter Inner Lower RH</i>	94
Tabel 5.10 Penentuan nilai <i>detection</i> pada proses <i>injection Trim Comp</i> <i>Quarter Inner Lower RH</i>	95
Tabel 5.11 Penentuan Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	96
Tabel 5.12 Rencana Perbaikan menggunakan 5W+1H	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Check Sheet</i> Produksi Nata De Coco	15
Gambar 2.2 Diagram Pareto.....	16
Gambar 2.3 Diagram Sebab-Akibat (Fishbone).....	17
Gambar 2.4 Peta Kendali p Produksi <i>Roller Conveyer</i>	20
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	45
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Vuteq Indonesia.....	49
Gambar 4.2 Tata Letak (layout) PT Vuteq Indonesia.....	54
Gambar 4.3 Produk PT Vuteq Indonesia	55
Gambar 4.4 Tampak Luar dan dalam Mobil Suzuki Ertiga.....	56
Gambar 4.5 Produk <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	56
Gambar 4.6 <i>Polypropylene</i>	57
Gambar 4.7 <i>Armrest Quarter Lower</i>	58
Gambar 4.8 <i>Silencer Trim Comp Lower</i>	58
Gambar 4.9 <i>Holder seat belt</i>	58
Gambar 4.10 <i>Clamp Jack Handle</i>	59
Gambar 4.11 <i>Lid Jack</i>	59
Gambar 4.12 <i>Clip</i>	59
Gambar 4.13 Mesin <i>Injection Plastic</i> beserta komponen-komponennya	60
Gambar 4.14 Diagram Alir Produksi <i>Trim Comp Quarter Inner</i> <i>Lower RH</i>	63
Gambar 4.15 Proses <i>Injection</i>	65
Gambar 4.16 <i>Joint part</i> yang dipasang pada <i>part Trim Comp Quarter</i> <i>Inner Lower RH</i>	66
Gambar 4.17 Diagram Pareto Jenis Cacat.....	73
Gambar 4.18 Peta Kendali p <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>	77
Gambar 4.19 Peta Kendali p <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> Revisi...	79

Gambar 4.20 Peta Kendali p <i>Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> (Revisi ke-II)	81
Gambar 5.1 <i>Fishbone diagram</i> untuk cacat <i>shortmold</i>	90
Gambar 5.2 Dokumentasi FMEA yang berhubungan dengan <i>Potential</i> <i>Failure Mode</i>	102

DAFTAR PUSTAKA

- A Dale, Timpe. 1993. *Kinerja*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Besterfeild, D.H. 1995. *Total Quality Management*. Prentice Hall. New Jersey.
- Chrysler LLC. 2008. *Potential Failure Mode And Effects Analysis*. Ford Motor Company. General Motor Coporation
- Feigenbaum, Armand V, 2002. *Kendali Mutu Terpadu*. Jakarta: Edisi ketiga.
- Garvin, David A. Managing Quality. 1988. *The Strategic and Competitive Edge*. USA. John Willey & Sons, Inc
- Gaspersz, Vincent, 1998. *Production Planning & Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, Vincent. 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Goetsh, David L. dan Stanley L B. Davis. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: Prenhalindo.
- Juran, J. M. 1992. *Juran Quality By Design*. New York: Free Press.
- Kholil, Muhammad. dan Syukron, Amin. 2013. *Quality for Business Improvement*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Leitch, R. D. 1995. *Reliability Analysis for Engineers*. Oxford: Oxford University Press.
- McDermott, Robin. E, dkk. 2009. *The Basic of FMEA* Edisi 2. CRC Press. United States of America
- Mitra, Amitava. 1993. *Fundamental of Quality Control and Improvement*. Macmillan Publishing Comp. New York.

- Mutis, Thoby. 2004. *Pengembangan Koperasi*. Jakarta: Grasindo.
- Moubray, J. 1997. *Reliability-Centered Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- Pande, Peter. S., dkk. 2003. *The Six Sigma Way*. Cetakan 2. Andi: Yogyakarta
- Purnomo, Hari. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stamatis, D. 2003. *Failure Mode And Effect Analysis: FMEA From Theory To Execution*. Wisconsin: ASQC Quality Press.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik & Manajemen Industri (Edisi Pertama)* Surabaya: Guna Widya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul, **“UPAYA PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI TRIM COMP QUARTER INNER LOWER RH DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT VUTEQ INDONESIA.”** yang ditulis untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya. Ungkapan terimakasih yang pertama saya ucapkan kepada kedua orang tua penulis, Ibunda Sri Wahyuni dan Ayahanda Dadang Purwanto, Kak Danni, serta Wendy yang tiada henti-hentinya berdoa dan memberi motivasi untuk menyelesaikan laporan ini. Kemudian saya ucapkan pula rasa terimakasih saya yang setulus-tulusnya saya sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom., MT. selaku Pembantu Direktur I Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Rinzo Watanabe, selaku *President Director* PT Vuteq Indonesia.
- Bapak Dwi Anggo C dan Nana Permana, selaku bagian HRD PT Vuteq Indonesia.
- Bapak Khairul Tajri, selaku *Quality Manager* PT Vuteq Indonesia sekaligus pembimbing lapangan yang telah banyak membagikan ilmunya kepada penulis.
- Bapak Toyo Gustaman, Bapak Eko Wibowo, Bapak Yudhi, Bapak Asep Saepulloh, Ibu Dwi dan tim *Quality Control Departement* PT Vuteq Indonesia lainnya, atas bimbingan serta saran yang diberikan selama penulis melaksanakan praktik kerja lapangan.

- Karyawan dan operator yang telah membagikan pengalamannya kepada penulis.
- Teman-teman karib SMA YPI “45” Bekasi, terutama Intan Nurhasannah, Euis Khodijah, Siti Aulia Mardiyah, Ilma Naviah Desabrini, Nuraini Rahmatika, Amiratu Syarifah Komalasari, serta Elisa Nurmalita yang selalu memberikan semangat dan motivasi sejak penulis berada dibangku SMA hingga detik ini.
- Teman-teman seperjuangan angkatan 2013, terutama Dewi Ferlya Siswinda, Lidya Febriani, Dita Yulia, Ananda Larassati, Irfariza Afidati, Fadilla Sufri, serta teman-teman lainnya yang selalu memberikan kebersamaan, kekompakan dan kerjasama selama hampir 4 (empat) tahun ini.
- Anisa Fridhea Yusenda, Endah Widiastutik, Suci Rahmawati, Adhe Tri Septianingsih, Maulana Yusuf, Try Setiawan, Mario Caniago, M. Adnan Fauzi, M. Khairul Rahman, Hendra Dwi Putranto, Aditya Ramadhan serta rekan-rekan keluarga besar Lembaga Pers Mahasiswa Industria.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih banyak hal yang perlu disempurnakan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, Juli 2018

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT Vuteq Indonesia merupakan perusahaan industri otomotif yang bergerak di bidang pembuatan komponen otomotif berbahan dasar plastik. Produk injeksi plastik yang dihasilkan diantaranya *lining front fender*, *grille radiator lower*, *cover engine front*, *trim comp quarter inner lower* dan lain-lain. Adapun pelanggan yang menjalin hubungan kerja dengan PT Vuteq Indonesia antara lain PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM), PT Astra Daihatsu Motor (PT ADM), PT Isuzu Astra Motor Indonesia (PT IAMI). Pelanggan PT Vuteq Indonesia merupakan perusahaan besar penghasil kendaraan bermotor roda empat.

PT Vuteq Indonesia dituntut untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Oleh sebab itu, PT Vuteq Indonesia selalu melakukan perbaikan pada setiap elemen perusahaannya, termasuk kegiatan produksi yang dimulai dari kebutuhan bahan baku, kebutuhan tenaga kerja, sistem produksi dan lain sebagainya. Dari berbagai macam produk yang diproduksi, *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* merupakan komponen yang paling banyak diproduksi.

Namun, dari komponen yang diproduksi terdapat permasalahan yang tidak bisa dihindarkan, yaitu banyaknya proporsi cacat yang dihasilkan pada proses *injection* pembuatan *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* sebesar 9,85%. Proporsi tersebut melebihi batas cacat yang diperbolehkan perusahaan yang seharusnya hanya sebesar 5% dari jumlah produksi. Jenis cacat yang dihasilkan pun cukup beragam. Tingginya persentase cacat pada proses *injection Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat menghambat perusahaan dalam rangka meningkatkan dan mengendalikan kualitas untuk mengurangi jumlah cacat yang dihasilkan serta memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu metode yang tepat untuk mencari akar dari penyebab kecacatan untuk menurunkan tingkat kecacatan produk pada perusahaan ini. Metode yang digunakan untuk mengatasi

permasalahan tersebut, yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA merupakan metode yang tepat untuk mengatasi permasalahan perusahaan yang dapat ditangani secara nyata dengan menentukan nilai *risk priority number* (RPN) yang nantinya akan menjadi prioritas referensi perbaikan yang harus dilakukan. Serta menggunakan *tools fishbone diagram*, yaitu suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan untuk menganalisis akar penyebab suatu permasalahan, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang terjadi. Hal ini dapat menjadi sebuah acuan untuk melakukan tindakan perbaikan, sehingga dapat menekan tingkat kegagalan yang akan terjadi di masa yang akan datang dan akhirnya tujuan perusahaan dapat tercapai.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi perusahaan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis-jenis cacat yang dihasilkan dari proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*?
2. Apa penyebab masalah terjadinya kecacatan dalam produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*?
3. Bagaimana penentuan nilai prioritas risiko (*risk priority number*) yang diperoleh dari poin-poin kegagalan yang mungkin terjadi pada saat berlangsungnya proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*?
4. Bagaimana rencana perbaikan dalam mengurangi kecacatan yang terjadi pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah ditentukan, maka dapat disimpulkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan jenis-jenis cacat yang dihasilkan dari proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.
2. Menentukan penyebab masalah terjadinya kecacatan dalam proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.

3. Menghasilkan nilai prioritas risiko (*risk priority number*) yang diperoleh dari poin-poin kegagalan yang mungkin terjadi pada saat berlangsungnya proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.
4. Menghasilkan rencana perbaikan dalam mengurangi kecacatan yang terjadi pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk mengarahkan dan mencegah terjadinya penyimpangan ataupun meluasnya materi pembahasan, maka disusunlah pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* di lini *injection* PT Vuteq Indonesia.
2. Data penelitian yang diambil adalah data produksi dan data cacat produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* selama bulan Maret-Mei 2017.
3. Data pengamatan yang diambil dari PT Vuteq Indonesia adalah dari data bagian *Quality Control* (QC).
4. Alat bantu identifikasi penyebab kegagalan menggunakan diagram Pareto, Peta kendali p, *fishbone diagram*, dan Tabel FMEA.
5. Hal yang berhubungan dengan biaya produksi tidak dibahas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan, dalam menentukan strategi dan pengendalian kualitas pada masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan mutu.

2. Bagi Penulis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan pengendalian kualitas dalam perusahaan serta mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini

didapat secara akademis. Selain itu, dapat mengidentifikasi potensi kegagalan pada proses produksi yang nantinya sebagai masukan bagi perusahaan dalam melakukan kegiatan proses produksi.

3. Bagi Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik dan secara lebih mendalam dan lebih kompleks mengenai metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan tahapan dalam penulisan penelitian ini yang penyusunannya dimaksudkan untuk memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan yaitu mengenai kualitas, manajemen kualitas terpadu, teori dasar dari FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), tahapan analisisnya, serta *tools* yang berkaitan dengan metode tersebut.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menggambarkan tentang langkah-langkah ilmiah pemecahan masalah yang sedang dihadapi, yaitu berisi gambaran mengenai langkah-langkah sistematis untuk pembuatan FMEA, diantaranya: jenis data, sumber data, teknik pengumpulan data, teknik analisis, sampai pada saran dari hasil penelitian yang diperoleh.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi mengenai pengolahan data sekunder yang terdiri dari sejarah umum perusahaan, visi dan misi, jumlah produksi, jumlah cacat produk, diagram alir produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*, pembuatan diagram Pareto, pembuatan peta kendali p, serta perhitungan nilai sigma.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis data yang telah dikumpulkan dan diolah untuk mendapatkan solusi pemecahan. Analisis yang digunakan yaitu analisis menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dan *fishbone diagram*, serta rencana perbaikan yang diberikan.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil tujuan penelitian yang ada pada bab I yang dilakukan berdasarkan pengolahan data. Selain itu, diberikan pula saran-saran yang diperlukan perusahaan serta penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan suatu hal yang sangat penting dan harus diperhatikan. Kualitas adalah salah satu faktor yang mempengaruhi konsumen untuk menentukan produk dan jasa yang digunakan. Konsumen biasanya memilih produk dan jasa yang berkualitas yaitu yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Hal ini mengharuskan perusahaan sebagai produsen untuk mengetahui keinginan dan kebutuhan konsumennya. Sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi konsumen dalam menentukan produk dan jasa yang akan digunakan, komitmen terhadap kualitas produk dan jasa merupakan upaya yang harus dilakukan produsen untuk memenuhi keinginan konsumen.

Faktor utama yang menentukan kinerja suatu perusahaan adalah kualitas barang dan jasa yang dihasilkan. Ada beberapa definisi pengertian kualitas dikutip dalam Ariani (2004), pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang banyak dikenal antara lain:

1. Crosby, (1979) “Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.”
2. Deming, (1982) “Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang.”
3. Juran, (1962) “Kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”
4. Gaspersz, (2001) “Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan dan keunggulan produk yang dapat diukur dari kepuasan pelanggan.”
5. Feigenbaum, (2002) “Kualitas yaitu keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi: *marketing, engineering, manufactur, dan maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut akan sesuai harapan pelanggan.”
6. Goetsh dan Davis (1994) “Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang

memenuhi atau melebihi harapan.”

7. Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Beragam definisi yang dikemukakan para ahli mengenai kualitas, memiliki maksud dan tujuan yang sama yaitu :

- a. Kualitas tidak hanya meliputi produk, tetapi juga jasa, manusia, proses, dan lingkungan.
- b. Kualitas merupakan tujuan yang dicapai dalam memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.
- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah, sehingga membutuhkan suatu usaha untuk meningkatkan kondisi tersebut agar tetap berkualitas.

2.1.1 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas digunakan menganalisis karakteristik suatu barang. Menurut Garvin (1988), dimensi kualitas terbagi menjadi 8 (delapan) dimensi kualitas, yaitu sebagai berikut :

1. Performa (*performance*) berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk. Sebagai misal; performansi dari produk TV bewarna adalah memiliki gambar yang jelas; performansi dari produk mobil adalah akselerasi, kecepatan, kenyamanan, dan pemeliharaan; performansi dari produk jasa penerbangan adalah ketepatan waktu, kenyamanan, ramah tamah, dan lain-lain.
2. Keistimewaan (*features*) merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar dimana berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangan dari produk tersebut. Sebagai misal; *features* untuk produk penerbangan adalah memberikan minuman atau makanan gratis dalam pesawat, pembelian tiket melalui telepon dan penyerahan tiket di rumah,

pelaporan keberangkatan di kota dan diantar ke lapangan terbang (*city check in*); *feature* dari produk mobil seperti atap yang dapat dibuka, dan lain-lain.

3. Keandalan (*reliability*) berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu. Dengan demikian, keandalan merupakan karakteristik yang menggambarkan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan suatu produk, misalnya keandalan mobil adalah kecepatan.
4. Konformansi (*conformance*) berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. Konformansi menggambarkan derajat di mana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformansi terhadap kebutuhan (*conformance to requirements*). Karakteristik ini mengukur banyaknya atau presentase produk yang gagal memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan dan karena itu perlu dikerjakan ulang atau diperbaiki. Sebagai misal; apakah semua intuk mobil untuk model tertentu yang diproduksi berada dalam rentang dan toleransi yang dapat diterima: $30 \pm 0,01$ inci.
5. Daya tahan (*durability*) merupakan masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk tersebut. Sebagai misal; pelanggan akan membeli ban mobil berdasarkan daya tahan yang dihasilkan oleh ban tersebut sehingga ban-ban mobil yang memiliki masa pakai yang lebih lama akan menjadi salah satu karakteristik yang dipertimbangkan oleh pelanggan dalam membeli suatu produk.
6. Kemampuan pelayanan (*service ability*) merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan atau kesopanan dalam melayani pelanggan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan. Sebagai misal; saat ini banyak perusahaan otomotif yang memberikan pelayanan perawatan atau perbaikan mobil sepanjang hari (24 jam) atau permintaan pelayanan melalui telepon dan perbaikan mobil dilakukan di rumah.
7. Estetika (*esthetics*) merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan

refleksi dari preferensi atau pilihan individual. Dengan demikian, estetika dari suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi dan mencakup karakteristik tertentu, seperti keelokan, kemulusan, suara yang merdu, selera, dan lain-lain.

8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*) merupakan karakteristik yang bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengonsumsi produk, seperti meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berkaitan dengan reputasi (*brand name-image*). Sebagai misal; seseorang akan membeli produk-produk dengan merk Samsung karena memiliki persepsi bahwa produk-produk dengan merk Samsung adalah produk yang berkualitas, meskipun orang tersebut belum pernah menggunakan produk-produk dengan merk Samsung.

2.1.2 Faktor-faktor yang Memengaruhi Kualitas

Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh 9 bidang dasar atau 9M. Pada masa sekarang ini industri disetiap bidang bergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produksi melalui suatu cara yang tidak pernah dialami dalam periode sebelumnya (Feigenbaum, 2002):

1. Market (Pasar)

Jumlah produk baru dan baik yang ditawarkan di pasar terus bertumbuh pada laju yang eksplosif. Konsumen diarahkan untuk mempercayai bahwa ada sebuah produk yang dapat memenuhi hampir setiap kebutuhan. Pada masa sekarang konsumen meminta dan memperoleh produk yang lebih baik dalam memenuhi keinginannya. Pasar menjadi lebih besar ruang lingkupnya dan secara fungsional lebih terspesialisasi di dalam barang yang ditawarkan.

2. Money (Uang)

Meningkatnya persaingan dalam banyak bidang bersamaan dengan fluktuasi ekonomi dunia, telah menurunkan batas (margin) laba. Pada waktu yang bersamaan, kebutuhan akan otomatisasi dan pemekanisan mendorong pengeluaran biaya yang besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Penambahan investasi pabrik, harus dibayar melalui naiknya produktivitas yang menimbulkan kerugian besar dalam berproduksi. Hal ini disebabkan oleh

barang cacat dan pengulangan kerja yang sangat serius. Kenyataan ini memfokuskan perhatian pada manajer pada bidang biaya kualitas sebagai salah satu dari “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

3. *Management (manajemen)*

Tanggung jawab kualitas telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus. Sekarang bagian pemasaran melalui fungsi perencanaan produknya, harus membuat persyaratan produk. Bagian perancangan bertanggung jawab merancang produk yang akan memenuhi persyaratan itu. Bagian produksi mengembangkan dan memperbaiki kembali proses untuk memberikan kemampuan yang cukup dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi rancangan. Bagian pengendalian kualitas merencanakan pengukuran kualitas pada seluruh aliran proses yang menjamin bahwa hasil akhir memenuhi persyaratan kualitas dan kualitas pelayanan, setelah produk sampai pada konsumen menjadi bagian yang penting dari paket produk total.

4. *Man (Manusia)*

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan seluruh bidang baru seperti elektronika komputer menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja dengan pengetahuan khusus. Pada waktu yang sama situasi ini menciptakan permintaan akan ahli teknik sistem yang akan mengajak semua bidang spesialisasi untuk bersama merencanakan, menciptakan dan mengoperasikan berbagai sistem yang akan menjamin suatu hasil yang diinginkan.

5. *Material (Bahan)*

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memilih bahan dengan batasan yang lebih ketat daripada sebelumnya. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

6. *Motivation (Motivasi)*

Penelitian tentang motivasi manusia menunjukkan bahwa sebagai hadiah tambahan uang, para pekerja masa kini memerlukan sesuatu yang memperkuat

rasa keberhasilan di dalam pekerjaan mereka dan pengakuan bahwa mereka secara pribadi memerlukan sumbangan atas tercapainya tujuan perusahaan.

7. *Machine and Mechanization* (Mesin dan Mekanisasi)

Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya dan volume produksi untuk memuaskan pelanggan telah mendorong penggunaan perlengkapan pabrik yang menjadi lebih rumit dan tergantung pada kualitas bahan yang dimasukkan ke dalam mesin tersebut. Kualitas yang baik menjadi faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat digunakan sepenuhnya.

8. *Modern Information Metode* (Metode Informasi Modern)

Evolusi teknologi komputer membuka kemungkinan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil kembali, memanipulasi informasi pada skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Teknologi informasi yang baru ini menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama proses produksi dan mengendalikan produk bahkan setelah produk sampai ke konsumen.

9. *Mounting Product Requirement* (Persyaratan Proses Produksi)

Kemajuan yang pesat dalam perancangan produk, memerlukan pengendalian yang lebih ketat pada seluruh proses pembuatan produk. Meningkatnya persyaratan prestasi yang lebih tinggi bagi produk menekankan pentingnya keamanan dan keterandalan produk.

2.2 **Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas merupakan suatu teknik yang dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Adapun pengertian pengendalian menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Sofjan (1998), “Pengendalian kualitas adalah pengawasan mutu, merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas barang yang dihasilkan, agar

sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.”

2. Gasperz (1998), “Pengendalian Kualitas adalah teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan.”

Berdasarkan pengertian pengendalian kualitas diatas, dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu tindakan terencana berupa pengawasan, mengkoreksi, menganalisa dan memperbaiki kesalahan-kesalahan dalam proses produksi yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen. Pengendalian kualitas dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. *On-line Quality Control*

Merupakan pengendalian kualitas pada saat proses produksi sedang berjalan, seperti pendiagnosaan dan penyesuaian proses, pengontrolan proses, dan inspeksi hasil proses.

2. *Off-line Quality Control*

Merupakan usaha-usaha yang bertujuan mengoptimalkan rancangan proses dan produk sebagai pendukung usaha *on-line quality control*. *Off-line quality control* ini dilakukan sebelum dan sesudah proses.

Menurut Juran (1992), pengendalian kualitas terdiri dari tiga aspek yang dikenal dengan konsep trilogi kualitas, yaitu:

1. *Quality Planning* (Perencanaan Kualitas)

Sebuah pendefinisian kualitas produk sebuah proyek yang memerlukan panduan yang telah didefinisikan oleh *top management*. Perencanaan kualitas merupakan proses untuk merencanakan kualitas sesuai dengan tujuan. Pada tahapan ini produsen harus :

- a. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen, baik konsumen *internal* maupun *eksternal*;
- b. Merancang produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen;
- c. Merancang proses produksi untuk kebutuhan tersebut;

- d. Proses produksi harus sesuai dengan spesifikasi.
- 2. *Quality Control* (Pengendalian Kualitas)
Pengendalian kualitas produk pada saat proses produksi. Pada tahapan ini produsen harus :
 - a. Mengidentifikasi faktor kritis yang harus dikendalikan yang berpengaruh pada kualitas.
 - b. Mengembangkan alat dan metode pengukurannya.
 - c. Mengembangkan standar bagi faktor kritis.
- 3. *Quality Improvement* (Perbaikan Kualitas)
Kegiatan ini dilakukan jika ditemui ketidaksesuaian antara kondisi aktual dengan kondisi standar serta untuk mencapai tingkat kinerja yang lebih tinggi.

2.2.1 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan dari pengendalian kualitas menurut Assauri (1998) adalah:

- 1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan .
- 2. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
- 3. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
- 4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

2.2.2 Manfaat Pengendalian Kualitas

Manfaat dari sistem pengendalian kualitas (Mutis, 2004) adalah :

- 1. Suatu struktur sistem pengendalian kualitas yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada. Dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
- 2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
- 3. Dapat memperbaiki produktivitas, mengurangi *scrap*, dan pengerjaan ulang.

2.3 Teknik-teknik Pengukuran Performansi Kualitas

Hasil dari pengukuran kualitas merupakan landasan dalam membuat kebijakan perbaikan kualitas secara keseluruhan dalam proses bisnis. Dalam melaksanakan pengukuran performansi kualitas, pada dasarnya harus diperhatikan aspek internal dan aspek eksternal suatu organisasi (Gasperz, 1998). Dalam organisasi bisnis, aspek internal dapat berupa tingkat kecacatan produk, biaya-biaya yang harus dikeluarkan dikarenakan adanya pengerjaan ulang, cacat produk, dan lain-lain, sedangkan aspek eksternal dapat berupa kepuasan pelanggan, pangsa pasar, dan lain-lain. Terdapat berbagai teknik perbaikan kualitas yang dapat digunakan oleh suatu perusahaan untuk mengetahui masalah utama terjadinya penyimpangan yang menyebabkan adanya produk cacat.

2.3.1 Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*) merupakan lembar pengumpulan data dalam bentuk tabel yang dibuat untuk mempermudah pengumpulan dan penggunaan data (Purnomo, 2004). Bentuk dan isinya disesuaikan dengan kebutuhan maupun kondisi kerja yang ada. Didalam pengumpulan data maka data yang diambil harus benar-benar sesuai dengan kebutuhan analisis (Sritomo, 2003). Tujuan dari pembuatan lembar pengecekan adalah menjamin bahwa data dikumpulkan secara teliti dan akurat oleh karyawan operasional untuk diadakan pengendalian proses dan penyelesaian masalah. Data dalam lembar pengecekan tersebut nantinya akan digunakan dan dianalisis secara cepat dan mudah.

Sebelum dituangkan dalam lembar pengecekan, data yang kita peroleh perlu diteliti terlebih dahulu dengan mempertimbangkan sebagai berikut:

- a. Bisa mengungkapkan fakta secara lengkap
- b. Sesuai dengan fakta yang sebenarnya

Manfaat dari pembuatan *check sheet* adalah:

- a. Memudahkan dalam pemeriksaan,
- b. Adanya catatan kegiatan dan kejadian yang telah berlangsung,
- c. Memudahkan membuat rekapitulasi
- d. Memudahkan dalam analisis

Adapun contoh lembar pemeriksaan (*check sheet*) dapat dilihat pada Gambar 2.1

Contoh *check sheet* dalam produksi nata de coco

Product : Nata de coco Tanggal : 14/05/2007
Shift : 2 Supervisor : Agus
Line : 2 Tanda tangan : _____
Jumlah/Batch : 100

Jenis kerusakan	Jumlah	Total
Isi kurang	III	4
Bocor	II	2
Posisi tutup miring	III	3
Cembung	I	1

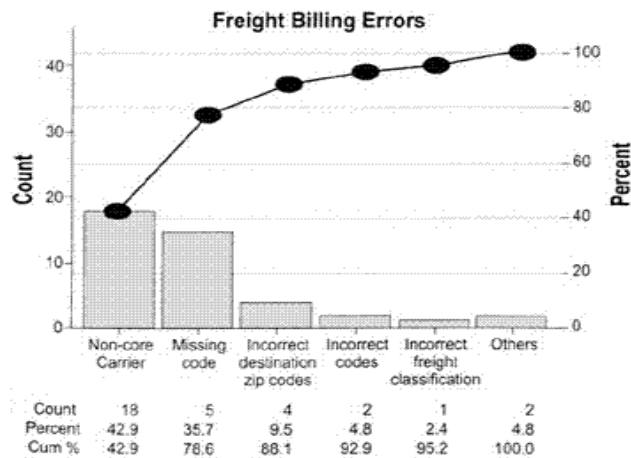
Keterangan :
Terjadi pada akhir batch

Gambar 2.1 *Check Sheet* Produksi Nata De Coco
(Sumber : Gasperzs, 1998)

2.3.2 Diagram Pareto (*Pareto Chart*)

Diagram Pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848–1923). Diagram ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri kekanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah). Diagram Pareto untuk mengidentifikasi beberapa isu vital dengan menerapkan aturan perbandingan 80:20, artinya 80% peningkatan dapat dicapai dengan memecahkan 20% masalah terpenting yang dihadapi. Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), proses penyusunan diagram Pareto ada enam langkah, yaitu:

- Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data.
- Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik.
- Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- Merangkum data dan membuat rangking kategori dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- Menggambar diagram batang menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Adapun diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram Pareto
(Sumber: George, 2005)

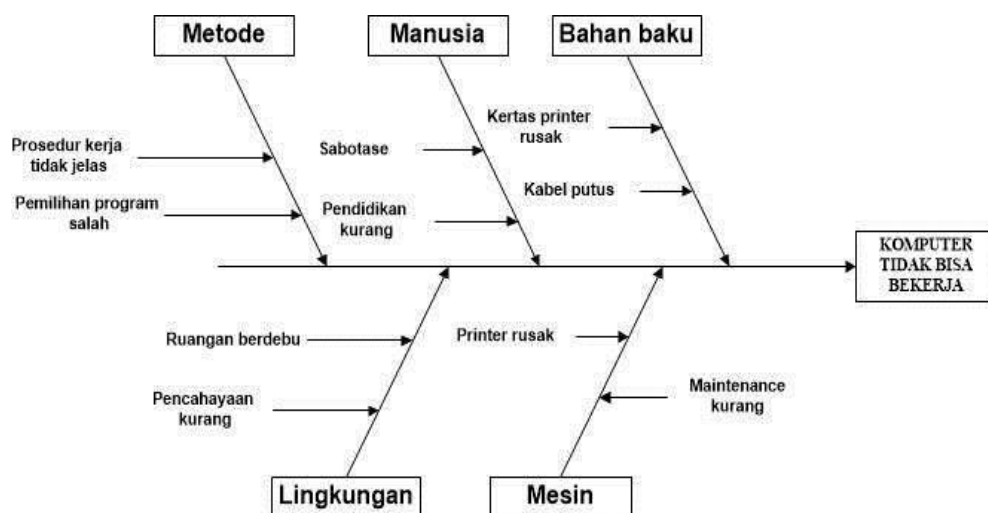
2.3.3 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) atau sering disebut sebagai “diagram tulang ikan” (*fishbone diagram*) atau diagram Ishikawa (*Ishikawa diagram*), sesuai dengan nama Prof. Kaoru ishikawa dari Jepang adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi di mana terdapat pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah, dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat. Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab-akibat (Gasperz, 1998), antara lain:

- Menemukan masalah yang terjadi dan mengungkapkan masalah tersebut sebagai suatu pernyataan masalah.
- Temukan penyebab-penyebab yang mungkin dengan menggunakan teknik *brainstorming* atau membentuk anggota tim yang memiliki ide-ide yang berkaitan dengan masalah yang sedang dihadapi.
- Gambarkan diagram dengan pernyataan mengenai masalah untuk ditempatkan pada sisi kanan (membentuk kepala ikan), dan kategori utama, seperti bahan baku, metode, manusia, mesin, pengukuran, dan lingkungan ditempatkan pada

cabang utama (membentuk tulang-tulang besar dari ikan). Kategori utama dapat diubah sesuai kebutuhan.

- d. Tetapkan setiap penyebab dalam kategori utama yang sesuai dengan cabang yang telah ada.
- e. Untuk setiap penyebab yang mungkin, tanyakan “mengapa” untuk menemukan akar penyebab, kemudian tulislah akar-akar penyebab tersebut pada cabang-cabang yang sesuai dengan kategori utama (membentuk tulang-tulang kecil dari ikan). Untuk menemukan akar penyebab tersebut dapat menggunakan teknik 5 why yaitu bertanya “mengapa” sampai 5 (lima) kali.
- f. Interpretasi atas diagram sebab-akibat tersebut adalah dengan melihat penyebab-penyebab yang muncul secara berulang, kemudian dapatkan kesepakatan melalui konsensus tentang penyebab tersebut. Selanjutnya, fokuskan perhatian pada penyebab yang dipilih sebagai konsensus.
- g. Terapkan hasil analisis dengan menggunakan diagram sebab-akibat dengan cara mengembangkan dan mengimplementasikan tindakan korektif, serta lakukan pengawasan terhadap hasil dari tindakan tersebut untuk menjamin bahwa tindakan korektif yang dilakukan efektif. Contoh diagram sebab-akibat (*fishbone*) dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Sebab-Akibat (Fishbone)
(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

2.3.4 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/ proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali berdasarkan jenis data yang digunakan terbagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu :

1. Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel merupakan peta kontrol yang disusun berdasarkan data hasil pengukuran (data yang diukur), contohnya panjang, lebar, isi, dan berat. Macam-macam peta kendali variabel adalah :

a. Peta Kendali $\bar{X}$

Peta kendali $\bar{x}$ digunakan untuk memonitor stabilitas *mean* sebuah proses. Peta kendali $\bar{x}$ biasanya digunakan dalam volume produksi menengah sampai tinggi yang memungkinkan penggunaan subgrup. Rumus untuk menghitung peta kendali $\bar{x}$ adalah sebagai berikut:

1) Menghitung nilai rata-rata $\bar{x}$ untuk setiap subgrup sebagai berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

2) Menghitung rata-rata total $\bar{\bar{x}}$ dengan membagi seluruh $\bar{x}$ dari masing-masing subgrup dengan jumlah subgrup k adalah sebagai berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k} \dots \dots \dots (2.2)$$

3) Menghitung batas-batas kendali:

$$a) \text{ Batas Kendali Atas (Upper Control Limit) } = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$b) \text{ Batas Kendali Bawah (Lower Control Limit) } = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

b. Peta Kendali R

Peta kendali R digunakan untuk memonitor stabilitas variasi proses. Peta kendali R biasanya digunakan bersama-sama dengan peta kendali $\bar{x}$. Rumus untuk menghitung peta kendali R adalah sebagai berikut :

1) Menghitung R subgrup:

$$R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \dots \dots \dots (2.3)$$

2) Menghitung $\bar{R}$:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \dots \dots \dots (2.4)$$

3) Menghitung batas-batas kendali:

a) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*) $= D_4 \bar{R} \dots \dots \dots (2.5)$

b) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*) $= D_3 \bar{R} \dots \dots \dots (2.6)$

2. Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut adalah peta kendali yang disusun berdasarkan data hasil menghitung (data yang dihitung atau dijumlahkan), contohnya jumlah kerusakan dan jenis kerusakan. Macam-macam peta kendali atribut adalah :

a. Peta Kendali p

Peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi produk dalam satu lot yang tidak memenuhi syarat spesifikasi atau proporsi produk yang cacat dalam suatu proses. Proporsi produk yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai perbandingan banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu populasi terhadap banyaknya item dalam populasi tersebut. Rumus untuk menghitung peta kendali p adalah sebagai berikut:

1) Menghitung $\bar{P}$

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^k \frac{D_i}{n_i} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

$\bar{P}$: rata-rata bagian yang ditolak

D_i : jumlah cacat pada sampel i

n_i : jumlah item/sampel i yang diperiksa

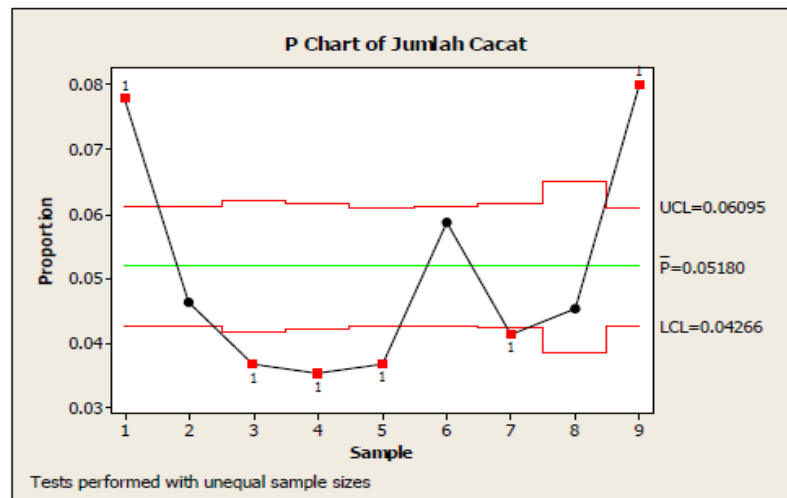
2) Menghitung batas-batas kendali:

a) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$\bar{P} = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \dots \dots \dots (2.8)$$

b) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$\bar{P} = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \dots \dots \dots (2.9)$$



Gambar 2.4 Peta Kendali p Produksi *Roller Conveyer*
(Sumber: Ariani, 1999)

b. Peta Kendali np

Peta kendali np ini hampir sama dengan peta kendali p. Peta kendali np digunakan untuk jumlah barang yang diperiksa (sampel) konstan. Rumus dalam menghitung peta kendali np adalah sebagai berikut :

$$\bar{np} = \sum_{i=1}^k \frac{Di}{n} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$\bar{np}$ = rata-rata bagian yang ditolak

Di = jumlah cacat pada sampel i

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

1) Menghitung batas-batas kendali:

a) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$\bar{np} = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})} \dots \dots \dots (2.11)$$

b) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$\bar{np} = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})} \dots \dots \dots (2.12)$$

c. Peta Kendali c

Jika peta p dan np didasarkan pada unit produk yang cacat maka peta kendali c digunakan untuk mengendalikan jumlah total kecacatan per unit dimana ukuran masing-masing sampel harus konstan. Rumus dalam menghitung peta kendali c sebagai berikut:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^k \frac{Ci}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

$\bar{C}$ = rata-rata ketidaksesuaian yang diamati dari sejumlah barang yang diperiksa

ci = jumlah ketidaksesuaian per produk

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

1) Menghitung batas-batas kendali :

$$\text{a) Batas Kendali Atas (Upper Control Limit)} = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$\text{b) Batas Kendali Bawah (Lower Control Limit)} = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

d. Peta Kendali u

Peta kendali u sama dengan peta kendali c tetapi dengan ukuran jumlah produk yang diperiksa (sampel) bervariasi. Rumus dalam menghitung peta kendali u sebagai berikut:

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^k \frac{ui}{ni} S \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

$\bar{u}$ = rata-rata ketidaksesuaian yang diamati dari sejumlah produk yang diperiksa

ui = jumlah ketidaksesuaian per produk

ni = jumlah item/sampel i yang diperiksa

1) Menghitung batas-batas kendali :

$$\text{a) Batas Kendali Atas (Upper Control Limit)} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}}$$

$$\text{b) Batas Kendali Bawah (Lower Control Limit)} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{ni}}$$

2.4 Perhitungan Nilai Sigma

Perhitungan kapabilitas awal proses atau biasa disebut dengan *baseline capability*. Kapabilitas ini akan menjadi patokan atau dasar dilakukannya perbaikan (Pande dkk, 2003). Adapun langkah-langkahnya ialah:

a. Unit (U)

Merupakan jumlah *part*, *sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, sebuah *item* yang sedang diproses, atau produk atau jasa akhir yang sedang dikirim ke pelanggan.

b. Opportunity (OP)

Karakteristik yang diperiksa atau diukur, dalam hal ini yang digunakan adalah *Critical To Quality* (CTQ). Karena sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan, maka ada beberapa peluang untuk memiliki cacat. Ada tiga langkah utama dalam menentukan jumlah *opportunity*, yaitu:

- 1) Membuat daftar pendahuluan dari jenis *defect*.
- 2) Menentukan yang mana *defect* aktual, kritis bagi pelanggan dari spesifikasi.
- 3) Periksa jumlah peluang yang diusulkan terhadap standar.

c. Defect

Merupakan kejadian dimana produk/jasa tidak memenuhi persyaratan yang diinginkan pelanggan. Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti kurang solder, PCB pecah, *parts* hilang dan sebagainya.

d. Defect per unit (DPU)

Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari *defect*, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya *defect per unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U} \dots \dots \dots (2.15)$$

e. Total Opportunity (TOP)

Besarnya *Total Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$TOP = U \times OP \dots \dots \dots (2.16)$$

f. *Defect Per Opportunity (DPO)*

Menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok jika DPO sebesar 0,05 berarti peluang untuk memiliki *defect* dalam sebuah kategori adalah 5 %. Besarnya *Defect per Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{D}{TOP} \dots \dots \dots (2.17)$$

g. *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Mengindikasikan berapa banyak *defect* akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang *defect* yang diterjemahkan dalam format DPMO.

Besarnya *Defect Per Million Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots \dots \dots (2.18)$$

h. *Sigma level*

Nilai *Sigma* didapat dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma*. Nilai *Sigma* dapat dilihat pada Lampiran A.

2.5 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) menurut Gasperz (2002) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

FMEA merupakan *living document* di mana dokumen tersebut perlu diperbaharui secara teratur agar dapat digunakan untuk mencegah dan mengantisipasi terjadinya kegagalan. Didalam mengevaluasi perencanaan sistem dari sudut pandang *reliability*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan metode yang vital.

2.5.1 Sejarah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Prosedur untuk melakukan FMEA digambarkan di Angkatan Bersenjata Prosedur Militer US dokumen MIL-P-1629 (1949) dan direvisi pada tahun 1980 sebagai MIL-STD-1629A. Pada awal 1960-an, kontraktor untuk US *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) yang menggunakan variasi FMEA di bawah berbagai nama. Program NASA menggunakan varian FMEA termasuk Apollo, Viking, Voyager, Magellan, Galileo, dan Skylab. Industri penerbangan sipil adalah *adopter* awal FMEA dengan *Society for Automotive Engineers* (SAE) penerbitan ARP926 pada tahun 1967. Selama tahun 1970-an, penggunaan FMEA dan teknik terkait menyebar ke industri lainnya. Pada tahun 1971, NASA menyiapkan laporan untuk US *Geological Survey* merekomendasikan penggunaan FMEA dalam penilaian eksplorasi minyak lepas pantai (McDermott, 2009).

Industri otomotif mulai menggunakan FMEA pada pertengahan tahun 1970-an. *The Ford Motor Company* memperkenalkan FMEA untuk industri otomotif untuk keselamatan. *Ford* menerapkan pendekatan yang sama untuk proses (PFMEA) untuk mempertimbangkan proses potensial yang disebabkan oleh kegagalan sebelum meluncurkan produksi. Pada tahun 1993, Industri Otomotif Kelompok Aksi (AIAG) pertama kali menerbitkan standar FMEA untuk industri otomotif. Saat ini, FMEA merupakan salah satu *core tools* dalam ISO/TS 16949:2002 (McDermott, 2009). Meskipun awalnya dikembangkan oleh militer, metodologi FMEA sekarang telah banyak digunakan dalam berbagai industri termasuk pengolahan semikonduktor, pelayanan makanan, plastik, perangkat lunak, dan kesehatan.

2.5.2 Pengertian *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) menurut Gasperz (2002) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan

dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Terdapat dua penggunaan FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain akan membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA Proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, misal kondisi diluar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain. Penelitian tugas akhir ini menggunakan metode FMEA Proses.

Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai *failure modes and effect analysis*, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi *failure modes and effect analysis* tersebut disampaikan oleh :

1. Menurut Leitch (1995), definisi dari *failure mode and effect analysis* adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari *engineer* selama perancangandan pengembangan.
2. Menurut Moubray (1997), definisi dari *failure mode and effect analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.
3. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah sekumpulan petunjuk, sebuah proses, dan *form* untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (Pande dkk, 2003).
4. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metodologi analisis yang digunakan untuk memastikan masalah potensial pada produk dan proses dipertimbangkan dan dialamatkan secara menyeluruh melalui perbaikan proses (Chrysler, 2008).

5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu metode yang sistematis dalam mengidentifikasi dan mencegah masalah yang terjadi pada produk dan proses (McDermott, 2009).

2.5.3 Tujuan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)

Tujuan dari penerapan metode *failure mode and effect analysis* adalah mencegah masalah terjadi ada proses dan produk. Metode ini apabila digunakan dalam desain dan proses manufaktur dapat mengurangi atau menekan biaya dengan mengidentifikasi dan memperbaiki produk dan proses secara cepat pada saat proses pengembangan. Berikut adalah beberapa tujuan dari penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Chrysler, 2008):

1. Mengidentifikasi penyebab kegagalan proses dalam memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. Memperkirakan risiko penyebab tertentu yang menyebabkan kegagalan.
3. Mengevaluasi rencana pengendalian untuk mencegah kegagalan.
4. Melaksanakan prosedur yang diperlukan untuk memperoleh suatu proses bebas dari kesalahan.

Selain itu, penggunaan metode *failure mode and effect analysis* ini dapat menghasilkan pengurangan dalam hal berikut (McDermott, 2009):

1. Meningkatkan reliabilitas dan kualitas produk atau proses.
2. Meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Cepat dalam mengidentifikasi dan mengurangi kecacatan yang terjadi pada produk atau proses.
4. Memprioritaskan pada kekurangan produk atau proses.
5. Mendapatkan perekayasa atau pembelajaran keorganisasian.
6. Menekankan pada pencegahan terjadinya masalah.
7. Mempunyai sistem pengulangan jenis kecacatan komponen yang sistematis untuk meyakinkan bahwa beberapa kegagalan minimal menghasilkan kerugian bagi produk dan proses.
8. Mengetahui efek-efek dari kegagalan pada produk atau proses yang diteliti dan fungsi-fungsinya.

9. Menetapkan komponen-komponen dari produk atau proses yang gagal akan memilih efek kritis pada produk atau proses dan kecacatan-kecacatan tersebut akan menghasilkan efek yang merugikan.

2.5.4 Jenis-jenis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Terdapat beberapa tipe dalam *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu (McDermott, 2009):

1. *Design FMEA*

Dalam industri otomotif, sebagian besar perusahaan membagi tipe FMEA ke dalam 2 (dua) jenis salah satunya adalah *design FMEA*. *Design FMEA* berfokus pada pemeriksaan fungsi subsistem, komponen atau sistem utama. Fokus dari *design FMEA* ini adalah terletak pada desain produk yang akan dikirimkan kepada konsumen akhir di mana bertujuan untuk membantu di dalam desain proses dengan mengidentifikasi tipe-tipe kegagalan yang diketahui dan dapat diduga. Kemudian tipe-tipe kegagalan tersebut diurutkan berdasarkan dampak yang diakibatkan produk.

2. *Process FMEA*

Tipe kedua yang sering digunakan oleh perusahaan otomotif menurut McDermott adalah *process FMEA*. *Process FMEA* berfokus pada penelitian proses yang digunakan untuk membuat komponen, subsistem, atau sistem utama. *Process FMEA* mengungkap masalah yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. *Process FMEA* digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kegagalan proses dengan pengurutan tingkat kegagalan dan membantu untuk menetapkan prioritas berdasarkan dampak yang diakibatkan baik oleh pelanggan eksternal maupun internal. Penerapan *process FMEA* dapat membantu untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab yang potensial pada manufaktur maupun perakitan dalam rangka menetapkan batas kendali penyimpangan proses produksi untuk mengurangi dan mendeteksi kejadian yang akan menyebabkan kegagalan.

3. *System FMEA*

System FMEA digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. *System FMEA* ini berfokus pada modus kegagalan

antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh efisiensi sistem (Stamatis, 2003).

4. *Service FMEA*

Service FMEA digunakan untuk menganalisa *service* atau pelayanan sebelum mencapai kepada konsumen. *Service FMEA* berfokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses (Stamatis, 2003).

5. *Product FMEA*

Product FMEA berfokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek.

6. *Software FMEA*

Software FMEA digunakan untuk menganalisa modus kegagalan pada sebuah *software*.

2.5.5 Langkah Dasar Pembuatan FMEA

Prosedur dalam pembuatan metode FMEA mencakup 10 (sepuluh) tahapan berikut ini (McDermott, 2009):

1. Melakukan peninjauan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi mode kegagalan potensial pada proses.
3. Membuat daftar akibat potensial dari masing-masing mode kegagalan.
4. Menentukan peringkat *severity* untuk masing-masing cacat yang terjadi.
5. Menentukan peringkat *occurrence* untuk masing-masing mode kegagalan.
6. Menentukan peringkat *detection* untuk masing-masing mode kegagalan dan/atau akibat yang terjadi.
7. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing-masing cacat.
8. Membuat prioritas mode kegagalan berdasarkan nilai RPN untuk dilakukan tindakan perbaikan.
9. Melakukan tindakan untuk mengeliminasi atau mengurangi kegagalan yang paling banyak terjadi.
10. Mengkalkulasi hasil RPN sebagai mode kegagalan yang dikurangi atau dieliminasi.

Langkah-langkah di atas dituangkan ke dalam lembar kerja FMEA yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Lembar Kerja *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis Worksheet																	
Process or Product: FMEA Team: Team Leader:												FMEA Number: FMEA Date:					
FMEA Process													Action Results				
Line	Component and Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurance	Current Controls, Prevention	Current Controls, Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility and Target Completion Date	Action Taken	Severity	Occurance	Detection	RPN
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

(Sumber: McDermott, 2009)

2.5.6 Identifikasi Elemen-Elemen FMEA Proses

Elemen FMEA dibangun berdasarkan informasi yang mendukung analisa. Beberapa elemen-elemen FMEA adalah sebagai berikut (McDermott, 2009):

1. Nomor FMEA (*FMEA Number*)
Berisi nomor dokumentasi FMEA yang berguna untuk identifikasi dokumen.
2. Jenis (*item*)
Berisi nama dan kode nomor sistem, subsistem atau komponen dimana akan dilakukan analisa FMEA.
3. Penanggung Jawab Proses (*Process Responsibility*)
Adalah nama departemen/bagian yang bertanggung jawab terhadap berlangsungnya proses item diatas.
4. Disiapkan Oleh (*Prepared by*)
Berisi nama, nomer telpon, dan perusahaan dari personal yang bertanggung jawab terhadap pembuatan FMEA ini.
5. Tahun Model (*Model Year(s)*)
Adalah kode tahun pembuatan item, bentuk ini yang dapat berguna terhadap analisa sistem ini.
6. Tanggal Berlaku (*Key Date*)
Adalah FMEA *due date* dimana harus sesuai dengan jadwal.
7. Tanggal FMEA (*FMEA Date*)
Tanggal dimana FMEA ini selesai dibuat dengan tanggal revisi terkini.
8. Tim Inti (*Core Team*)
Berisi daftar nama anggota tim FMEA serta departemennya.
9. Fungsi Proses (*Process Function*)
Adalah deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item dimana sistem akan dianalisa.
10. Bentuk Kegagalan Potensial (*Potential Failure Mode*)
Merupakan suatu kejadian dimana proses dapat dikatakan secara potensial gagal untuk memenuhi kebutuhan proses atau tujuan akhir produk.

11. Efek Potensial dari Kegagalan (*Potential Effect of Failure*)
Merupakan suatu efek dari bentuk kegagalan terhadap pelanggan. Dimana setiap perubahan dalam variabel yang mempengaruhi proses akan menyebabkan proses itu menghasilkan produk diluar batas-batas spesifikasi.
12. Tingkat Keparahan (*Severity (S)*)
Penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan potensial.
13. Klasifikasi (*Classification*)
Merupakan dokumentasi terhadap klasifikasi karakter khusus dari subproses untuk menghasilkan komponen, sistem atau subsistem tersebut.
14. Penyebab Potensial (*Potential Cause(s)*)
Adalah bagaimana kegagalan tersebut bisa terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat diperbaiki.
15. Keterjadian (*Occurance (O)*)
Adalah sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.
16. Pengendali Proses saat ini (*Current Process Control*)
Merupakan deskripsi dari alat pengendali yang dapat mencegah atau memperbesar kemungkinan bentuk kegagalan terjadi atau mendeteksi terjadinya bentuk kegagalan tersebut.
17. Deteksi (*Detection (D)*)
Merupakan penilaian dari kemungkinan alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan.
18. Nomor Prioritas Risiko (*Risk Priority Number (RPN)*)
Merupakan angka prioritas risiko yang didapatkan dari perkalian *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*.
19. Tindakan yang direkomendasikan (*Recommended Action(s)*)
Setelah bentuk kegagalan diatur sesuai peringkat RPNnya, maka tindakan perbaikan harus segera dilakukan terhadap bentuk kegagalan dengan nilai RPN tertinggi.

20. Penanggung jawab Tindakan yang Direkomendasikan (*Responsibility (for the Recommended Action)*)

Mendokumentasikan nama dan departemen penanggung jawab tindakan perbaikan tersebut serta target waktu penyelesaian.

21. Tindakan yang Diambil (*Action Taken*)

Setelah tindakan diimplementasikan, dokumentasikan secara singkat uraian tindakan tersebut serta tanggal efektifnya.

22. Hasil RPN (*Resulting RPN*)

Setelah tindakan perbaikan diidentifikasi, perkiraan dan rekam *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* baru yang dihasilkan serta hitung RPN yang baru. Jika tidak ada tindakan lebih lanjut diambil maka beri catatan mengenai hal tersebut.

23. Tindak Lanjut (*Follow Up*)

Dokumentasi proses FMEA ini akan menjadi dokumen hidup dimana akan dilakukan perbaikan terus menerus sesuai kebutuhan perusahaan.

2.5.7 Menentukan *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dan RPN

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (Besterfeild, 1995).

1. *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa risiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Adapun kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk *severity* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity* dalam FMEA Proses

<i>Severity</i> (S)		
Deskripsi	Keterangan	Rangking
Sangat berbahaya, tanpa peringatan	Dapat membahayakan operator maupun mesin	10
	Dapat mengakibatkan kematian	
	Tidak ada peringatan	
Sangat berbahaya, di dahului tanda/ peringatan	Dapat membahayakan operator maupun mesin	9
	Dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat parah	
	Ada peringatan	
Sangat Tinggi	Tidak dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya	8
	100% produk harus <i>discrap</i>	
	Pelanggan sangat tidak puas	
Tinggi	Gangguan cukup besar terhadap lini produksi	7
	Produk harus disortir, dan sebagian kurang dari 100% harus <i>discrap</i>	
	Pelanggan tidak puas	
Sedang	Sebagian produk harus <i>discrap</i> , sisanya tidak perlu disortir (sudah baik)	6
Rendah	100% Produk harus <i>dirework</i>	5
	Produk pasti dikembalikan oleh konsumen	
Sangat Rendah	Produk harus disortir dan sebagian (<100%) produk harus <i>dirework</i>	4
	Cacat produk hanya dideteksi oleh sebagian besar pelanggan	
Minor/ Kecil	Sebagian produk dapat <i>dirework</i> di stasiun kerja tersebut, namun di luar stasiun kerja tersebut	3
	Gangguan kecil terhadap lini produksi	
Sangat Minor	Sebagian (<100%) produk harus <i>dirework</i> di stasiun kerja tersebut, gangguan kecil terhadap lini produksi	2
Tidak ada	Tidak ada efek apapun untuk konsumen	1

(Sumber : Besterfield, 1995)

2. Occurance

Nilai *occurrence* merupakan nilai yang menyatakan seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Nilai *occurrence* ini diberikan untuk setiap penyebab kegagalan dengan *ranking* antara 1–10. Dalam melakukan penilaian *occurrence* ini yang harus dipahami adalah kenyataan apabila

semakin sering penyebab kegagalan terjadi, maka akan semakin tinggi nilai *ranking* yang diberikan. Kriteria dari setiap nilai *ranking occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Occurance* dalam FMEA Proses

Kemungkinan kegagalan	Tingkat Kegagalan (unit)	Cpk	Nilai
Sangat tinggi: Kegagalan hampir tak bisa dihindari	1 dalam 2	$< 0,33$	10
Tinggi: Kegagalan sering terjadi dan pada umumnya kegagalan tersebut saling terkait	1 dalam 3	$\geq 0,33$	9
Tinggi: Kegagalan sering terjadi dan pada umumnya kegagalan tersebut saling terkait	1 dalam 8	$\geq 0,51$	8
Sedang: Kegagalan kadang terjadi tetapi tidak dalam proporsi besar dan pada umumnya kegagalan tersebut saling berkaitan dengan proses	1 dalam 20	$\geq 0,67$	7
Sedang: Kegagalan kadang terjadi tetapi tidak dalam proporsi besar dan pada umumnya kegagalan tersebut saling berkaitan dengan proses	1 dalam 80	$\geq 0,83$	6
Rendah: Kegagalan yang berdiri sendiri	1 dalam 400	$\geq 1,00$	5
Rendah: Kegagalan yang berdiri sendiri	1 dalam 2.000	$\geq 1,17$	4
Rendah: Kegagalan yang berdiri sendiri	1 dalam 15.000	$\geq 1,33$	3
Sangat rendah: Hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 dalam 150.000	$\geq 1,50$	2
Kecil sekali: Kegagalan mustahil. Tak pernah ada kegagalan terjadi dalam proses yang identik	1 dalam 1.500.000	$\geq 1,67$	1

(Sumber : Besterfield, 1995)

3. Detection

Peringkat *detection* merupakan nilai yang menunjukkan seberapa jauh penyebab kegagalan dapat dideteksi. Nilai *detection* ini pun berbentuk *ranking* dari 1-10. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi pula nilai *ranking* yang diberikan.

Untuk lebih jelasnya mengenai kriteria dari setiap nilai *ranking detection* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat Untuk Deteksi dalam FMEA Proses

Deteksi	Kriteria	Rangking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada kendali untuk mendeteksi kegagalan	10
Sangat Kecil	Sangat kecil, kendali untuk mendeteksi kegagalan	9
Kecil	Sedikit, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Sangat rendah, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Rendah, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Sedang, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	5
Cukup tinggi	Cukup tinggi, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Tinggi, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	3
Sangat tinggi	Sangat tinggi, terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	2
Hampir pasti	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

(Sumber : Besterfield, 1995)

4. Risk Priority Number (Nilai Prioritas Risiko)

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effects (Severity)*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects (Occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D.....(2.19)}$$

Nilai ini digunakan untuk mengidentifikasikan resiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan.

2.5.8 Output dari Proses FMEA

Berdasarkan hal-hal yang sudah diidentifikasi dan hasil perhitungan dari masing-masing nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Maka akan didapatkan (Kholil dan Syukron, 2013):

1. Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses
2. Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*
3. Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

Berdasarkan poin tersebut setiap hasil yang didapatkan akan didokumentasikan agar masalah tersebut tidak terulang kembali.

2.6 Analisis Masalah dengan Menggunakan 5W+1H

5W + 1H adalah salah satu metode *kaizen* (*continuous improvement*) yang digunakan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi secara detail dengan tujuan untuk meningkatkan cara bekerja. Proses peningkatan kualitas (proses perbaikan kualitas) memerlukan komitmen untuk perbaikan yang melibatkan secara seimbang antara aspek manusia (motivasi) dan aspek teknologi (teknik). *Kaizen* pada dasarnya merupakan suatu kesatuan pandangan yang komprehensif dan teintegrasi yang bertujuan untuk melaksanakan perbaikan secara terus-menerus (Gaspersz, 2001). Semangat *kaizen* berlandaskan pada pandangan berikut:

- a. Hari ini harus lebih baik daripada kemarin, dan hari esok harus lebih baik daripada hari ini.
- b. Tidak boleh ada satu hari pun yang lewat tanpa perbaikan/peningkatan.
- c. Masalah yang timbul merupakan suatu kesempatan untuk melaksanakan perbaikan/peningkatan.
- d. Menghargai adanya perbaikan/peningkatan meskipun kecil.
- e. Perbaikan/peningkatan tidak harus memerlukan investasi yang besar.

Dalam melaksanakan *kaizen*, dapat menggunakan panduan bertanya 5W+1H seperti *what, who, where, when, why*, dan *how* (apa, siapa, dimana, kapan, mengapa, dan bagaimana) dan biasanya disajikan dalam bentuk tabel, berikut penjelasan tentang 5W+1H :

- a. *What* (apa), suatu pertanyaan yang bertujuan untuk mencari tahu sesuatu yang terjadi.
- b. *Who* (siapa), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu orang atau subjek yang melakukan sesuatu.
- c. *Where* (dimana), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu tempat kejadian suatu peristiwa tersebut terjadi.
- d. *When* (kapan), suatu pertanyaan yang bertujuan untuk mencari tahu waktu terjadinya suatu peristiwa.
- e. *Why* (mengapa), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu latar belakang atau penyebab terjadinya peristiwa itu terjadi.
- f. *How* (bagaimana), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu proses peristiwa itu terjadi.

Adapun penjelasan secara lengkap mengenai pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam analisis 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan

Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i> (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Metode	<i>How</i> (Bagaimana) ?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
Alasan kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)?	Menjelaskan kegunaan dari rencana perbaikan	Merumuskan target kebutuhan pelanggan

(Sumber: Gaspersz, 2001)

Lanjut...

Tabel 2.5 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan (Lanjutan)

Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Lokasi	<i>Where</i> (dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (bilamana)?	Bila mana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
Orang	<i>Who</i> (siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian? Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.

(Sumber : Gaspersz, 2001)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan penelitian yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan proses pemecahan masalah, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah dan terkendali sehingga mempermudah dalam menganalisis permasalahan yang ada.

3.1 Jenis dan Sumber Data

3.1.1 Jenis Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang berkaitan dengan proses pemecahan masalah yang akan dibahas baik data primer maupun data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan sedangkan data sekunder sebagai penunjang data primer.

Jenis-jenis data berdasarkan sumber pengambilannya ada 2 jenis, dan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung (dari tangan pertama). Data primer diperoleh menggunakan alat ukur, atau pengambilan data langsung pada subjek (orang) sebagai sumber informasi. Data primer dalam penelitian ini tidak ada.

2. Data sekunder

Data sekunder diperoleh dari data yang telah diteliti atau dikumpulkan oleh pihak lain, yang ada kaitannya dengan data yang dibutuhkan. Data sekunder dalam penelitian ini adalah profil perusahaan, struktur organisasi, ketenagakerjaan, jenis produk, jumlah produksi dan jumlah cacat produk *trim comp quarter inner lower rh* pada proses *injection*.

3.1.2 Sumber Data

Informasi atau data pada penelitian ini hanya data sekunder yang didapat dari bagian *Human Resource Development* (HRD), bagian produksi khususnya pada lini *injection*, dan *Quality Control* PT Vuteq Indonesia.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti.

Dalam melakukan pengumpulan data terdapat beberapa metode yang digunakan, yaitu:

1. Studi Lapangan

Pengumpulan data dengan cara penelitian langsung terhadap objek yang diteliti dilapangan, yang dilakukan melalui cara atau teknik sebagai berikut:

a. Wawancara (*Interview*)

Yaitu metode pengumpulan data dan informasi dengan mengajukan pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan kepada *leader* dan operator serta staf produksi yang mengetahui dengan jelas permasalahan yang akan dibahas.

b. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dilakukan pula penelitian kepustakaan yaitu dengan cara membaca dan mempelajari teori yang tertuang dalam buku, literatur, catatan kuliah dan jurnal yang berhubungan dengan masalah pokok penelitian ini.

c. Observasi langsung

Yaitu metode yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data yang akurat. Dalam hal ini dilakukan mengamati cara kerja pada proses *injection* dan mengamati penyebab terjadinya cacat.

2. Studi Pustaka

Penelitian dengan cara pengumpulan data teoritis dengan mempelajari buku-buku atau ketentuan-ketentuan pedoman yang ada hubungannya dengan topik yang dibahas dalam penelitian ini, termasuk mempelajari pedoman-pedoman yang ada di perusahaan. Studi pustaka dalam penelitian ini berkaitan dengan perbaikan kualitas produk dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *tools fishbone diagram* sebagai cara untuk memecahkan masalah.

3.3 Teknis Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi lapangan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian.

3.3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan adalah pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan menggunakan teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan *supervisor* atau *leader* maupun operator pada proses produksi *trim comp quarter inner lower rh* pada proses *injection*, juga staf dan *leader* bagian *quality control* serta melakukan pengamatan langsung. Maksud dari studi lapangan yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai cacat yang terjadi pada produksi *trim comp quarter inner lower rh*, khususnya proses *injection* di PT Vuteq Indonesia.

3.3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang berguna bagi penelitian yang diperoleh dari beberapa sumber buku dan jurnal seperti yang telah dijelaskan diatas.

3.3.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah didapatkan melalui studi pendahuluan dan penentuan objek penelitian sebelumnya, maka permasalahan yang terjadi seperti yang telah diuraikan pada Bab I.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman, langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Tujuan pada penelitian ini telah diuraikan pada Bab I.

3.3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan telah diuraikan pada sub bab 3.2.

3.3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Proses Produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*
2. Merupakan langkah awal, menggambarkan kegiatan produksi yang berlangsung dari material masuk sampai *final inspection* sehingga produk *trim comp quarter inner lower rh* siap dikirim ke pelanggan.
3. Pengumpulan data
Pengumpulan data dilakukan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
4. Menentukan Jenis Cacat (*Critical to Quality*)
Critical to Quality atau CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari suatu proses produksi. Penentuan CTQ dilihat dari macam cacat yang ada pada hasil produksi.
5. Pembuatan Diagram Pareto
Diagram pareto adalah diagram batang yang disusun menurun atau dari besar ke kecil. Biasa digunakan untuk mengidentifikasi masalah, tipe cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.
6. Perhitungan Proporsi Cacat
Proporsi cacat pada masing-masing sampel dengan berbagai CTQ di hitung dengan cara membagi jumlah cacat dan jumlah produksinya pada setiap sampel untuk kemudian dihitung batas kendali.
7. Membuat peta kendali p
Pembuatan peta kendali bertujuan untuk melihat apakah data proses sudah dalam proses pengendalian statistik atau tidak, dengan menghitung batas kendali atas (UCL), batas tengah (CL), dan batas kendali bawah (LCL) pada masing-masing sampel. Peta kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali p.

8. Perhitungan Nilai Sigma

Perhitungan nilai sigma diawali dengan melakukan perhitungan nilai cacat per sejuta kemungkinan atau *Defect Per Million Opportunities* (DPMO). Kemudian nilai DPMO tersebut dikonversikan ke nilai *sigma* untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

3.3.7 Analisis Masalah

Pada bagian analisis akan diketahui apakah hasil analisis dari pengolahan data dapat membantu mengurangi masalah yang terjadi pada PT Vuteq Indonesia. Analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Diagram Pareto.

Analisis ini digunakan untuk membahas hasil perhitungan jenis cacat yang paling dominan pada proses *injection* yang telah dilakukan pada tahap pengolahan data, agar dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.

2. Analisis Peta kendali p.

Analisis ini digunakan untuk mengetahui apakah data proses sudah dalam batas pengendalian statistik atau tidak. Jika terdapat data proses yang keluar dari batas kendali, maka dilakukan perhitungan ulang dengan cara membuang data yang keluar dari batas kendali tersebut.

3. Analisis akar penyebab kegagalan dengan menggunakan *tools Fishbone Diagram*

Dampak yang terjadi akan mungkin berpengaruh terhadap kualitas produk, proses produksi, operator atau pekerja, lingkungan kerja, dan konsumen sebagai pengguna produk. Berdasarkan analisis dari proses yang potensial mengalami kegagalan, maka dapat teridentifikasi penyebab kegagalan dan akar permasalahan yang akan dijadikan pembahasan.

4. Analisis menggunakan Tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pembuatan tabel FMEA dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

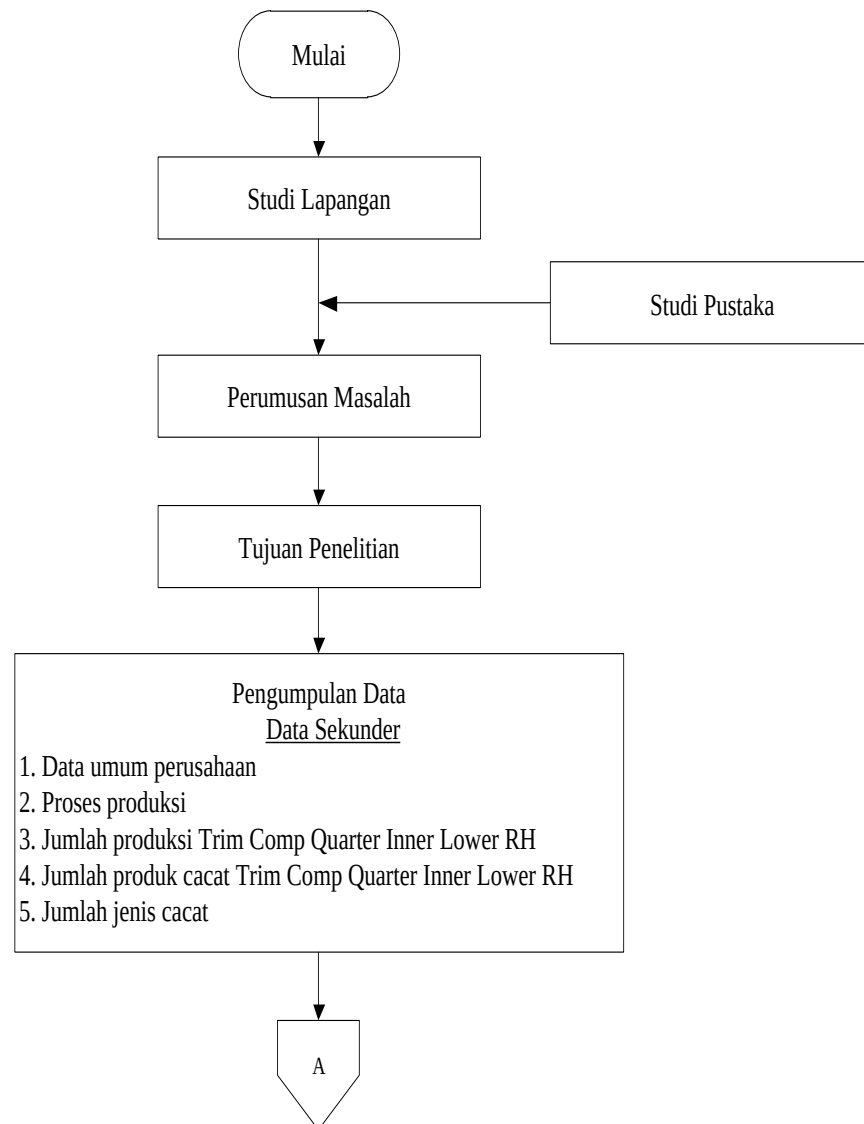
- a. Mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal dengan melihat proses mana yang sering atau paling banyak menghasilkan produk cacat.
- b. Mengidentifikasi efek kegagalan (*failure effect*) dengan melihat penyebab potensial yang membuat proses tersebut menghasilkan produk cacat.

- c. Menentukan nilai *severity* berdasarkan akibat/efek yang ditimbulkan dari kegagalan, kemudian dikonversi sesuai dengan tabel yang sudah ditentukan yaitu tabel *severity rating*.
 - d. Menentukan nilai *occurrence* yaitu dengan menentukan nilai seberapa sering penyebab kegagalan terjadi, kemudian dikonversi sesuai dengan tabel yang sudah ditentukan yaitu tabel *occurrence rating*.
 - e. Menentukan nilai *detection* berdasarkan kemampuan sistem dalam mendeteksi terjadinya kegagalan, kemudian dikonversi sesuai dengan tabel yang sudah ditentukan yaitu tabel *detection rating*.
5. Analisis Nilai *Risk Priority Number*.
- Analisis ini digunakan sebagai acuan untuk memprioritaskan penanganan potensial kegagalan proses yang akan muncul. Nilai RPN terbesar merupakan kegagalan potensial dengan prioritas penanganan pertama untuk dilakukan perbaikan segera.
6. Membuat Rencana Perbaikan.
- Setelah mendapatkan nilai RPN terbesar dan penyebab potensial kegagalan atau akar permasalahan, maka tahap selanjutnya adalah membuat usulan perbaikan terhadap penyebab kegagalan tersebut. Rencana perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode 5W+1H.

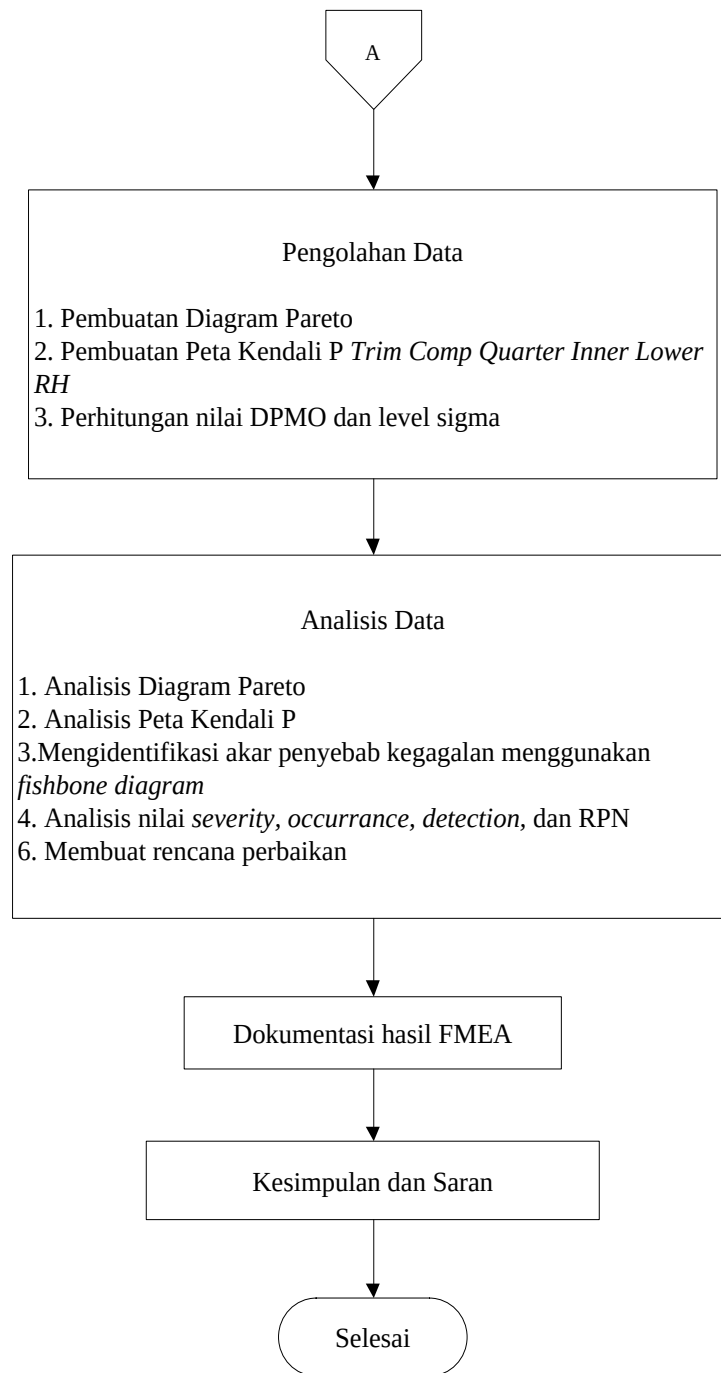
3.3.8 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menentukan kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah yang ada, dapat berupa informasi dan nilai. Saran merupakan usulan yang diberikan untuk perusahaan atau penelitian berikutnya sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya.

Berdasarkan penjelasan teknik analisis data sebelumnya dapat dibuat kerangka berfikir untuk pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah
(Sumber: Pengolahan Data)



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah
(Lanjutan)
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperoleh selama penelitian dilakukan. Adapun data yang diperoleh meliputi data primer dan data sekunder, yang nantinya akan dipergunakan dalam memecahkan persoalan penjadwalan produksi yang terjadi di perusahaan.

4.1.1 Sejarah dan Perkembangan Perusahaan

PT Vuteq Indonesia merupakan cabang dari *Vuteq Corporation* yang berada di Jepang, tepatnya di kota Toyota. *Vuteq Corporation* tidak hanya berada di Jepang, tetapi juga terdapat hampir di seluruh Benua Asia dan Amerika. *Vuteq Corporation* tidak hanya bergerak dalam bidang jasa, tetapi juga bergerak dalam bidang *assembling*, *technical engineering*, dan manufaktur.

PT Vuteq Indonesia yang berlokasi di Jalan Cempaka Raya KM. 37, Bekasi, mulai diperkenalkan ke PT Suzuki Indomobil Motor sebagai salah satu *supplier* juga untuk membuka cabang *Vuteq Corporation* di Indonesia. PT Vuteq Indonesia berdiri pada bulan Maret 2004 dan mulai beroperasi pada bulan Juni 2004 dengan jumlah karyawan ± 20 orang, awalnya memproduksi lima jenis *part* yang dilakukan *sub-assembly* lalu dikirim ke *customer* PT Suzuki Indomobil Motor.

Pada bulan Agustus 2004, karyawan mulai bertambah menjadi ± 65 orang dan *part* yang di *sub-assembly* untuk diproduksi pun bertambah. Proses *sub-assembly* dan pengiriman *part* yang dilakukan oleh PT Vuteq Indonesia untuk *customer* yaitu PT Suzuki Indomobil Motor dilakukan secara *lot system* dan banyak membutuhkan area *stock keeping*, serta proses kerja masih dilakukan berdasarkan *purchase order*.

Pada bulan November 2004, PT Vuteq Indonesia menawarkan suatu sistem permintaan *part* menggunakan sistem *online (Sequential Delivery)*. *Sequential Delivery* adalah pengiriman *part* berdasarkan urutan jenis mobil yang diproduksi oleh PT Suzuki Indomobil Motor, dengan cara ini mempermudah

kedua belah pihak antara PT Vuteq Indonesia dengan PT Suzuki Indomobil Motor, karena pengiriman *part* tidak lagi membutuhkan *area stock* yang banyak, serta saat melakukan penagihan tidak banyak dokumen yang harus dilampirkan. Oleh karena semakin banyaknya penambahan pekerjaan *sub-assembly* yang dilakukan dan seiring dengan penggunaan sistem *Sequential Delivery*, maka PT Vuteq Indonesia melakukan penambahan karyawan hingga berjumlah ± 400 orang hingga sekarang.

PT Vuteq Indonesia telah menjalin kerjasama dengan beberapa perusahaan otomotif yang ada di Indonesia dengan menawarkan pekerjaan di bidang jasa *sub assembly* atau pembuatan produk-produk yang berkaitan dengan *plastic injection*. Adapun *customer* yang telah menjalin hubungan kerja dengan PT Vuteq Indonesia antara lain PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM), PT Astra Daihatsu Motor (PT ADM), PT Asahimas Glass (PT Asahi), PT Isuzu Astra Motor Indonesia (PT IAMI), PT General Motor Manufacturing Indonesia (PT GM), dan PT Valeo AC Indonesia.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT Vuteq Indonesia memiliki visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi

“Menjadi perusahaan produsen *Automotive Plastic Parts & Assembling* dengan kualitas kelas dunia, dengan pengiriman tepat waktu guna memberikan kepuasan kepada Pelanggan.”

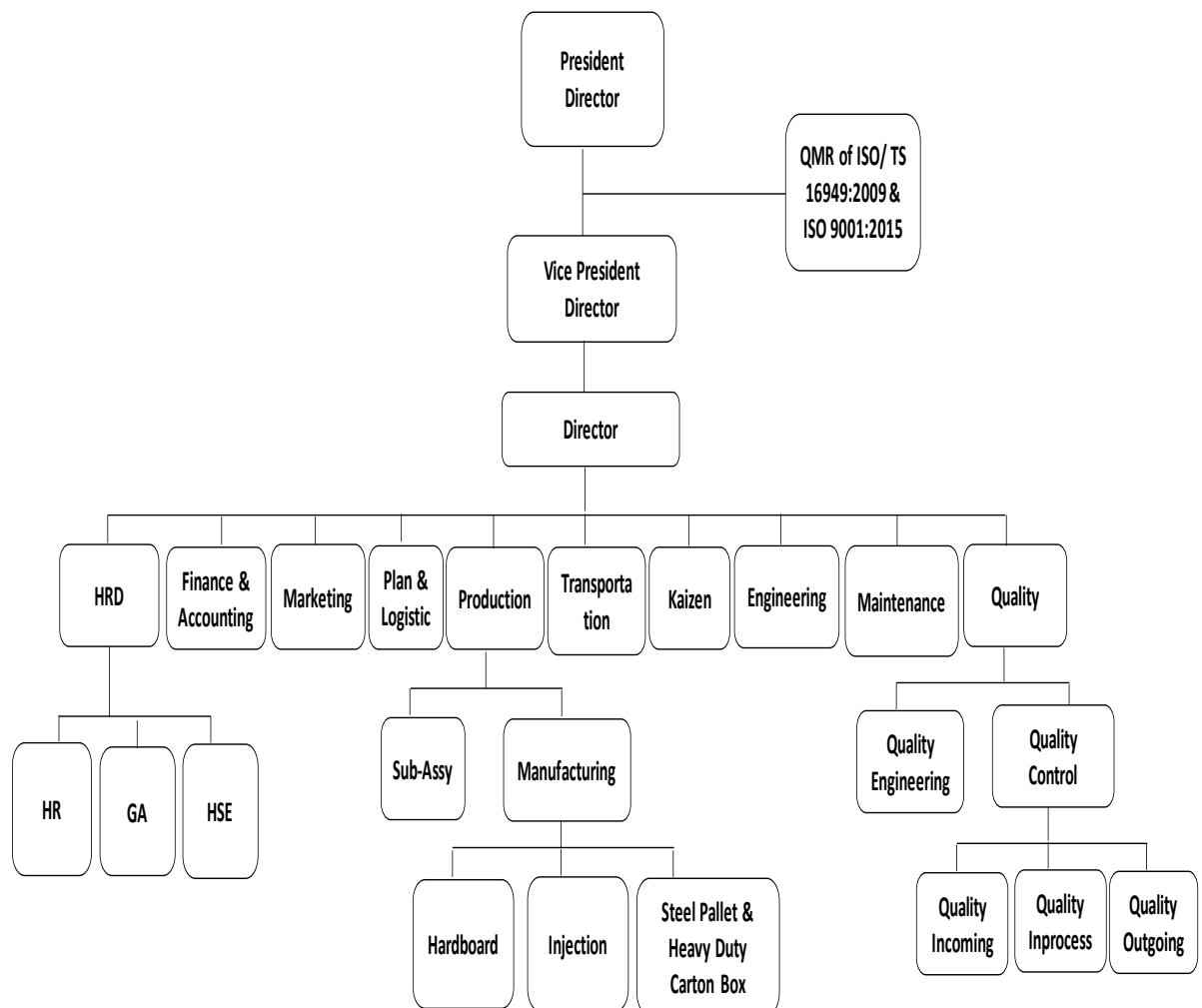
2. Misi

Untuk dapat mencapai visi tersebut, PT Vuteq Indonesia mencanangkan lima misi, yaitu:

- a. Melakukan inovasi dalam produk dan proses.
- b. Melakukan perbaikan berkesinambungan untuk kepuasan pelanggan.
- c. Memberikan produk dan layanan (jasa) yang memberikan nilai tambah bagi pelanggan.
- d. Membangun kemitraan yang baik demi pertumbuhan dan eksistensi.
- e. Mengembangkan sumber daya manusia yang potensial.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Guna menyelaraskan elemen-elemen yang tergabung dalam sebuah organisasi (perusahaan), maka diperlukan sebuah struktur organisasi. Struktur organisasi hakikatnya ialah susunan dan hubungan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi, dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan bersama. Struktur organisasi menggambarkan pemisahan kegiatan pekerjaan antara satu dengan yang lain, serta bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi. Struktur Organisasi PT Vuteq Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT Vuteq Indonesia
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.4 Job Description Perusahaan

Job description atau analisa jabatan adalah suatu gambaran sistematis yang berisikan tugas dan tanggung jawab dari jabatan tersebut serta wewenang yang diberikan kepada orang yang memegang jabatan tersebut. Agar kita dapat lebih mendapatkan gambaran lebih jelas dari struktur organisasi, yaitu mengenai tugas atau tanggung jawab yang diemban oleh personil di dalam organisasi tersebut. Kemudian berdasarkan hasil pengumpulan data ini akan dilakukan analisis jabatan yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk deskripsi jabatan. Penjelasan mengenai deskripsi jabatan yang ada di PT Vuteq Indonesia berdasarkan struktur organisasinya akan diuraikan sebagai berikut:

1. *President Director* :
 - a. Memimpin seluruh dewan atau komite eksekutif.
 - b. Memimpin rapat umum, dalam hal untuk memastikan pelaksanaan tata-tertib, keadilan dan kesempatan bagi semua untuk berkontribusi secara tepat, menentukan urutan agenda, mengarahkan diskusi ke arah konsensus, dan menjelaskan tindakan dan kebijakan.
2. *Finance and Accounting* :
 - a. Menyusun rencana kerja, sasaran, dan target bagian *accounting*, berdasarkan kebijakan manajemen yang telah ditetapkan.
 - b. Memberikan saran dan masukan kepada direksi mengenai situasi ketenagakerjaan.
3. *Human Resources General Affair (HR-GA)*
 - a. Menyusun rencana kerja, sasaran dan target bagian personalia *Human Resources Development (HRD)* serta *General Affairs (GA)*, berdasarkan kebijakan manajemen yang ditetapkan.
 - b. Menyusun rencana pelatihan dalam materi, waktu, dan lingkup peserta sesuai dengan strategi pengembangan manajemen perusahaan.
4. *Planning and Production Control (PPC)*
 - a. Mengelola pengendalian perencanaan dan hasil produksi, meliputi rencana produksi harian, bulanan, dan tahunan.

- b. Mengelola pengendalian perencanaan pengadaan sumber kebutuhan produksi meliputi :
 - 1) Sumber daya manusia
 - 2) Bahan baku dan *part* impor
 - 3) Investasi tambahan dalam rangka peningkatan kapasitas produksi.
- 5. *Purchasing*
 - a. Mengelola pengendalian perencanaan pengadaan *part*, bahan baku, dan material konsumsi lokal maupun impor untuk kebutuhan produksi serta pembelian alat bantu produksi.
 - b. Melaksanakan pembinaan pengembangan kemampuan *supplier* lokal atau impor agar selalu bisa memenuhi permintaan pelanggan dalam mutu, jumlah, waktu, dan lingkungan.
- 6. *Inventory Control*
 - a. Mengelola pengendalian penerimaan, penyimpanan, pengiriman *part*, bahan baku, dan material (baik Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) ataupun non B3) sesuai dengan persyaratan Sistem Manajemen Mutu/Lingkungan.
 - b. Bertanggung jawab terhadap tersedianya *part*, material, dan bahan baku baik B3 maupun non B3 ke bagian produksi sesuai dengan persyaratan Sistem Manajemen Mutu/Lingkungan.
- 7. *Production Engineering*
 - a. Mengendalikan perubahan proses, perubahan spesifikasi mulai dari proses pembuatan serta penggunaan bahan baku dan *part*.
 - b. Ikut melaksanakan program yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.
- 8. *Assembly*
 - a. Melaksanakan proses perakitan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan oleh bagian PPC terhadap produk yang akan dikirim kepada pelanggan.
 - b. Mengendalikan pelaksanaan produksi harian, menetapkan target pencapaian hasil dan peningkatan efisiensi proses.
 - c. Mengendalikan pelaksanaan pemeliharaan alat keselamatan kerja di seluruh bagian *Assembly*.

9. *Manufacturing*

- a. Mengirim *part* hasil proses dari *Manufacturing* kepada proses berikutnya berdasarkan jadwal produksi atau permintaan yang ditetapkan oleh bagian berikutnya.
- b. Melaksanakan produksi di *Manufacturing* untuk kebutuhan ekspor sesuai dengan permintaan pelanggan berdasarkan jadwal produksi yang ditetapkan oleh PPC.

10. *Quality Control (QC)*

- a. Mengelola pengendalian mutu terhadap *part* dan bahan baku yang diterima, *part* hasil proses dan produk akhir.
- b. Mengendalikan mutu alat ukur dan uji mutu/lingkungan yang digunakan oleh seluruh bagian.

4.1.5 Ketenagakerjaan

Tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang atau jasa. Atas dasar tersebut, dapat dikatakan bahwa tenaga kerja merupakan aspek terpenting dalam suatu perusahaan. Tenaga kerja atau Sumber Daya Manusia (SDM) sangat menentukan maju mundurnya suatu perusahaan, yang dipengaruhi oleh keadaan manusia di dalamnya. Hingga Mei 2017, jumlah tenaga kerja PT Vuteq Indonesia terhitung sebanyak ± 400 orang. Ditinjau dari aktivitas yang dilakukan, tenaga kerja dibagi menjadi dua, yakni:

1. Tenaga kerja langsung (*Direct*)

Tenaga kerja yang secara fisik langsung terlibat dalam proses produksi.

2. Tenaga kerja tidak langsung (*Indirect*)

Tenaga kerja yang melaksanakan aktivitas perencanaan baik dalam masalah produksi, pemasaran, maupun administrasi, serta pengawasan, dan lain-lain. Di PT Vuteq Indonesia pembagian jam kerja dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- a. *Shift A* : Senin s/d Jum'at jam 14.50 – 23.30 WIB
- b. *Shift B* : Senin s/d Jum'at jam 23.30 – 06.00 WIB
- c. *Non Shift* : Senin s/d Jum'at jam 07.30 – 16.30 WIB

Karyawan *shift*, maupun *non shift* memiliki waktu istirahat selama 60 menit, lalu untuk lembur dapat dilakukan pada hari kerja ataupun libur.

4.1.6 Tata Letak Perusahaan

Tata letak pabrik ialah tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan-gerakan material, serta penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat sementara maupun permanen, personel kerja, dan sebagainya. Ada beberapa bagian-bagian yang dapat kita lihat dalam sebuah *template* antara lain:

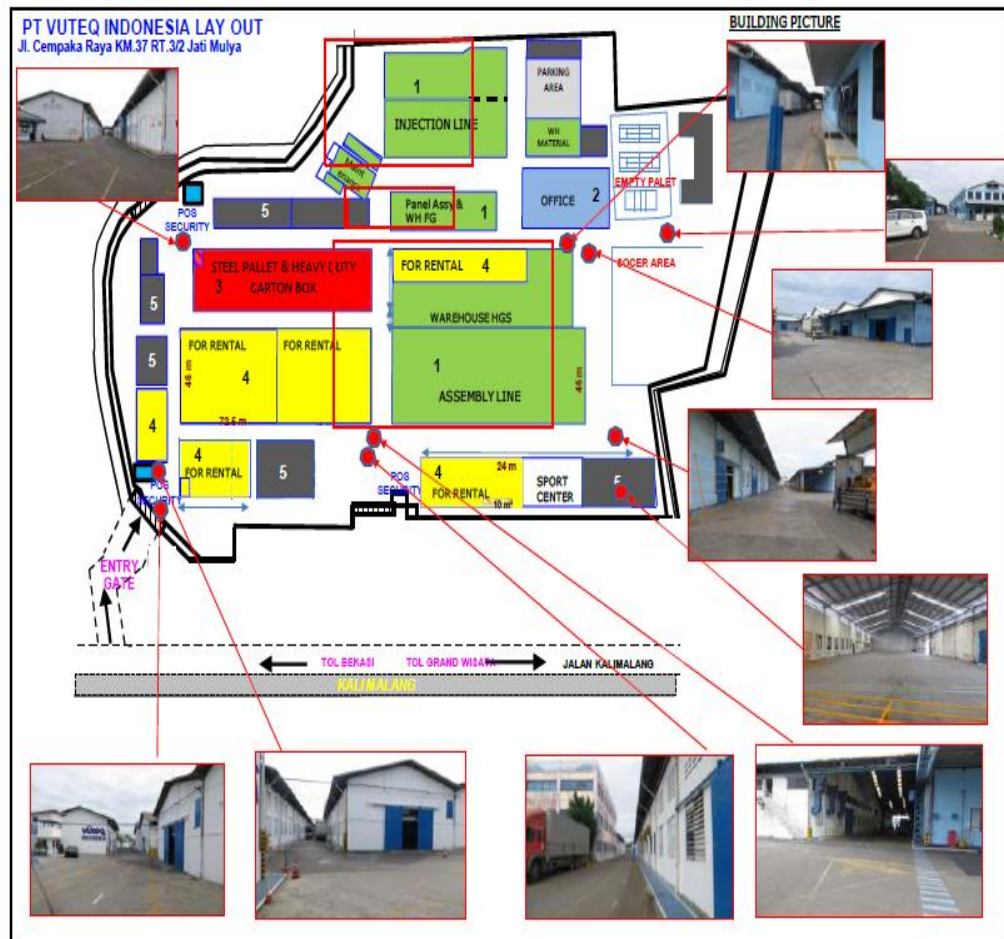
1. Bagian *Assembly*
2. Bagian *Injection*
3. Bagian penyimpanan material (*storage*)
4. Bagian penerimaan (*receiving*)
5. Bagian pengepakan (*shipping*)
6. Bagian *Rental Area*
7. Bagian penyimpanan barang setengah jadi dan barang jadi (*warehouse*)
8. Bagian kantor/*office*

Secara umum tata letak fasilitas produksi dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu:

1. Tata letak berdasarkan aliran produk (*product layout*)
2. Tata letak berdasarkan aliran proses (*process layout*)
3. Tata letak berdasarkan posisi (*fixed position layout*)

Sebagian besar industri akan mengatur tata letak fasilitas produksinya berdasarkan kombinasi-kombinasi dari ketiga macam tipe tata letak tersebut. Meskipun sesungguhnya masing-masing tipe tata letak tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Tergantung jenis produk dan proses yang dilakukan. PT Vuteq Indonesia Indonesia cenderung menggunakan tipe *process layout* dalam menempatkan fasilitas-fasilitas produksinya. Penempatan mesin-mesin disini berdasarkan garis aliran prosesnya. Tentunya tata letak disini dibuat berbagai pertimbangan, seperti untuk mengurangi proses *material handling*, memudahkan pengawasan, dan lain-lain yang pada akhirnya akan mengurangi biaya produksi.

Adapun tata letak PT Vuteq Indonesia yang merupakan tempat proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

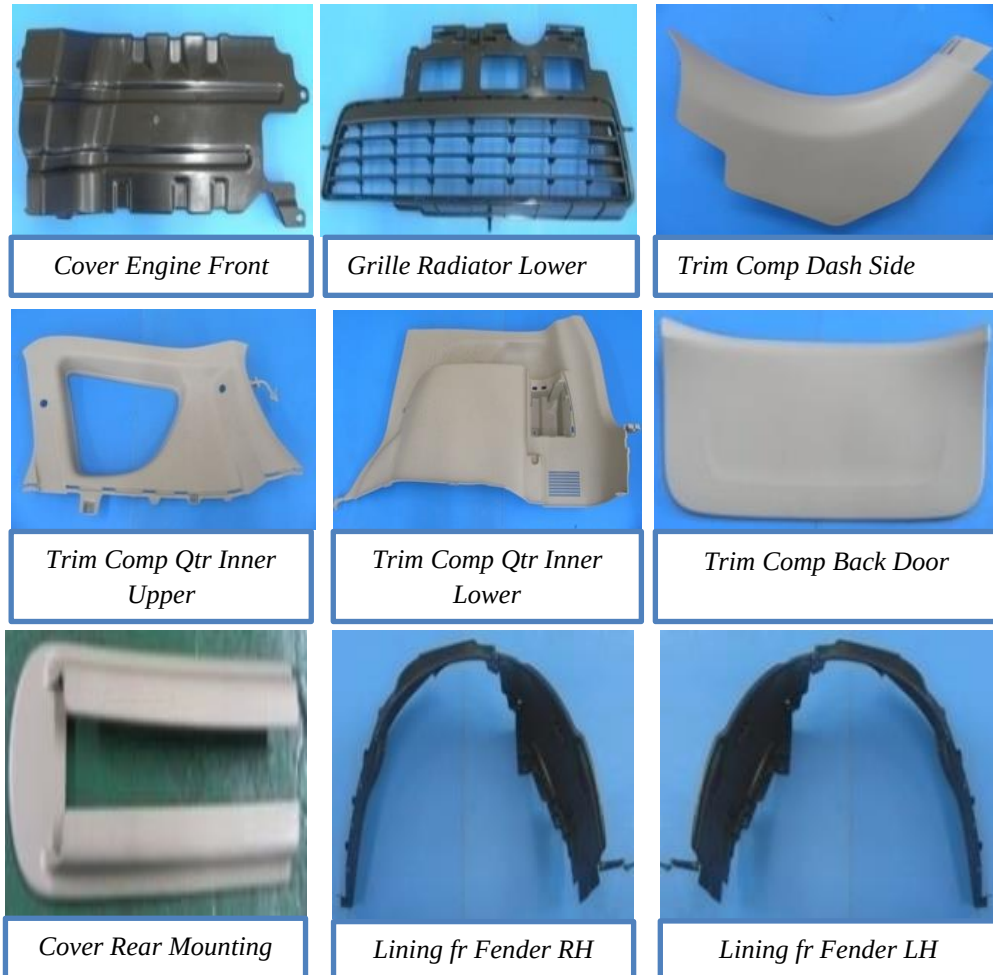


Gambar 4.2 Tata letak (*layout*) PT Vuteq Indonesia
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.7 Produk Perusahaan

PT Vuteq Indonesia dikenal sebagai produsen komponen otomotif berupa *plastic injection* dan *sub-assembly*. Pada proses *injection* produk yang dihasilkan diantaranya *back door trim*, *front door trim*, *rear door trim*, *quarter trim r/l*, *grille radiator*, *lining fender rh/lh*, *strake rear r/l*, *air guide fr bumper*, *cap s/tire bolt*, *cover fender rh/lh*, *foot duct rh/lh*, *gear shift*, dll. Sedangkan, pada proses *sub-assembly* produk yang dirakit diantaranya *tire set*, *glass*, *muffler set*, *tire truck set*, *tire small truck*, dll.

Produk-produk yang diproduksi oleh PT Vuteq Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Produk PT Vuteq Indonesia
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.8 Deskripsi Produk

Produk yang menjadi bahan penelitian adalah *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*. Part tersebut merupakan *part* interior yang dipasang pada baris belakang, tepatnya di sisi kanan bagian dalam mobil Suzuki Ertiga.

Adapun bagian eksterior dan interior mobil Suzuki Ertiga dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampak luar dan dalam Mobil Suzuki Ertiga
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dilengkapi dengan kompartemen untuk menyimpan barang seperti botol minuman, selain itu terdapat ruang tertutup untuk menyimpan dongkrak beserta kunci-kuncinya. Produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* tipe YL8 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.9 Komponen Produk

Komponen otomotif *plastic injection* terbentuk atas gabungan dari komponen-komponen penyusun. Pada dasarnya, komponen-komponen penyusun *injection part* hampir sama. Namun, yang dijadikan objek penelitian hanya komponen penyusun produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*.

Komponen dari *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* ialah komponen yang proses produksinya dilakukan sendiri oleh PT Vuteq Indonesia, bahan bakunya berupa polimer yang di dapat dari *vendor*. *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dibuat dengan bahan dasar *Polypropylene* (PP). PP memiliki ciri yaitu tahan terhadap bahan kimia, memiliki sifat ulet yang baik, penyerapan kadar air yang rendah, serta sering digunakan sebagai bahan dasar plastik pada perusahaan manufaktur otomotif. PP memiliki titik leleh yang tinggi yaitu 190-200° C memiliki tingkat kristalisasi antara 130-135° C. Material PP ini biasa digunakan untuk pengganti bahan plat yang berada di interior mobil dan juga untuk *bumper* mobil. Proses *injection* menggunakan material ini lebih banyak digunakan karena lebih mudah dalam proses pembuatannya. Adapun contoh dari PP dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Polypropylene*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

1. *Joint part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Adapun *joint part* dari *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*, yaitu:

- a. *Armrest Quarter Lower* yang terbuat dari *polypropylene* (PP-SN3) dengan berat 262 gr. Fungsinya sebagai tempat bersandar dan beristirahat bagi lengan dan tempat menaruh *cup*/botol minum.

Adapun tampilan *armrest quarter lower* dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 *Armrest Quarter Lower*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

- b. *Silencer Trim Comp Lower* yang terbuat dari bahan dakron dengan berat 12 gr. Fungsinya untuk meredam panas, suara, dan getaran pada bagian dalam mobil. Adapun bentuk *silencer trim comp lower* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Silencer Trim Comp Lower*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

- c. *Holder seat belt* yang terbuat dari *polypropylene* (PP-TN1) dengan berat 6 gr. Fungsinya sebagai pengait untuk tali sabuk pengaman. Adapun tampilan *holder seat belt* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Holder seat belt*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

- d. *Clamp Jack Handle* merupakan wadah kecil yang berfungsi untuk menggantung kunci dongkrak di mobil.

Adapun bentuk *Clamp Jack Handle* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Clamp Jack Handle*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

- e. *Lid Jack* fungsinya sebagai wadah untuk menyimpan dongkrak. Adapun bentuk *lid jack* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Lid Jack*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

- f. *Clip* fungsinya hampir sama seperti baut yaitu untuk mengunci *part* yang dikaitkannya. Adapun bentuk *clip* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

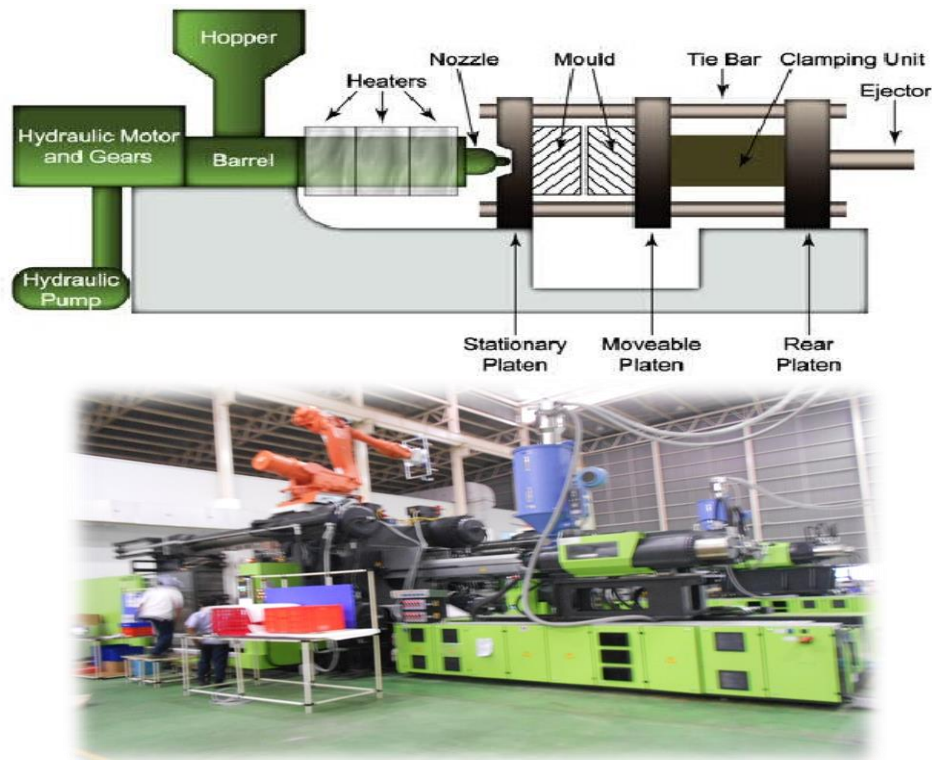


Gambar 4.12 *Clip*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.10 Mesin Plastic Injection

Teknologi plastik mulai berkembang pada tahun 1800an, John dan Isiyah Hyatt berhasil mematenkan mesin injeksi pada tahun 1872. Mesin injeksi plastik terbagi menjadi dua jenis, yakni mesin injeksi horizontal dan mesin injeksi *vertical*.

Pada penelitian ini hanya membahas mengenai mesin injeksi *horizontal*, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Mesin *plastic injection* beserta komponen-komponennya
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Mesin injeksi plastik memiliki beberapa tipe tonase, besarnya tonase mesin berpengaruh terhadap gaya tekan yang dapat diberikan pada saat proses injeksi. Mesin plastik injeksi *horizontal* dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu, *clamping unit*, *mold*, dan *injection unit*. Berikut akan dijelaskan sub bagian mesin tersebut. Pertama, *clamping unit* berfungsi untuk menahan dan mengatur panjang gerakan *mold* saat akan dibuka. Kedua, *molding unit*, merupakan bagian yang krusial terhadap mesin injeksi karena berperan sebagai alat cetak. Pemasangan *mold* di mesin injeksi plastik dapat diganti sesuai dengan kebutuhan bentuk *part* plastik yang ingin dihasilkan. Beberapa sub bagian dari *molding unit*, diantaranya:

1. *Cavity Side*: Merupakan sisi yang berhubungan dengan *nozzle* pada mesin dan terletak di *stationary plate*. *Stationary* merupakan bagian yang tidak bergerak saat proses ejection plastik. Salah satu fungsinya adalah untuk memberi bentuk pada produk plastik yang diinginkan.

2. *Core side*: Merupakan sisi yang berhubungan dengan ejektor mesin dan terletak di *moving plate*. *Plate* bergerak saat proses ejekting plastik. Sama halnya dengan *cavity*, *core* juga memberi bentuk pada produk plastik.
3. *Ejector System*: *Mold* sistem yang berbeda-beda saat melakukan pelepasan produk yang telah dicetak pada *cavity*. Bagian yang meletakkan sistem inilah yang disebut *ejector*.

Ketiga, *injection unit* terbagi menjadi sembilan bagian, diantaranya:

1. Motor dan *Transmission Gear Unit*: Motor berperan sebagai penghasil daya yang berfungsi untuk memutar *screw* pada *barrel*, sedangkan *transmission gear unit* berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan daya dari putaran motor ke dalam *screw*.
2. *Cylinder Screw Ram*: Menjaga perputaran *screw* agar dihasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik.
3. *Hopper*: Tempat dimasukkannya bijih plastik sebelum ke *barrel*. Berfungsi untuk menjaga kelembapan polimer karena apabila kandungan air pada material plastik terlalu besar, hasil injeksinya kurang bagus.
4. *Barrel*: Pada bagian ini terdapat *heater* yang digunakan untuk melelehkan bijih plastik. Selain itu juga berfungsi sebagai selubung yang menjaga aliran lelehan polimer saat bijih plastik sedang dipanaskan *heater*.
5. *Screw*: Berfungsi untuk mengalirkan lelehan bijih plastik dari *hopper* ke *nozzle*.
6. *Nonreturn valve*: Berfungsi untuk menjaga aliran bijih plastik yang sudah meleleh sehingga tidak kembali saat *screw* berhenti berputar.
7. *Nozzle* : Alat yang dirancang untuk mengontrol arah atau karakteristik dari aliran fluida terutama untuk meningkatkan kecepatan. *Nozzle* sering digunakan untuk mengontrol laju aliran, kecepatan, arah massa, bentuk, dan tekanan dari aliran yang muncul. Kecepatan *nozzle* dari fluida meningkat sesuai energi tekanannya.

8. *Hot Runner*: Berfungsi untuk memelihara panas plastik yang dicairkan agar dapat dipindahkan ke dalam cetakan, ini digunakan umumnya dalam jumlah besar.
9. *Runner Gate*: Posisinya tepat berada pada garis pemisah (*parting line*). merupakan saluran lanjutan setelah *sprue* dan berfungsi untuk mencegah penurunan temperatur dan tekanan pada saat lelehan plastik memasuki cetakan. Selain itu bentuk, posisi dan jumlah *cavity* secara langsung akan mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur di dalam cetakan.

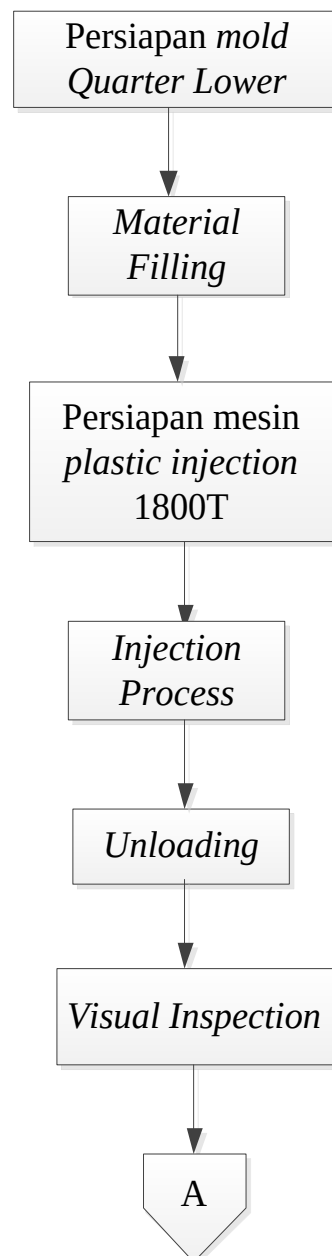
Setelah mengetahui seluruh bagian dari mesin injeksi plastik, kini dapat diketahui gambaran proses dari injeksi plastik. Namun, perlu diketahui bahwa sebelum proses injeksi dimulai, ada beberapa hal yang harus diatur terlebih dahulu, terdapat empat parameter yang harus diatur pada mesin injeksi sesuai dengan tipe *part* plastik yang akan dibuat:

1. Suhu: Suhu diatur saat melewati *hopper* sampai ke ujung *nozzle*
2. Kecepatan: Digunakan untuk mengukur kecepatan saat proses injeksi
3. Tekanan: Digunakan untuk mengatur besar tekanan injeksi, semakin besar tonase mesin injeksi semakin besar pula tekanan yang dihasilkan.
4. Jarak: Mengatur jarak dari *screw* ke *nozzle*. Pada jarak tersebut akan terisi volume lelehan polimer yang dibutuhkan untuk membuat *part* tertentu untuk kemudian diinjeksi.

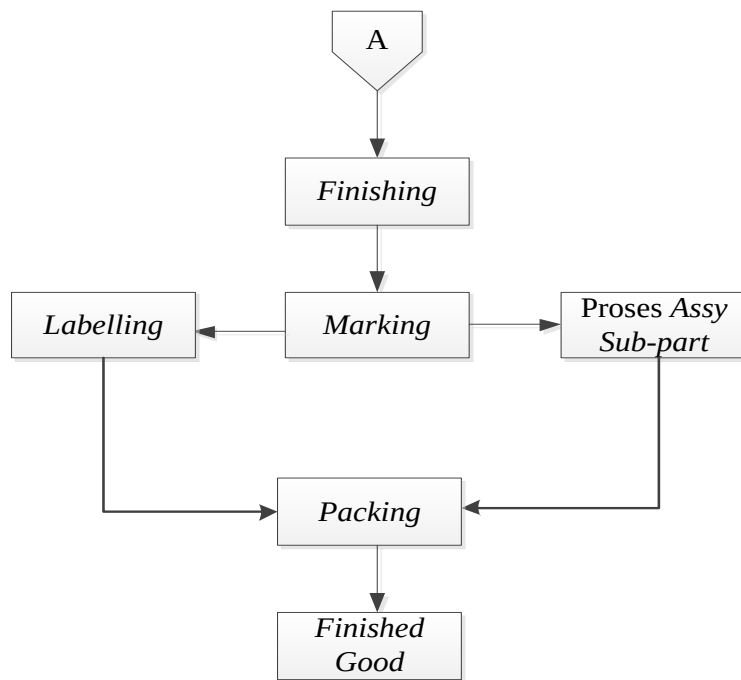
4.1.11 Proses Produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Proses Produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku, dan modal agar lebih bermanfaat sebagai kebutuhan manusia.

Proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* oleh PT Vuteq Indonesia melalui beberapa urutan proses seperti pada diagram alir produksi yang dapat dilihat pada Gambar 4.14



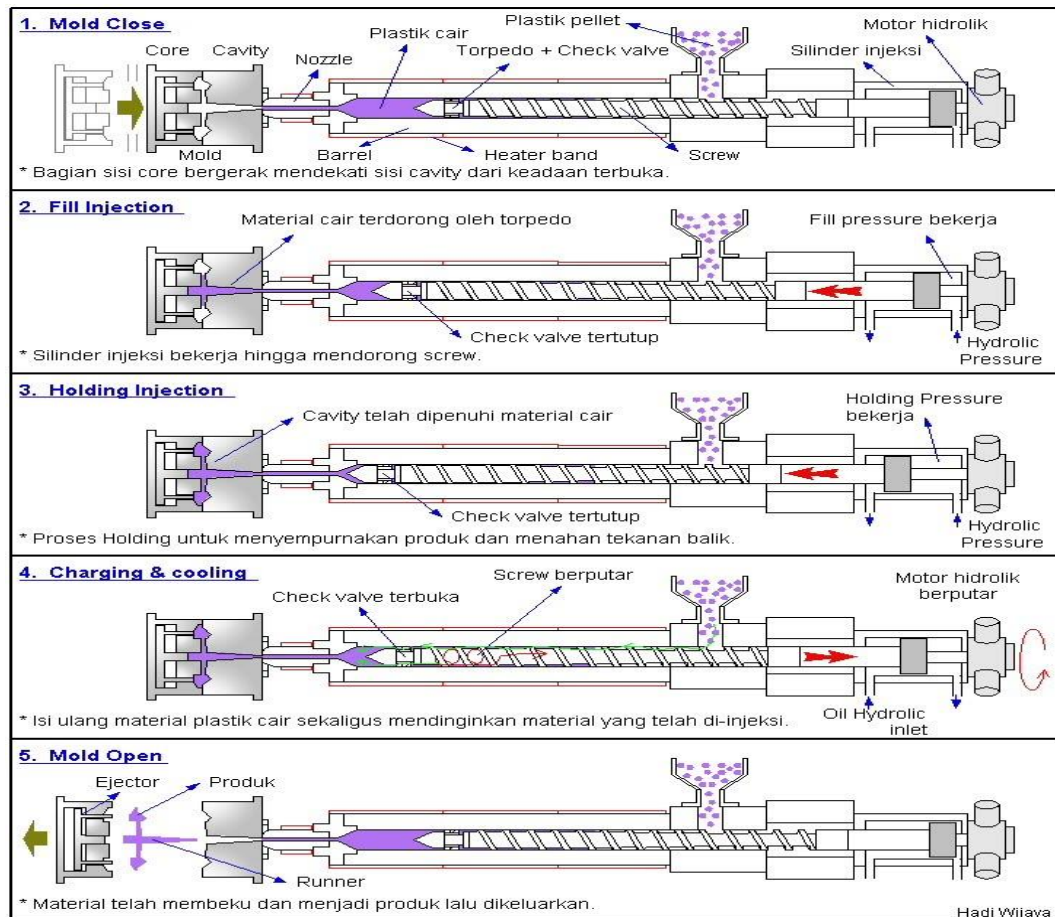
Gambar 4.14 Diagram Alir Produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)



Gambar 4.14 Diagram Alir Produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*
(Lanjutan)
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Langkah pertama yang dilakukan sebelum proses *injection Trim Comp Quarter Inner Lower* yaitu menyiapkan *mold quarter lower* dengan memastikan komponen *molding* berfungsi dengan baik. Langkah selanjutnya yaitu menuangkan material ke dalam wadah material. Material didistribusikan secara otomatis menggunakan pipa-pipa yang langsung masuk ke dalam mesin. Operator harus memastikan material sesuai dengan spesifikasi produk yang akan diproses, yaitu material *Polypropylene* SN-3 (PP-SN3). Kemudian, mengatur mesin *plastic injection* 1800T, lalu operator harus memastikan bahwa sistem anti salah (*poka yoke*) berjalan dengan baik. Selanjutnya, material akan melalui *barrel*, pada proses ini terdapat beberapa tahapan pemanasan yang dilakukan oleh *barrel*. Suhu dari setiap tahapannya sudah ditentukan di awal saat pengaturan parameter mesin. Pemanasan dilakukan sembari *screw* berputar untuk meratakan lelehan plastik dan mengalirkan sampai ke ujung *barrel* sebelum akhirnya mengalami proses injeksi pada *molding unit*. Mesin injeksi tersebut telah di *setting* dengan *mold* (cetakan) yang sesuai dengan jenis *part* yang akan diproduksi yaitu *mold quarter lower*. Setiap *mold* memiliki kriteria yang berbeda, kriterianya dapat dilihat selain dari

bentuknya juga dari *cavity*-nya. Selanjutnya, proses *inject quarter lower* dilakukan. Tahap ini dibagi menjadi lima bagian, yang pertama adalah *mold close*. Adapun tahapan-tahapan dalam proses *injection* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Proses *Injection*
(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Mold yang semula terbuka kemudian menutup. Sisi *core* bergerak mendekati sisi *cavity* sampai benar-benar tertutup. Kemudian, bagian kedua yaitu *fill injection*, dimana sejumlah volume lelehan plastik tertentu telah berada di ujung *barrel* dan kemudian diinjeksi oleh *nozzle* ke dalam *mold unit*. Tahap ketiga yaitu *holding injection*. Pada tahap ini, *screw* berhenti berputar dan tetap berada di ujung *barrel* hingga seluruh lelehan plastik memenuhi *cavity* agar dapat menghasilkan bentuk yang sempurna. Selanjutnya adalah tahap *charging and cooling*, dimana lelehan plastik di dalam *mold unit* didinginkan sampai mengeras dengan suhu tertentu sembari menunggu *screw* berputar kembali dan bergerak mundur untuk mengisi ujung *barrel* dengan lelehan plastik yang akan diinjeksi

selanjutnya. Tahap terakhir yaitu *mold open*. Setelah lelehan plastik tersebut membeku, *mold* terbuka dan produk kemudian dilepaskan dari sisi *core* dengan dorongan dari ejektor, dengan ketentuan tidak cacat gores, retak, maupun patah. Lalu, dilakukan pemotongan *gate* (sisa material), dengan ketentuan berkas pemotongan *gate* rata terhadap bagian tepi *part* $\pm 0,2$ mm. Kemudian dilakukan pengecekan secara visual.

Tahapan selanjutnya yaitu *finishing* dengan melakukan *marking* dan pelabelan. Setelah itu, proses *assembly sub-part* (komponen pendukung) yaitu pemasangan *holder seat belt* 76218-86G0. Kemudian, pemasangan *clamp whell wrench* 09403-08326, dengan ketentuan semua *clamp* terpasang dengan benar dan tidak terbalik. Lalu, pemasangan *clamp jack handle* 09403-13307, dengan ketentuan semua *clamp* terpasang dengan benar dan tidak terbalik. Berikutnya, pemasangan *silencer quarter inner lower* 76274-60M00. Selanjutnya, pemasangan *clip quarter inner lower* 09409-10312. Tahap terakhir yaitu pemasangan *armrest quarter inner lower* 76282/72-60M00, dengan ketentuan kunci (*lock*) tidak patah saat proses perakitan *armrest* dengan *trim comp quarter inner lower rh* dilakukan. Adapun hasil pemasangan *joint part* pada *part comp quarter inner lower rh* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 *Joint part* yang dipasang pada *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

4.1.12 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat

Berdasarkan hasil pengamatan pada jenis – jenis produk dari PT Vuteq Indonesia, produk yang mengalami hasil produksi terbanyak adalah produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*. Untuk mengetahui lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jumlah Produksi dan Cacat Produk *Plastic Injection* Tipe YL8

No.	Nama Produk	Jumlah Produksi (Unit)				Jumlah Cacat (Unit)				Persentase Cacat (%)
		Maret	April	Mei	Jumlah	Maret	April	Mei	Jumlah	
1	<i>Trim Comp, Qtr Inner Lower RH</i>	2.596	2.620	2.744	7.960	336	354	94	784	9,85
2	<i>Trim Comp, Qtr Inner Lower LH</i>	2.596	2.607	2.637	7.840	326	312	127	765	9,76
3	<i>Lining Fr Fender, LH</i>	1.855	1.993	2.095	5.943	145	125	157	427	7,18
4	<i>Lining Fr Fender, RH</i>	1.979	1.975	2.095	6.049	151	136	154	441	7,29
5	<i>Garnish Rear Door Inner, LH</i>	1.489	1.477	1.988	4.954	103	122	98	323	6,52
6	<i>Garnish Comp Sash Brkt Inner, RH</i>	1.550	1.625	1.731	4.906	113	89	102	304	6,20
7	<i>Garnish Comp Sash Brkt Inner, LH</i>	1.525	1.575	1.676	4.776	87	78	93	258	5,40
8	<i>Garnish Comp Fr Pillar Outer, RH</i>	1.555	1.582	1.731	4.868	56	83	118	257	5,28
9	<i>Garnish Comp Fr Pillar Outer, LH</i>	1.591	1.571	1.628	4.790	60	79	96	235	4,91
10	<i>Armrest, Qtr Inner Lower, LH</i>	1.826	1.812	1.924	5.562	84	72	106	262	4,71

(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Lanjut...

Tabel 4.1. Jumlah Produksi dan Cacat Produk *Plastic Injection* Tipe YL8 (Lanjutan)

No.	Nama Produk	Jumlah Produksi (Unit)				Jumlah Cacat (Unit)				Persentase Cacat (%)
		Maret	April	Mei	Jumlah	Maret	April	Mei	Jumlah	
11	<i>Armrest, Qtr Inner Lower, RH</i>	1.637	1.782	1.856	5.275	78	81	92	251	4,76
12	<i>Cap Side Dr Inside Hdl Bezel, RH</i>	1.412	1.571	1.602	4.585	52	77	88	217	4,73
13	<i>Cap Side Dr Inside Hdl Bezel, LH</i>	1.395	1.486	1.572	4.453	49	67	90	206	4,63
14	<i>Garnish Rear Door Inner, RH</i>	1.478	1.584	1.708	4.770	52	68	77	197	4,13
15	<i>Trim Comp Dash Side, LH</i>	1.125	1.867	1.903	4.895	43	64	72	179	3,66
16	<i>Trim Comp Dash Side, RH</i>	1.562	1.867	1.903	5.332	42	65	83	190	3,56
17	<i>Cover Rear Mounting</i>	952	1.056	1.143	3.151	40	33	37	110	3,49
18	<i>Trim Comp, Qtr Inner Upper,</i>	1.031	1.145	1.617	3.793	30	55	46	131	3,45
19	<i>Grille Radiator Lower</i>	765	853	921	2.539	15	27	35	77	3,03
20	<i>Trim Comp Back Door</i>	795	852	927	2.574	34	19	23	76	2,95
21	<i>Cover Engine Front</i>	876	948	1.107	2.931	21	28	32	81	2,76
22	<i>Cover 3rd Mounting, LH</i>	1.055	1.089	1.178	3.322	43	29	14	86	2,59
23	<i>Cover 3rd Mounting, RH</i>	995	1.026	1.235	3.256	26	35	17	78	2,40

(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa jenis *part* yang mempunyai persentase cacat tertinggi adalah *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dengan persentase cacat sebesar 9,85%. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terhadap produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* karena *part* tersebut memerlukan adanya peningkatan dan perbaikan kualitas.

4.1.13 Data Jenis Cacat Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH

Ada beberapa jenis cacat yang terjadi pada *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*. Beberapa jenis cacatnya, seperti *short mold*, *flashes*, *scratch*, *weldline*, *sink mark*, *flow mark*, dan *black dot*. Berdasarkan uraian di atas, di bawah ini adalah jumlah cacat dari masing-masing jenis cacat pada periode Maret–Mei 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Jenis Cacat *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* Periode Maret – Mei 2017

No.	Hari Pengamatan	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat (unit)							Jumlah Cacat (unit)
			<i>Short Mold</i>	<i>Sink mark</i>	<i>Scratch</i>	<i>Flashes</i>	<i>Weldline</i>	<i>Flow mark</i>	<i>Black dot</i>	
1	08-Mar-17	198	4	0	1	5	2	1	0	13
2	09-Mar-17	195	5	1	1	3	0	1	1	12
3	10-Mar-17	108	10	1	1	8	0	2	1	23
4	13-Mar-17	216	6	1	0	8	1	0	1	17
5	14-Mar-17	210	9	2	0	2	1	0	0	14
6	15-Mar-17	222	7	2	1	8	1	0	0	19
7	16-Mar-17	216	5	1	1	7	1	1	1	17
8	17-Mar-17	144	11	1	2	10	0	0	0	24
9	20-Mar-17	182	14	1	4	12	3	0	0	34
10	21-Mar-17	198	9	0	0	5	0	0	1	15
11	22-Mar-17	210	7	1	1	8	3	1	0	21
12	23-Mar-17	216	4	2	1	7	2	0	0	16
13	24-Mar-17	180	6	0	0	5	0	0	0	11
14	27-Mar-17	128	5	0	0	1	2	1	2	11
15	28-Mar-17	134	2	2	1	2	2	2	2	13

(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Lanjut...

Tabel 4.2 Data Jenis Cacat *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* Periode Maret – Mei 2017 (Lanjutan)

No.	Hari Pengamatan	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat (Unit)							Jumlah Cacat (Unit)
			<i>Short Mold</i>	<i>Sink mark</i>	<i>Scratch</i>	<i>Flashes</i>	<i>Weldline</i>	<i>Flow mark</i>	<i>Black dot</i>	
16	29-Mar-17	158	20	2	1	14	1	0	0	38
17	30-Mar-17	156	3	0	0	17	0	0	0	20
18	31-Mar-17	168	5	1	2	5	0	2	3	18
19	03-Apr-17	216	6	2	1	5	0	0	0	14
20	04-Apr-17	204	7	0	1	6	1	0	2	17
21	05-Apr-17	228	9	1	0	12	0	0	0	22
22	06-Apr-17	192	10	0	1	7	0	1	1	20
23	07-Apr-17	194	20	1	3	5	2	0	0	31
24	10-Apr-17	170	8	0	6	5	1	0	0	20
25	11-Apr-17	146	4	1	3	5	0	1	0	14
26	12-Apr-17	167	15	0	7	10	5	0	0	37
27	13-Apr-17	121	11	1	2	5	2	0	0	21
28	17-Apr-17	165	5	1	2	4	3	1	1	17
29	18-Apr-17	182	3	0	1	6	1	0	0	11
30	19-Apr-17	205	4	1	0	9	2	0	0	16
31	20-Apr-17	213	3	0	1	8	0	1	0	13
32	21-Apr-17	247	11	1	0	0	1	2	1	16
33	25-Apr-17	222	7	3	1	7	0	3	2	23
34	26-Apr-17	211	9	0	1	14	2	0	0	26
35	27-Apr-17	288	8	0	0	13	1	0	0	22
36	28-Apr-17	196	4	0	0	2	3	4	1	14
37	02-Mei-17	206	5	0	2	5	1	0	0	13
38	03-Mei-17	240	8	1	0	10	0	1	2	22
39	04-Mei-17	360	26	1	3	5	0	0	0	35
40	05-Mei-17	348	12	0	3	6	0	1	2	24
Total (unit)		7.960	327	32	55	276	44	26	24	784

(Sumber: PT Vuteq Indonesia)

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui jumlah kegagalan dari masing-masing jenis cacat. Adapun deskripsi dari masing-masing jenis cacat tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Short mold/Short shot*

Yaitu hasil dari proses injeksi yang tidak sempurna, dimana material cair tidak mampu memenuhi ruang yang disediakan oleh *mold*.

2. *Flashes/burrry*

Flashes/burrry yaitu kondisi material sisa yang keluar halus sedangkan *flashes* kondisi material sisa cukup besar/banyak. *Burrry* timbul akibat *parting line* (garis tipis pada sekeliling permukaan) pada *core side* (bagian yang ikut andil memberikan bentuk pada produk plastik yang dicetak dan dihubungkan dengan *ejector*) belum halus.

3. *Sink Mark*

Yaitu permukaan *part* cekung ke dalam, timbul akibat pengaturan mesin yang berfungsi untuk mendinginkan air (*M/C chiller*), terutama terjadi akibat berat *part* kurang dari standar yang telah ditentukan.

4. *Scratch/Baret*

Yaitu goresan tipis maupun tebal yang timbul akibat faktor manusia atau mesin yang bersentuhan langsung dengan *part*.

5. *Weldline*

Yaitu pertemuan material, biasa timbul garis agak putih panjang atau bisa dikatakan warna belang/tidak seragam.

6. *Flow mark*

Yaitu kondisi dimana permukaan produk berbentuk seperti kerutan atau gelombang yang muncul di dekat *gate*.

7. *Black dot*

Yaitu kondisi dimana terdapat bintik hitam pada permukaan produk. Hal ini disebabkan adanya material sisa yang terjebak dalam *heater*, atau disebabkan oleh kecepatan *screw* terlalu tinggi sehingga menghasilkan degradasi material.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menguji data yang sudah terkumpul dengan menggunakan metode FMEA, sehingga nantinya diperoleh suatu informasi sebagai bahan dari analisa masalah. Dalam laporan ini pengolahan data berisi pembuatan diagram Pareto, peta kendali p, nilai sigma, *fishbone diagram*, dan tabel FMEA.

4.2.1 Diagram Pareto Cacat untuk Produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Diagram Pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang paling dominan berpengaruh pada penyelesaian masalah. Dengan mengetahui penyebab-penyebab dominan yang seharusnya pertama kali diatasi, maka akan mudah dalam menetapkan prioritas perbaikan. Adapun tabel persentase jenis cacat dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jenis Cacat dan Jumlah Cacat

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase Cacat (%)	% kumulatif
<i>Short mold</i>	327	41,71	41,71
<i>Flashes</i>	276	35,20	76,91
<i>Scratch</i>	55	7,02	83,93
<i>Weldline</i>	44	5,61	89,54
<i>Sink mark</i>	32	4,08	93,62
<i>Flow mark</i>	26	3,32	96,94
<i>Black dot</i>	24	3,06	100,00
Total	784	100	

(Sumber: Pengolahan Data)

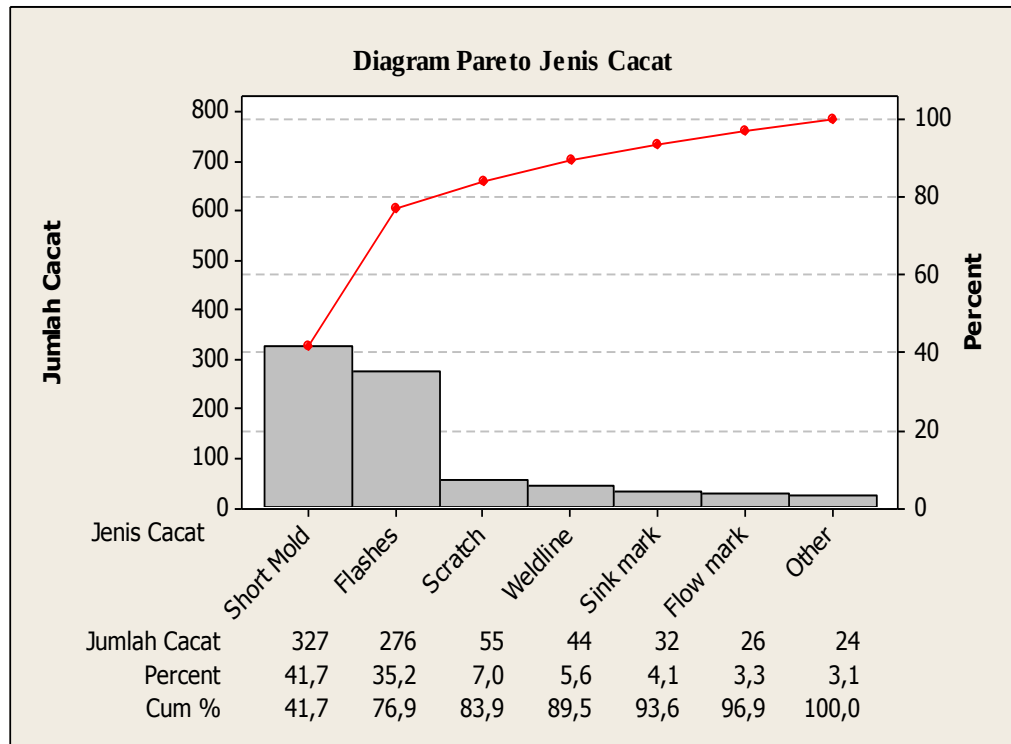
Persentase tiap proses dapat dihitung dengan cara berikut. Misal untuk cacat *short mold*:

$$(\%) \text{ Cacat } short \text{ mold} = \frac{\text{Cacat } short \text{ mold}}{\text{Total Cacat}} = \frac{327}{784} \times 100\% = 41,71\%$$

Berdasarkan data jenis cacat yang telah didapatkan melalui proses wawancara dengan perusahaan dan pengamatan langsung, selanjutnya data dimasukkan ke dalam aplikasi minitab untuk dibuat diagram Pareto. Langkah – langkah pembuatan Diagram Pareto menggunakan program *Minitab* yaitu sebagai berikut :

1. Mengisi kolom C1 dengan data jenis kecacatan
2. Mengisi kolom C2 dengan data jumlah cacat
3. Memilih *Stat* pada menu bar, memilih *Quality Tools*, lalu memilih *Pareto Chart*.

4. Mengetik C2 pada kolom *Frequencies In*, dan mengetik C1 pada kolom *Labels In*.
5. Memilih *options* dan ketik pada kolom *title* “Diagram Pareto Unit Cacat Berdasarkan jenis kecacatan”.
6. Lalu memilih OK, dan akan muncul gambar diagram Pareto yang dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4.17 Diagram Pareto Jenis Cacat
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.17 terlihat jelas bahwa jenis cacat yang mendominasi adalah cacat *short mold* dengan jumlah cacat 327 unit dengan persentase sebesar 41,7%. Jenis cacat inilah yang akan menjadi fokus dalam perbaikan. Selanjutnya penelitian akan berfokus pada cacat *short mold* untuk dicari permasalahannya serta penyelesaian menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*).

4.2.2 Pembuatan Peta Kendali p

Peta kendali p adalah *tools* yang berfungsi mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat). Peta kendali p juga berguna untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditentukan. Sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi berubah-

ubah jumlahnya atau memang perusahaan akan melakukan 100% inspeksi maka digunakan *peta kendali p*. Untuk mengetahui apakah penyimpangan pada data cacat bulan Maret–Mei 2017 masih dalam batas kendali atau tidak, maka perlu dibuat peta kendali p. Peta kendali p mempunyai manfaat untuk membantu pengendalian kualitas produksi serta dapat memberikan informasi mengenai kapan dan di mana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas.

Adapun perhitungan proporsi cacat dan batas kendalnya adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Peta Kendali p

Berikut ini adalah perhitungan dalam membuat peta kendali p, diketahui:

- 1) Jumlah *part* yang diperiksa (n) pada bulan Maret – Mei 2017 sebanyak 7.960 unit.
- 2) Jumlah *part* cacat (np) pada bulan Maret – Mei 2017 sebanyak 784 unit.

b. Menentukan rata-rata bagian yang ditolak ($\bar{p}$) atau *Control Limit* (CL)

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{784}{7.960} = 0,0985$$

Data pengamatan ke-1:

- 1) Jumlah yang diperiksa (n) = 198 unit
- 2) Jumlah yang ditolak (np) = 13 unit

c. Menentukan Bagian yang ditolak:

$$p = \frac{np}{n} = \frac{13}{198} = 0,0657$$

d. Menentukan *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL)

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0985 + 3\sqrt{\frac{0,0985(1-0,0985)}{198}} = 0,1616$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0985 - 3\sqrt{\frac{0,0985(1-0,0985)}{198}} = 0,0354$$

Uraian diatas merupakan cara untuk menentukan batas-batas kendali yang digunakan pada peta kendali p untuk hari pengamatan ke-1, begitu pula dengan hari-hari berikutnya dilakukan perhitungan yang sama sampai dengan bulan Mei 2017.

Perhitungan batas kendali untuk peta kendali p dari *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* pada proses *injection* dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
1	08-Mar-17	198	13	0,0657	0,0985	0,0212	0,1620	0,0350
2	09-Mar-17	195	12	0,0615	0,0985	0,0213	0,1625	0,0345
3	10-Mar-17	108	23	0,2130	0,0985	0,0287	0,1845	0,0125
4	13-Mar-17	216	17	0,0787	0,0985	0,0203	0,1593	0,0377
5	14-Mar-17	210	14	0,0667	0,0985	0,0206	0,1602	0,0368
6	15-Mar-17	222	19	0,0856	0,0985	0,0200	0,1585	0,0385
7	16-Mar-17	216	17	0,0787	0,0985	0,0203	0,1593	0,0377
8	17-Mar-17	144	24	0,1667	0,0985	0,0248	0,1730	0,0240
9	20-Mar-17	182	34	0,1868	0,0985	0,0221	0,1648	0,0322
10	21-Mar-17	198	15	0,0758	0,0985	0,0212	0,1620	0,0350
11	22-Mar-17	210	21	0,1000	0,0985	0,0206	0,1602	0,0368
12	23-Mar-17	216	16	0,0741	0,0985	0,0203	0,1593	0,0377
13	24-Mar-17	180	11	0,0611	0,0985	0,0222	0,1651	0,0319
14	27-Mar-17	128	11	0,0859	0,0985	0,0263	0,1775	0,0195
15	28-Mar-17	134	13	0,0970	0,0985	0,0257	0,1757	0,0213
16	29-Mar-17	158	38	0,2405	0,0985	0,0237	0,1696	0,0274
17	30-Mar-17	156	20	0,1282	0,0985	0,0239	0,1701	0,0269
18	31-Mar-17	168	18	0,1071	0,0985	0,0230	0,1675	0,0295
19	03-Apr-17	216	14	0,0648	0,0985	0,0203	0,1593	0,0377
20	04-Apr-17	204	17	0,0833	0,0985	0,0209	0,1611	0,0359
21	05-Apr-17	228	22	0,0965	0,0985	0,0197	0,1577	0,0393
22	06-Apr-17	192	20	0,1042	0,0985	0,0215	0,1630	0,0340
23	07-Apr-17	194	31	0,1598	0,0985	0,0214	0,1627	0,0343
24	10-Apr-17	170	20	0,1176	0,0985	0,0229	0,1671	0,0299
25	11-Apr-17	146	14	0,0959	0,0985	0,0247	0,1725	0,0245
26	12-Apr-17	167	37	0,2216	0,0985	0,0231	0,1677	0,0293
27	13-Apr-17	121	21	0,1736	0,0985	0,0271	0,1798	0,0172
28	17-Apr-17	165	17	0,1030	0,0985	0,0232	0,1681	0,0289

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.4 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
29	18-Apr-17	182	11	0,0604	0,0985	0,0221	0,1648	0,0322
30	19-Apr-17	205	16	0,0780	0,0985	0,0208	0,1609	0,0361
31	20-Apr-17	213	13	0,0610	0,0985	0,0204	0,1597	0,0372
32	21-Apr-17	247	16	0,0648	0,0985	0,0190	0,1554	0,0416
33	25-Apr-17	222	23	0,1036	0,0985	0,0200	0,1585	0,0385
34	26-Apr-17	211	26	0,1232	0,0985	0,0205	0,1600	0,0369
35	27-Apr-17	288	22	0,0764	0,0985	0,0176	0,1512	0,0458
36	28-Apr-17	196	14	0,0714	0,0985	0,0213	0,1623	0,0346
37	02-Mei-17	206	13	0,0631	0,0985	0,0208	0,1608	0,0362
38	03-Mei-17	240	22	0,0917	0,0985	0,0192	0,1562	0,0408
39	04-Mei-17	360	35	0,0972	0,0985	0,0157	0,1456	0,0514
40	05-Mei-17	348	24	0,0690	0,0985	0,0160	0,1464	0,0506
Total		7.960	784					

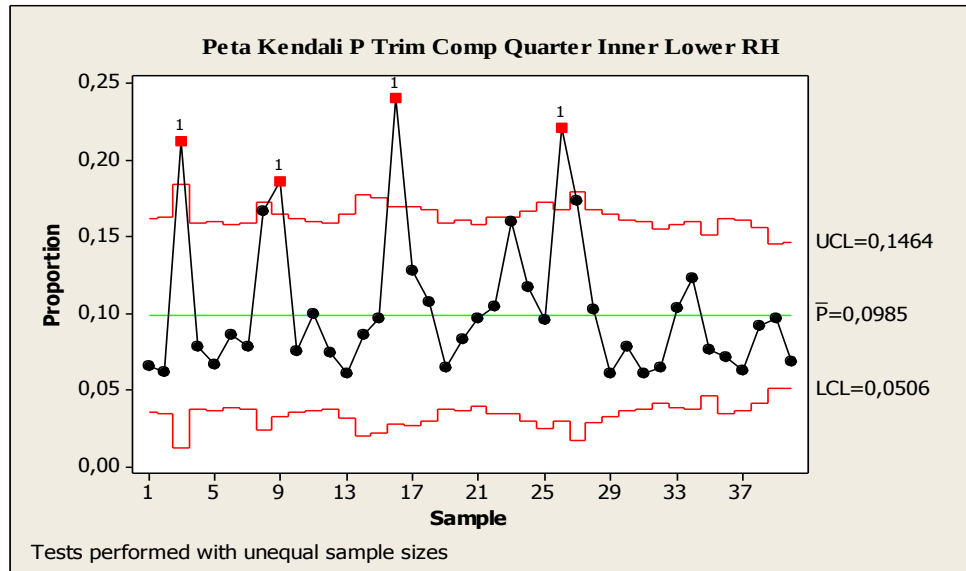
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.4, selanjutnya data dimasukkan kedalam aplikasi *minitab* untuk dibuat peta kendali p. Peta ini berguna untuk melihat lebih jelas mengenai data yang masih berada dalam batas kontrol maupun data yang melebihi batas kontrol.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali p dengan menggunakan *minitab*, sebagai berikut:

1. Memasukkan data jumlah produksi dan jumlah cacat
2. Memilih *stat* pada menu *bar*, memilih *control chart*, lalu memilih *attribute charts*, kemudian memilih P
3. Memasukkan C2 (Jumlah cacat) ke dalam variabel
4. Memasukkan C1 (Jumlah produksi) ke dalam *Subgroup sizes*, lalu memilih OK

Adapun peta kendali p yang telah diolah pada aplikasi *minitab* dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Peta Kendali p *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali p yang telah dibuat sebelumnya, terdapat beberapa data yang keluar dari batas kontrolnya. Data tersebut ialah data ke-3, 9, 16, dan 26. Data yang keluar dari batas kontrol tersebut disebabkan oleh adanya penyebab khusus yang akan dijelaskan pada Bab V. Dari sejumlah data yang melewati batas kendali tersebut, langkah selanjutnya adalah menghilangkan data tersebut untuk direvisi. Adapun hasil revisi dari peta kendali p dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* Revisi

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
1	08-Mar-17	198	13	0,0657	0,0888	0,0202	0,1494	0,0281
2	09-Mar-17	195	12	0,0615	0,0888	0,0204	0,1499	0,0277
3	13-Mar-17	216	17	0,0787	0,0888	0,0194	0,1468	0,0307
4	14-Mar-17	210	14	0,0667	0,0888	0,0196	0,1477	0,0299
5	15-Mar-17	222	19	0,0856	0,0888	0,0191	0,1460	0,0315
6	16-Mar-17	216	17	0,0787	0,0888	0,0194	0,1468	0,0307
7	17-Mar-17	144	24	0,1667	0,0888	0,0237	0,1599	0,0177

(Sumber: Pengolahan Data)

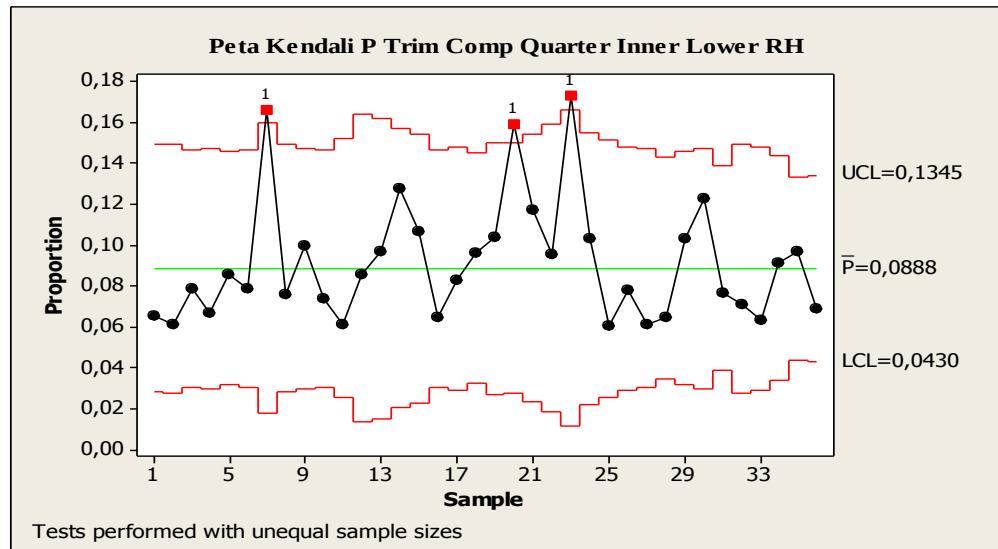
Lanjut...

Tabel 4.5 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH Revisi (Lanjutan)*

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
8	21-Mar-17	198	15	0,0758	0,0888	0,0202	0,1494	0,0281
9	22-Mar-17	210	21	0,1000	0,0888	0,0196	0,1477	0,0299
10	23-Mar-17	216	16	0,0741	0,0888	0,0194	0,1468	0,0307
11	24-Mar-17	180	11	0,0611	0,0888	0,0212	0,1524	0,0252
12	27-Mar-17	128	11	0,0859	0,0888	0,0251	0,1642	0,0133
13	28-Mar-17	134	13	0,0970	0,0888	0,0246	0,1625	0,0150
14	30-Mar-17	156	20	0,1282	0,0888	0,0228	0,1571	0,0204
15	31-Mar-17	168	18	0,1071	0,0888	0,0219	0,1546	0,0229
16	03-Apr-17	216	14	0,0648	0,0888	0,0194	0,1468	0,0307
17	04-Apr-17	204	17	0,0833	0,0888	0,0199	0,1485	0,0290
18	05-Apr-17	228	22	0,0965	0,0888	0,0188	0,1453	0,0323
19	06-Apr-17	192	20	0,1042	0,0888	0,0205	0,1504	0,0272
20	07-Apr-17	194	31	0,1598	0,0888	0,0204	0,1500	0,0275
21	10-Apr-17	170	20	0,1176	0,0888	0,0218	0,1542	0,0233
22	11-Apr-17	146	14	0,0959	0,0888	0,0235	0,1594	0,0181
23	13-Apr-17	121	21	0,1736	0,0888	0,0259	0,1663	0,0112
24	17-Apr-17	165	17	0,1030	0,0888	0,0221	0,1552	0,0223
25	18-Apr-17	182	11	0,0604	0,0888	0,0211	0,1520	0,0255
26	19-Apr-17	205	16	0,0780	0,0888	0,0199	0,1484	0,0292
27	20-Apr-17	213	13	0,0610	0,0888	0,0195	0,1472	0,0303
28	21-Apr-17	247	16	0,0648	0,0888	0,0181	0,1431	0,0345
29	25-Apr-17	222	23	0,1036	0,0888	0,0191	0,1460	0,0315
30	26-Apr-17	211	26	0,1232	0,0888	0,0196	0,1475	0,0300
31	27-Apr-17	288	22	0,0764	0,0888	0,0168	0,1391	0,0385
32	28-Apr-17	196	14	0,0714	0,0888	0,0203	0,1497	0,0278
33	02-Mei-17	206	13	0,0631	0,0888	0,0198	0,1482	0,0293
34	03-Mei-17	240	22	0,0917	0,0888	0,0184	0,1439	0,0337
35	04-Mei-17	360	35	0,0972	0,0888	0,0150	0,1337	0,0438
36	05-Mei-17	348	24	0,0690	0,0888	0,0152	0,1345	0,0430
Total		7.345	652					

(Sumber: Pengolahan Data)

Perubahan pada tabel perhitungan batas kendali di atas, mengubah pula peta kendali atribut dari produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* ini. Adapun peta kendali p yang telah diolah pada *minitab* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Peta kendali p *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* revisi
 (Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.19, dapat dilihat masih terdapat beberapa data yang masih keluar dari batas kendali. Data tersebut adalah data ke-7, 20, dan 23 disebabkan oleh adanya penyebab khusus yang akan dijelaskan pada Bab V. Selanjutnya, peta kendali p direvisi dengan cara menghilangkan data yang keluar dari batas kendali. Adapun hasil perhitungan batas kendali setelah dilakukan revisi ke-2 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* Revisi Ke-II

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
1	08-Mar-17	198	13	0,0657	0,0836	0,0197	0,1427	0,0246
2	09-Mar-17	195	12	0,0615	0,0836	0,0198	0,1431	0,0242
3	13-Mar-17	216	17	0,0787	0,0836	0,0188	0,1401	0,0271
4	14-Mar-17	210	14	0,0667	0,0836	0,0191	0,1409	0,0263
5	15-Mar-17	222	19	0,0856	0,0836	0,0186	0,1394	0,0279
6	16-Mar-17	216	17	0,0787	0,0836	0,0188	0,1401	0,0271
7	21-Mar-17	198	15	0,0758	0,0836	0,0197	0,1427	0,0246
8	22-Mar-17	210	21	0,1000	0,0836	0,0191	0,1409	0,0263

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

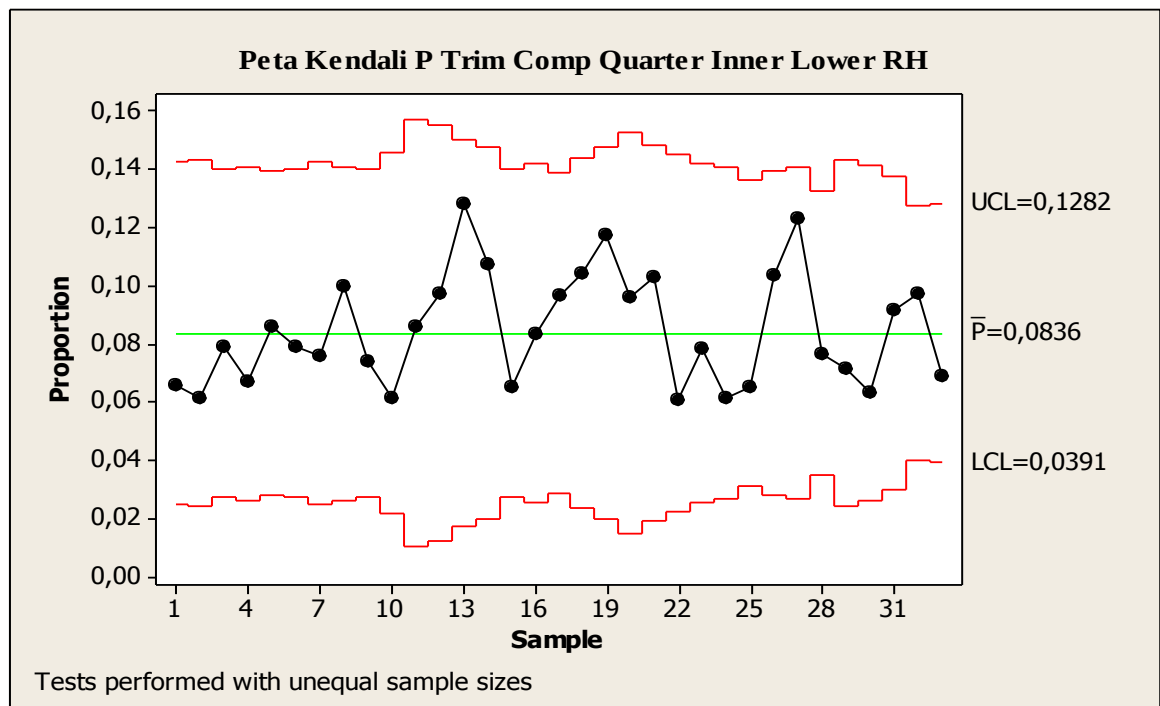
Tabel 4.6 Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali p dari *Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* Revisi ke-II (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat	CL	Standar Deviasi	UCL	LCL
9	23-Mar-17	216	16	0,0741	0,0836	0,0188	0,1401	0,0271
10	24-Mar-17	180	11	0,0611	0,0836	0,0206	0,1455	0,0218
11	27-Mar-17	128	11	0,0859	0,0836	0,0245	0,1570	0,0103
12	28-Mar-17	134	13	0,0970	0,0836	0,0239	0,1554	0,0119
13	30-Mar-17	156	20	0,1282	0,0836	0,0222	0,1501	0,0172
14	31-Mar-17	168	18	0,1071	0,0836	0,0214	0,1477	0,0196
15	03-Apr-17	216	14	0,0648	0,0836	0,0188	0,1401	0,0271
16	04-Apr-17	204	17	0,0833	0,0836	0,0194	0,1418	0,0255
17	05-Apr-17	228	22	0,0965	0,0836	0,0183	0,1386	0,0287
18	06-Apr-17	192	20	0,1042	0,0836	0,0200	0,1436	0,0237
19	10-Apr-17	170	20	0,1176	0,0836	0,0212	0,1473	0,0200
20	11-Apr-17	146	14	0,0959	0,0836	0,0229	0,1524	0,0149
21	17-Apr-17	165	17	0,1030	0,0836	0,0215	0,1483	0,0190
22	18-Apr-17	182	11	0,0604	0,0836	0,0205	0,1452	0,0221
23	19-Apr-17	205	16	0,0780	0,0836	0,0193	0,1416	0,0257
24	20-Apr-17	213	13	0,0610	0,0836	0,0190	0,1405	0,0268
25	21-Apr-17	247	16	0,0648	0,0836	0,0176	0,1365	0,0308
26	25-Apr-17	222	23	0,1036	0,0836	0,0186	0,1394	0,0279
27	26-Apr-17	211	26	0,1232	0,0836	0,0191	0,1408	0,0265
28	27-Apr-17	288	22	0,0764	0,0836	0,0163	0,1326	0,0347
29	28-Apr-17	196	14	0,0714	0,0836	0,0198	0,1430	0,0243
30	02-Mei-17	206	13	0,0631	0,0836	0,0193	0,1415	0,0258
31	03-Mei-17	240	22	0,0917	0,0836	0,0179	0,1372	0,0300
32	04-Mei-17	360	35	0,0972	0,0836	0,0146	0,1274	0,0399
33	05-Mei-17	348	24	0,0690	0,0836	0,0148	0,1282	0,0391
Total		6.886	576					

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.6, selanjutnya data dimasukkan kembali ke dalam aplikasi *minitab* untuk membuat peta kendali setelah revisi yang ke-II.

Adapun hasil pengolahan data pada minitab dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Peta Kendali p *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* (Revisi ke-II)
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan dan juga pembuatan peta kendali p revisi kedua, maka dapat terlihat bahwa semua data berada di dalam batas kontrol. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses sudah berada dalam batas kendali. Maka, peta pengendali inilah yang akan digunakan sebagai perencanaan pengendali observasi atau periode mendatang.

4.2.3 Perhitungan Nilai *Sigma*

Perhitungan nilai *sigma* produk dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan *sigma* yang telah baku, dan dibantu menggunakan tabel nilai *sigma*. Hasil dari data atribut akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per Million Opportunities*). *Level Sigma* merupakan hasil konveksi dari nilai DPMO ke dalam tabel *sigma*.

Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* proses *injection* pada *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat dibawah ini:

1. Perhitungan DPMO

a. *Unit* (U)

Jumlah produk yang diperiksa pada bulan Maret – Mei 2017 adalah sebesar 7.960 unit.

b. *Opportunities* (OP)

Berdasarkan hasil perhitungan CTQ (*Critical to quality*), diketahui terdapat lima jenis cacat atau CTQ potensial yaitu, *short mold, flashes, scratch, weldline, sink mark, flow mark, dan shrinkage*. Hal ini merupakan sebuah kesempatan terjadinya *defect*/cacat pada setiap unit produk yang dihasilkan.

c. *Defect* (D)

Jumlah *defect* periode bulan Maret – Mei 2017 sebesar 784 unit.

d. *Defect per Unit*

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{784}{7.960} \\ &= 0,0985 \end{aligned}$$

e. *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 7.960 \times 7 = 55.720 \end{aligned}$$

f. *Defect per Opportunities* (DPO)

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{D}{TOP} \\ &= \frac{784}{55.720} \\ &= 0,01407 \end{aligned}$$

g. *Defect per Million opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 \\ &= 0,01407 \times 1.000.000 \\ &= 14.070 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) adalah sebesar 14.070.

2. Konversi Nilai DPMO ke Nilai Sigma

Pada perhitungan sebelumnya, telah didapat nilai DPMO untuk *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*, yakni 14.070 cacat. Adapun perhitungan nilai sigma berdasarkan konsep motorola sebagai berikut:

$$\frac{14.262 - 14.070}{14.070 - 13.903} = \frac{3,69 - x}{x - 3,70}$$

$$\frac{192}{167} = \frac{3,69 - x}{x - 3,70}$$

$$192(x - 3,70) = 167(3,69 - x)$$

$$192x - 710,4 = 616,23 - 167x$$

$$192x + 167x = 616,23 + 710,4$$

$$359x = 1.326,63$$

$$x = \frac{1.326,63}{359} = 3,695$$

Berdasarkan perhitungan di atas, level *sigma* yang diperoleh perusahaan saat ini untuk produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* berada pada level 3,70.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan merupakan tahapan yang dilakukan setelah melakukan perhitungan pada pengolahan data. Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan masalah dalam menentukan proses bagian mana yang paling dominan menghasilkan kegagalan-kegagalan. Pada bab IV telah diketahui data jenis cacat, jumlah cacat dan diagram Pareto. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan metode FMEA untuk melihat proses bagian mana yang menghasilkan cacat yang paling dominan.

5.1 Analisis Pemilihan Produk

Dalam analisis pemilihan produk pada proses *injection* yang diamati yaitu produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* selama periode bulan Maret–Mei 2017. Pemilihan produk ini didasari atas kualitas produk dan pengamatan yang dilakukan di PT Vuteq Indonesia, dengan tingkat kegagalan produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* tertinggi diantara produk lainnya, jumlah produksinya sebesar 7.960 unit dengan jumlah kegagalan 784 unit dan persentase cacat sebesar 9,85% selama periode Maret–Mei 2017. Maka dari itu, proses *injection* ini yang menjadi prioritas dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

5.2 Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan hasil perhitungan diagram Pareto yang dilihat pada Gambar 4.17, jenis-jenis cacat yang terjadi pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* adalah *short mold*, *flashes/burrry*, *scratch*, *weldline*, *sink mark*, *flow mark*, dan *black dot*. Jenis cacat *short mold* sebanyak 327 unit dengan persentase kegagalan 41,71%, cacat *flashes/burrry* sebanyak 276 unit dengan persentase kegagalan 35,20%, cacat *weldline* sebanyak 44 unit dengan persentase kegagalan 5,61%, cacat *sink mark* sebanyak 32 unit dengan persentase kegagalan

4,08%, cacat *flow mark* sebanyak 26 unit dengan persentase kegagalan 3,32%, cacat *black dot* sebanyak 24 unit dengan persentase kegagalan 3,06%.

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa jumlah kegagalan terbesar *part Trim Comp Quarter Inner Lower RH* selama bulan Maret–Mei 2017 adalah *short mold* dengan tingkat kegagalan 327 unit dan persentase kecacatan 41,71%. Untuk itu, metode FMEA dirasa tepat untuk menganalisis permasalahan yang ada agar *potential failure* di proses *injection* dapat diketahui dan permasalahan dapat diselesaikan.

5.3 Analisis Peta Kendali p

Setelah mendapatkan hasil dari penentuan prioritas perbaikan pada diagram Pareto, maka langkah selanjutnya yaitu membuat analisis peta kendali p untuk mengetahui kinerja proses *injection* dan kegagalan yang ditimbulkan secara mendetail. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali p. Dasar penentuan peta kendali ini dikarenakan beberapa faktor diantaranya data yang diteliti berupa data atribut, menggunakan proporsi kegagalan dan data sampel produksinya berbeda-beda. Oleh karena itu, alat peta kendali p dirasa tepat dalam melakukan analisis di proses *injection*.

Setelah dilakukan perhitungan peta kendali pada Tabel 4.4. di proses *injection* ternyata data ke-3, 9, 16, dan 26 keluar dari batas kendali atas. Hal tersebut disebabkan oleh penyebab khusus diantaranya pada pengambilan data ke-3 tanggal 10 Maret 2017 terjadi kegagalan pada elemen pemanas mesin *injection* yang disebabkan oleh *hot runner* yang mati akibat dari pemadaman listrik. Hal tersebut menyebabkan *stop line* atau produksi terhenti oleh karena *genset* yang tidak bisa langsung digunakan ketika listrik padam. Pada pengambilan data ke-9 tanggal 20 Maret 2017 terjadi kegagalan yakni kesalahan pengaturan awal parameter mesin *injection* yang disebabkan oleh operator yang terburu-buru saat melakukan pekerjaan dan tidak mengikuti petunjuk *Standard Operational Procedure* (SOP). Pada pengambilan data ke-16 tanggal 29 Maret 2017 terjadi kegagalan operator yang kelelahan akibat dikejar target produksi, pada tanggal tersebut juga bertepatan dengan adanya *medical check-up* untuk seluruh karyawan

PT Vuteq Indonesia. Pada pengambilan data ke-26 tanggal 12 April 2017 terjadi kegagalan yakni pengisian material yang terlambat. Setelah menemukan penyebab khusus dari data yang keluar dari batas kendali, akhirnya data tersebut dikeluarkan lalu dibuat peta kendali p revisi, ternyata hasilnya menunjukkan bahwa masih ada data yang keluar dari batas kendali yakni pada data ke-7, 20, dan 23.

Penyebab khusus dari data yang keluar dari batas kendali tersebut ialah pada pengambilan data ke-7 tanggal 17 Maret 2017 kegagalan tersebut disebabkan oleh komponen *mold* yang jarang dibersihkan sebelum memulai proses produksi. Pada pengambilan data ke-20 dan 23 yakni tanggal 7 dan 13 April 2017 kegagalan terjadi akibat bagian *runner gate* yang mampet sehingga menyebabkan lelehan material tidak bisa disalurkan ke dalam *mold*. Setelah mengetahui penyebab khusus dari setiap data yang keluar dari batas kendali, maka selanjutnya dibuat kembali peta kendali p revisi yang ke-2. Kemudian hasilnya dapat disimpulkan bahwa tidak ada jumlah kegagalan yang melebihi batas kendali atas maupun batas kendali bawah namun memiliki variasi sebaran produk yang mengalami kegagalan cukup besar. Hal ini didasarkan dari hasil penggambaran peta kendali p yang menunjukkan adanya data yang memiliki variasi yang beragam. Tingkat kegagalan yang terjadi rata-rata setiap harinya selama bulan Maret–Mei 2017. Hasil ini dapat dijadikan pedoman untuk hasil produksi berikutnya, sehingga dapat menekan tingkat kecacatan produk yang terjadi selama produksi.

5.4 Identifikasi *Potential Failure Mode* (Potensial Kegagalan) dengan FMEA

Tujuan dilakukannya identifikasi *potential failure mode* (potensial kegagalan) adalah untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi kegagalan memenuhi persyaratan proses atau desain. Adapun proses yang berpotensi gagal dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 *Potential Failure Mode* pada Proses *Injection Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

No	Proses	<i>Potential Failure Mode</i>
1	<i>Injection</i>	<i>Short mold</i>

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

5.5 Identifikasi *Failure Effect* (Efek Kegagalan)

Setelah diketahui *potential failure mode* (potensi kegagalan) yang dapat berpengaruh pada terjadinya produk cacat, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *failure effect* (efek kegagalan) dari setiap kegagalan proses. Hal ini bertujuan agar dapat menentukan nilai *severity*. *Failure effect* yaitu efek-efek dari kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. Dengan mengidentifikasi *failure effect* (efek kegagalan) maka diketahui dari setiap kegagalan proses. *Failure effect* (efek kegagalan) untuk setiap kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 *Failure effect* pada Proses *Injection Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

No	Proses	Potential Failure Mode	Failure Effect
1	<i>Injection</i>	<i>Short mold</i>	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembly</i> dan produk harus di <i>scrap</i>

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

5.6 Penentuan Nilai *Severity*

Severity adalah tingkat keparahan yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun pengaruhnya terhadap kelangsungan proses selanjutnya yang juga merugikan. Pemberian nilai *severity* terdiri dari ranking 1 sampai 10. Semakin parah efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi ranking yang diberikan. Nilai *severity* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* didapatkan dari hasil *brainstorming* dan analisis berdasarkan teori kriteria penilaian *severity* pada Tabel 2.2 yang dikaitkan dengan *Working Standard PFMEA* yang terdapat pada Lampiran B. Adapun nilai *severity* untuk efek kegagalan pada proses *injection* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kriteria penentuan nilai *severity* untuk efek kegagalan pada proses *injection* produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Rangking	Deskripsi	Keterangan
1	Tidak Ada	Tidak ada efek kegagalan pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i>
2	Sangat Minor	Sebagian <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> harus di <i>rework</i> di <i>station</i> tersebut, gangguan kecil terhadap lini produksi.
3	Minor/Kecil	Sebagian <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> harus di <i>rework</i> di lini produksi tetapi di luar proses <i>station</i> , gangguan kecil terhadap lini produksi.
4	Sangat Rendah	<i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> harus disortir dan sebagian harus di <i>rework</i> .
5	Rendah	<i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> 100% harus di <i>rework</i> .
6	Sedang	<i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> sebagian menjadi <i>scrap</i> , sisanya tidak perlu disortir (sudah baik).
7	Tinggi	<i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> harus disortir dan sebagian harus di <i>scrap</i> , serta mengganggu kelancaran lini produksi.
8	Sangat Tinggi	<i>Part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> bermasalah karena tidak dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya (<i>assembly</i>), dan 100% produk harus di <i>scrap</i> .
9	Sangat berbahaya namun ada peringatan	Kegagalan pada proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> yang terjadi didahului dengan tanda/peringatan, sangat berbahaya terhadap mesin maupun operator.
10	Sangat berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan pada proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> yang terjadi tanpa didahului tanda/peringatan, sangat berbahaya dan dapat mengakibatkan kematian.

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Berdasarkan kriteria di atas, nilai *occurrence* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Penentuan Nilai *Severity* untuk efek kegagalan pada proses *injection* produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

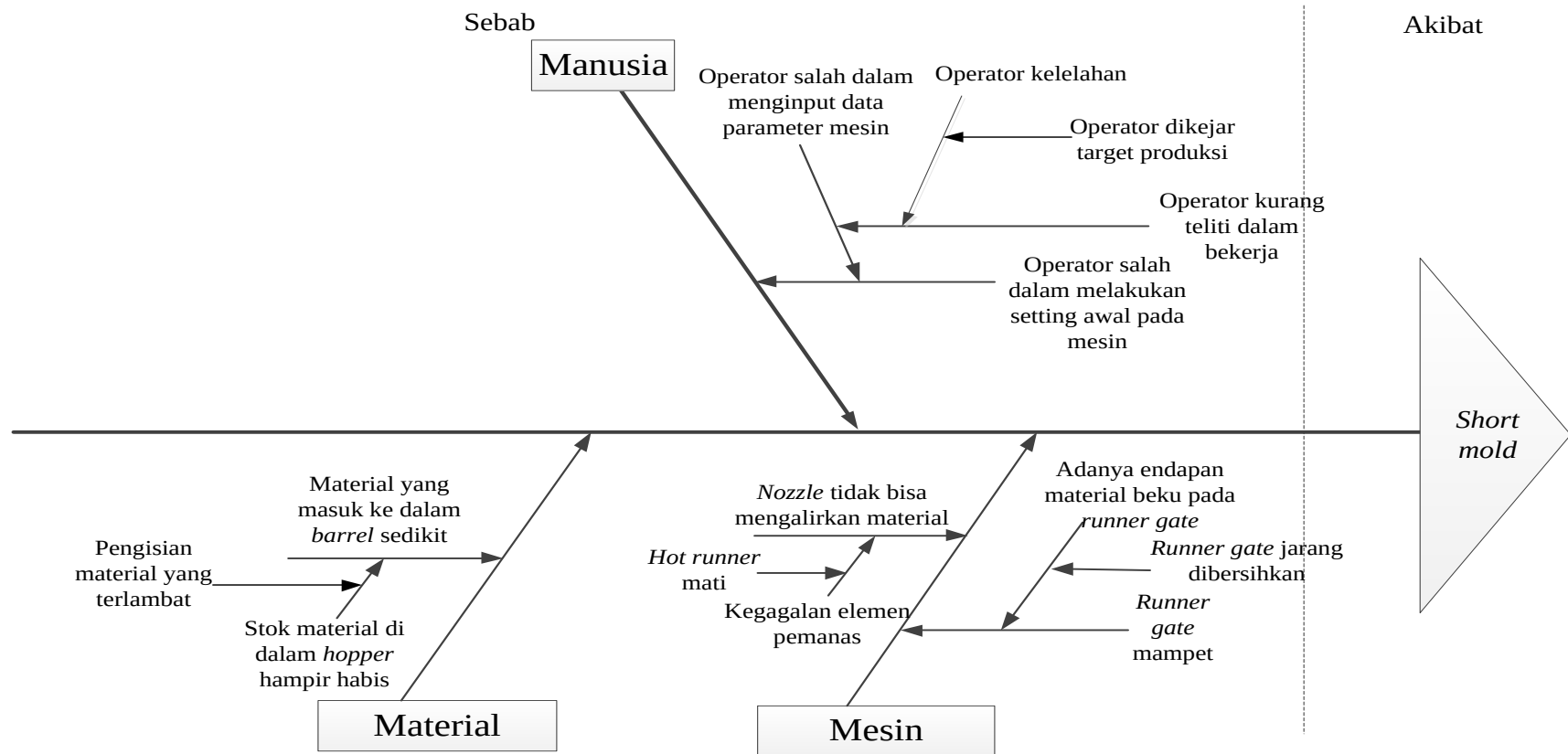
No	<i>Failure Effect</i>	Rangking
1	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembly</i> dan harus di <i>scrap</i> .	8

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Penilaian *severity* tidak dapat dilanjutkan ke proses *assembly* dan harus di *scrap* nilainya adalah 8 karena tingkat keparahannya sangat tinggi.

5.7 Identifikasi Penyebab Dari Masalah

Setelah mengetahui nilai *severity*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi penyebab-penyebab dari kegagalan. Untuk menentukan penyebab kegagalan digunakan *tool fishbone diagram*. *Fishbone diagram* digunakan untuk menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi di mana terdapat pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah, dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat. Berdasarkan cacat dominan yang diketahui, maka dilakukan pembuatan *Fishbone diagram* pada proses *injection* produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 *Fishbone diagram* untuk cacat *short mold*
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan *fishbone diagram* yang telah dibuat, diketahui bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan cacat *short mold*. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Faktor Penyebab Cacat *Short mold*

No.	Aspek	Penyebab
1.	Manusia	a. Operator salah dalam melakukan setting awal pada mesin. Operator salah menginput data parameter mesin. Data <i>setting</i> parameter mesin yang diinput salah disebabkan oleh operator yang terburu-buru dalam bekerja, hal tersebut disebabkan oleh operator kelelahan akibat dikejar target produksi.
2.	Mesin	a. <i>Runner gate</i> mampet disebabkan oleh adanya endapan material beku pada <i>runner gate</i> . Adanya endapan material beku akibat dari <i>runner gate</i> yang jarang dibersihkan. b. <i>Nozzle</i> tidak bisa mengalirkan material. Hal ini dikarenakan kegagalan elemen pemanas, hal tersebut disebabkan oleh <i>hot runner</i> mati.
3.	Material	a. Material yang masuk ke dalam <i>barrel</i> sedikit. Hal ini dikarenakan stok material di dalam <i>hopper</i> hampir habis. Hal tersebut dikarenakan pengisian material yang terlambat.

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Berdasarkan hasil analisis *fishbone diagram* pada Tabel 5.5, maka diperoleh Penyebab kegagalan yang mempengaruhi munculnya cacat *short mold* pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* yaitu *hot runner* mati, *runner gate* jarang dibersihkan, pengisian material yang terlambat, dan operator dikejar target produksi.

5.8 Penentuan Nilai *Occurance*

Occurance adalah ukuran yang menunjukkan seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan yang terjadi. Nilai *occurrence* ditentukan untuk mengetahui penyebab masing-masing cacat. Besar nilai *occurrence* diperoleh berdasarkan tingkat kegagalan atau jumlah produk cacat per total jumlah produk. Nilai *occurrence* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* didapatkan dari hasil *brainstorming* dan

analisis berdasarkan teori kriteria penilaian *occurrence* pada Tabel 2.3 yang dikaitkan dengan *Working Standard* PFMEA yang terdapat pada Lampiran B. Adapun nilai *occurrence* untuk masing-masing kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kriteria nilai *occurrence* untuk efek kegagalan pada proses *injection* produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Rangking	Deskripsi	Keterangan
1	Kecil sekali	Kegagalan pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> hampir tidak mungkin terjadi. Peluang kejadiannya 1 dalam 1500000 atau 0,00000067.
2	Sangat rendah	Kegagalan yang jarang terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 150000 atau 0,0000667.
3	Rendah	Kegagalan pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 15000 atau 0,00067
4		Kegagalan kadang terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> tetapi tidak dalam proporsi besar, dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 2000 atau 0,0005.
5		Kegagalan kadang terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> tetapi tidak dalam proporsi besar, dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 400 atau 0,0025.
6	Sedang	Kegagalan kadang terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> , dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 80 atau 0,0125.
7		Kegagalan yang hampir sering terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> , dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 20 atau 0,05.
8	Tinggi	Kegagalan yang sering terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> , dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 8 atau 0,125 dan kondisi sudah sangat bermasalah.
9		Kegagalan yang sering terjadi pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> , dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 3 atau 0,333 dan kondisi sudah sangat bermasalah
10	Sangat Tinggi	Kegagalan pada <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> hampir tak dapat dihindarkan, dengan peluang kejadian gagal 1 dalam 2 atau 0,5.

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Berdasarkan kriteria di atas, Nilai *occurrence* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Penentuan nilai *occurrence* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Occurrence
1	Short mold	Hot runner mati	$5/7.960 = 0,00063$	3
		Runner gate jarang dibersihkan	$295/7.960 = 0,037$	7
		Pengisian material yang terlambat	$10/7.960 = 0,0013$	5
		Operator dikejar target produksi	$17/7.960 = 0,0021$	5

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

5.9 Identifikasi Pengendalian Proses

Setelah mengetahui nilai *occurrence*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian proses. Pengendalian proses merupakan pengendalian yang dapat mencegah terjadinya kegagalan potensial atau mendeteksi terjadinya penyebab kegagalan yang terjadi. Pengendalian proses untuk masing-masing penyebab kegagalan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Pengendalian Proses pada Proses *Injection*

No.	Jenis Kegagalan	Current Control	Penyebab Kegagalan
1	Short mold	Membuat jadwal <i>preventive</i> yang lebih terkontrol pada peralatan <i>injection</i> baik mesin maupun peralatan pendukung lainnya	Hot runner mati
		Membersihkan <i>runner gate</i> secara rutin sebelum proses berlangsung	Runner gate jarang dibersihkan
		Memperbaharui jadwal pengisian material dan melakukan pengawasan terhadap operator	Pengisian material yang terlambat
		Proses pengawasan kerja yang lebih maksimal, serta adanya pemeriksaan ulang <i>setting</i> parameter mesin yang telah dilakukan oleh operator.	Operator dikejar target produksi

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

5.10 Penentuan Nilai *Detection*

Detection merupakan pendeteksi yang telah ada. *Detection* dengan skala 1 menunjukkan kemungkinan kontrol hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan, sementara skala 10 menunjukkan penyebab cacat hampir tidak dapat dideteksi. Nilai *detection* untuk kegagalan proses *injection* didapatkan dari hasil *brainstorming* dan analisis berdasarkan teori kriteria penilaian *detection* pada Tabel 2.4 yang dikaitkan dengan *Working Standard* PFMEA yang terdapat pada Lampiran B. Adapun kriteria *detection* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Kriteria kemampuan *detection* pada proses *injection Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

Rangking	Deskripsi	Kriteria
1	Hampir Pasti	Kontrol proses hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan dengan pengendalian proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .
2	Sangat Tinggi	Kemungkinan kontrol proses sangat tinggi untuk mendeteksi dan mencegah kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> untuk diproses lebih lanjut.
3	Tinggi	Kemungkinan kontrol proses tinggi untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> dan mencegah untuk di proses lebih lanjut.
5	Sedang	Kemungkinan kontrol proses untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> sedang.
6	Rendah	Kemungkinan kontrol proses rendah untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .
7	Sangat rendah	Kemungkinan kontrol proses sangat rendah untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .
8	Kecil	Kemungkinan kontrol proses kecil untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .
9	Sangat kecil	Kemungkinan kontrol proses sangat kecil untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .
10	Hampir tidak mungkin	Tidak ada kontrol yang tersedia untuk mendeteksi kegagalan proses produksi <i>part Trim Comp Quarter Inner Lower RH</i> .

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Berdasarkan kriteria di atas, nilai *detection* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Penentuan nilai *detection* untuk kegagalan proses *injection* pada produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH*

No.	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Tingkat Kesulitan	Detection
1	<i>Shortmold</i>	<i>Hot runner</i> mati	Diperlukan pengendalian secara pengamatan yang rendah untuk mendeteksi kegagalan ini.	6
		<i>Runner gate</i> jarang dibersihkan	Diperlukan pengendalian secara pengamatan yang rendah untuk mendeteksi kegagalan ini.	6
		Pengisian material yang terlambat	Diperlukan pengendalian secara tindakan agar kegagalan bisa terdeteksi dan mencegah kegagalan untuk diproses lebih lanjut.	3
		Operator dikejar target produksi	Diperlukan suatu kontrol/ pengendalian secara visual yang sangat tinggi untuk mendeteksi kegagalan dan mencegah untuk diproses lebih lanjut.	2

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

5.11 Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*). *Risk Priority Number* diperoleh dari hasil perkalian antara *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). **RPN = S x O x D**. Adapun hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Penentuan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

FMEA Proses								
Proses	Potensi Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurance	Current Control	Detection	RPN
Injection	Shortmold	Tidak dapat dilanjutkan ke proses <i>assembly</i> dan harus di <i>scrap</i>	8	Hot runner mati	3	Membuat jadwal <i>preventive</i> yang lebih terkontrol pada peralatan <i>injection</i> baik mesin maupun peralatan pendukung lainnya.	6	144
			8	Runner gate jarang dibersihkan (mampet)	7	Membersihkan <i>runner gate</i> secara rutin sebelum proses berlangsung	6	336
			8	Pengisian material yang terlambat	5	Memperbaharui jadwal pengisian material dan melakukan pengawasan terhadap operator	3	120
			8	Operator dikejar target produksi	5	Proses pengawasan kerja yang lebih maksimal, serta adanya pemeriksaan ulang <i>setting</i> parameter mesin yang telah dilakukan oleh operator.	2	80

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan RPN pada Tabel 5.11, didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk penyebab kegagalan *runner gate* jarang dibersihkan sebesar 336. Selanjutnya, diikuti oleh *hot runner* mati sebesar 144. Kemudian, pengisian material yang terlambat sebesar 120. Terakhir, operator dikejar target produksi sebesar 80.

5.12 Rencana Perbaikan

Berdasarkan analisis masalah yang sudah dilakukan, maka akan dibuatkan rencana perbaikan untuk mengurangi kegagalan proses yang nantinya akan meningkatkan mutu produk secara keseluruhan. Rencana perbaikan untuk mengatasi penyebab timbul kegagalan dari proses *injection* adalah *short mold*. Hal ini dimaksudkan agar perusahaan dapat melakukan perbaikan dengan memprioritaskan kegagalan yang banyak terjadi yaitu *short mold* untuk diperbaiki terlebih dahulu. Namun, dalam penelitian ini rencana perbaikan dibuat bukan hanya untuk penyebab cacat *short mold* dengan nilai RPN tertinggi saja, melainkan untuk penyebab cacat *short mold* lainnya.

Rencana perbaikan dapat dilihat dari tiga faktor yang menjadi penyebab timbulnya *short mold* yaitu manusia, mesin dan material. Ketiga faktor itulah yang menyebabkan kegagalan pada proses *injection*. Oleh karena itu, akan dilakukan upaya perbaikan terhadap ketiga faktor tersebut guna meningkatkan perbaikan kualitas dengan membuat rencana perbaikan menggunakan metode 5W+1H. Rencana perbaikan ini dapat membantu pihak manajemen dalam mendapatkan tambahan pendapat untuk mengendalikan proses *injection*, agar cacat *short mold* dapat diminimalisir dan proses menjadi lebih baik. Metode yang digunakan yaitu metode 5W + 1H (*what, why, where, when, who, dan how*). Analisis 5W+1H untuk penurunan cacat *short mold* produk *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Rencana Perbaikan menggunakan 5W + 1H

Proses	Faktor	What (Penyebab)	How (Rencana Perbaikan)	Why (Tujuan)	Where (Lokasi)	When (Waktu)	Who (Penanggung Jawab)
Injection	Mesin	Hot runner mati	Membuat jadwal <i>preventive maintenance mold</i> dan peralatan pendukung proses <i>injection</i> yang dilakukan oleh <i>maintenance</i> serta melakukan pengawasan terhadap operator sebelum proses berlangsung.	Meminimalkan kerusakan mesin dan peralatan lainnya, serta potensi kegagalan pada saat proses produksi berlangsung.	Pada proses <i>injection</i>	Secara berkala sesuai dengan jadwal <i>preventive maintenance</i> yang dibuat	Kepala produksi, Staf <i>maintenance</i>
		Runner Gate Mampet	Membuat jadwal pembersihan terhadap area <i>runner gate</i> dan <i>mold</i> .	Guna menghindari terjadinya pengendapan material yang berlebih	Pada proses <i>injection</i>	Sebelum proses produksi berlangsung, dimulai sejak Juli 2017.	Operator dan staf <i>maintenance</i>

(Sumber: Hasil *Brainstorming*, 2017)

Lanjut...

Tabel 5.12. Rencana Perbaikan menggunakan 5W+1H (Lanjutan)

Proses	Faktor	What (Penyebab)	How (Rencana Perbaikan)	Why (Tujuan)	Where (Lokasi)	When (Waktu)	Who (Penanggung Jawab)
	Manusia	Operator dikejar target produksi	Pengawasan yang lebih intensif terhadap operator , sebelum dan saat proses produksi berlangsung. Melakukan pengecekan untuk memastikan <i>setting</i> parameter telah sesuai,	Meminimalkan kesalahan dalam pengaturan parameter mesin <i>injection</i> .	Pada proses <i>injection</i>	Pada saat sebelum dan saat berlangsungnya proses produksi	Kepala produksi, foreman,dan Operator
	Material	Pengisian material yang terlambat	Memperbaharui jadwal pengisian material, melakukan pengecekan material pada <i>hopper</i> secara lebih intensif, serta memasang alarm peringatan apabila material akan habis	Memudahkan operator dalam memeriksa stok material	Pada proses <i>injection</i>	Dimulai sejak Juli 2017	<i>Foreman, Operator Material Handling</i>

(Sumber: Hasil *brainstorming*, 2017)

Berdasarkan Tabel 5.12, untuk faktor mesin penyebab kegagalannya adalah *hot runner* mati, pengecekan mesin biasanya dilakukan setelah 10.000 kali injeksi. Tujuan dari rencana perbaikan dengan membuat jadwal *preventive maintenance mold* dengan jadwal pengecekan lebih awal dari biasanya adalah agar meminimalkan kerusakan mesin dan peralatan lainnya, serta potensi kegagalan yang timbul pada saat proses produksi berlangsung. Sedangkan, tujuan dari rencana perbaikan untuk *runner gate* mampet dengan membuat jadwal pembersihan terhadap bagian *runner gate* dan area *mold*, yaitu guna menghindari terjadinya pengendapan material yang berlebih.

Untuk faktor manusia yang disebabkan operator dikejar target produksi, tujuan dari rencana perbaikan yang dilakukan dengan mengawasi dan mengarahkan operator agar lebih teliti dan tetap mematuhi petunjuk kerja yang berlaku adalah agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengaturan parameter mesin *injection*.

Untuk faktor material yang disebabkan pengisian material yang terlambat, tujuan rencana perbaikan yang dilakukan dengan memperbaharui jadwal pengisian material dan pemasangan *alarm* saat stok material habis, yaitu untuk memudahkan operator dalam memeriksa stok material pada *hopper*.

Rencana perbaikan dari penyebab kegagalan *hot runner* mati yaitu dengan membuat jadwal *preventive maintenance mold* dan peralatan pendukung proses *injection* yang dilakukan oleh *maintenance*. Kedua, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan *runner gate* mampet yaitu dengan membuat jadwal pembersihan terhadap bagian *runner gate* dan area *mold*. Ketiga, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan operator dikejar target produksi yaitu dengan melakukan pengecekan untuk memastikan *setting* parameter telah sesuai, serta pengawasan yang lebih intensif pada saat proses produksi. Terakhir, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan pengisian material yang terlambat yaitu dengan memperbaharui jadwal pengisian material, melakukan pengecekan material pada *hopper* secara lebih intensif.

5.13 Pendokumentasian P-FMEA yang berhubungan dengan potensial *failure mode*

Pendokumentasian FMEA dilakukan agar hasil yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode FMEA tetap ada. Dokumen FMEA merupakan lembaran yang berisi informasi dalam proses analisis FMEA. Dokumentasi tersebut akan menjadi acuan jika masalah serupa terjadi dan dapat menjadi rekomendasi pencegahan terhadap masalah serupa, agar masalah tersebut tidak terjadi lagi. FMEA adalah dokumen yang dinamis, yang tetap diperlukan dan harus digunakan selama proses atau produk yang terkait dengannya masih berjalan/diproduksi. Pada dokumen FMEA berisi informasi umum produk dokumen FMEA, pihak-pihak yang terlibat dalam pembuatan dokumen FMEA, dan tujuan dari pembuatan dokumen. Dokumentasi FMEA dapat dilihat pada Gambar 5.2.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data, serta hasil analisis yang dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis-jenis cacat yang terjadi pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* adalah *short mold*, *flashes/burrry*, *scratch*, *weldline*, *sink mark*, *flow mark*, dan *black dot*.
2. Penyebab kegagalan yang mempengaruhi munculnya cacat *short mold* pada proses produksi *Trim Comp Quarter Inner Lower RH* yaitu *hot runner* mati, *runner gate* jarang dibersihkan, pengisian material yang terlambat, dan operator dikejar target produksi.
3. Nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk penyebab kegagalan *runner gate* jarang dibersihkan sebesar 336. Selanjutnya, diikuti oleh *hot runner* mati sebesar 144. Kemudian, pengisian material yang terlambat sebesar 120. Terakhir, operator dikejar target produksi sebesar 80.
4. Rencana perbaikan dari penyebab kegagalan *hot runner* mati yaitu dengan membuat jadwal *preventive maintenance mold* dan peralatan pendukung proses *injection* yang dilakukan oleh *maintenance*. Kedua, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan *runner gate* mampet yaitu dengan membuat jadwal pembersihan terhadap bagian *runner gate* dan area *mold*. Ketiga, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan operator dikejar target produksi yaitu dengan melakukan pengecekan untuk memastikan *setting* parameter telah sesuai, serta pengawasan yang lebih intensif pada saat proses produksi. Terakhir, rencana perbaikan untuk penyebab kegagalan pengisian material yang terlambat yaitu dengan memperbaharui jadwal pengisian material, melakukan pengecekan material pada *hopper* secara lebih intensif.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diajukan beberapa saran upaya perbaikan untuk mengurangi kegagalan pada proses *injection* sebagai berikut:

1. Manajemen perusahaan harus selalu melakukan perbaikan berkelanjutan/*continuous improvement* dalam mengeliminasi penyebab kegagalan proses *injection*, karena perubahan metode, teknologi, dan psikologi karyawan sangat mempengaruhi kinerja perusahaan.
2. Staf *maintenance* perlu melakukan perbaikan proses dengan rutin memeriksa komponen mesin *injection*. Selain itu, perawatan berkala mesin juga harus terus dilakukan oleh pihak manajemen perusahaan supaya proses berjalan optimal.
3. Mengadakan pelatihan-pelatihan untuk operator secara berkala untuk meningkatkan *skill* dan pengetahuan operator dalam mengoperasikan mesin supaya etos kerja operator juga semakin meningkat.
4. Pada saat proses *injection* berlangsung, seharusnya *leader* selalu melakukan pengawasan yang intensif di area produksi agar mengurangi terjadinya kegagalan proses, serta kualitas produk yang dihasilkan meningkat.

KONVERSI DPMO KE NILAI SIGMA BERDASARKAN KONSEP MOTOROLA

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

KONVERSI DPMO KE NILAI SIGMA BERDASARKAN KONSEP MOTOROLA (lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2, 15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3, 20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

KONVERSI DPMO KE NILAI SIGMA BERDASARKAN KONSEP MOTOROLA (lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32		
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

