

No. Dok = 6867  
Copy = 1

D1 698.567  
Dip  
p

**PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES WELDING UNTUK  
MENGURANGI TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE DMAIC  
DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Studi  
Diploma Empat (D4) Teknik Industri Otomotif Pada  
Politeknik STMI Jakarta**

Oleh:

**NAMA : SRIHUNING PANDEGANI**

**NIM : 1115105**



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	7/7
No Induk Buku	434/TIO/SE/TA/22

**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.  
JAKARTA  
2019**

**SUMBANGAN ALUMNI**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**

**TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL TUGAS AKHIR:

**PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES *WELDING* UNTUK  
MENGURANGI TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE DMAIC DI  
PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**

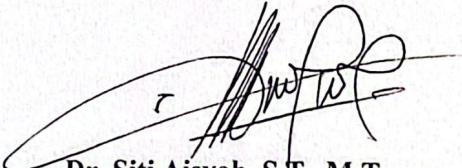
DISUSUN OLEH:

NAMA : SRIHUNING PANDEGANI  
NIM : 1115105  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diajukan dan  
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas akhir  
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2019

Dosen Pembimbing



**Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T.**

**NIP: 19771217.200212.2003**

## LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES *WELDING* UNTUK  
MENGURANGI TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE DMAIC DI  
PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR”**

DISUSUN OLEH :  
NAMA : SRIHUNING PANDEGANI  
NIM : 1115105  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF (TIO)

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 12 September 2019.

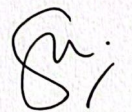
Jakarta, September 2019

Dosen Penguji 1



Taswir Svalfoeddin, SMI, Msi.  
(NIP: 19541226.198903.1.001)

Dosen Penguji 2



Dianasanti Salati, S.T., M.T.  
(NIP: 19810911.200901.2.007)

Dosen Penguji 3



Dewi Auditva Marizka, S.T., M.T.  
(NIP: 19750318.200112.2.003)

Dosen Penguji 4



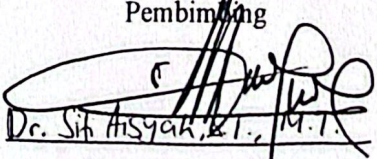
Dr. Siti Aisvah, S.T., M.T.  
(NIP: 19771217.200212.2.003)

**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR**

Nama : Srihuning Pandegani  
 NIM : 1115105  
 Judul Tugas Akhir : Perbaikan kualitas pada Proses Welding di Bagian Main Body I untuk mengurangi Tingkat Cacat dengan Metode DMAIC di PT Krama Yudha Ratu Motor  
 Pembimbing : Dr. Siti Hisyah, S.T., M.T  
 Asisten Pembimbing : \_\_\_\_\_

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
21-06-19	I	Bimbingan mengenai BAB I	ff
24-06-19	II	Bimbingan mengenai BAB II	ff
1-07-19	III	Bimbingan mengenai BAB III	ff
7-07-19	IV	Bimbingan mengenai BAB IV	ff
12-07-19	V	Bimbingan mengenai BAB V	ff
15-07-19	VI	Bimbingan mengenai BAB VI	ff
23-07-19	II & III	Bimbingan revisi BAB II & III	ff
31-07-19	IV & V	Bimbingan revisi BAB III & IV	ff
6-08-19	I & V	Bimbingan revisi BAB I & V	ff
9-08-19	I - VI	Finalisasi	ff
12-08-19	I - VI	ACC Finish semua BAB I - VI	ff

Mengetahui,  
 Ka Prodi  
 Teknik Industri Otomotif  
 %n U.  
Muhammad Agus, S.T., M.T  
 NIP : 19700829200212001

Pembimbing  
  
Dr. Siti Hisyah, S.T., M.T.  
 NIP : 19771217.2002122003

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **SRIHUNING PANDEGANI**

NIM : **1115105**

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I., dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul "**PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES *WELDING* UNTUK MENGURANGI TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE DMAIC DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**".

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan 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 diduplikasikan 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 saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, September 2019



Srihuning Pandegani

## ABSTRAK

PT Krama Yudha Ratu Motor (PT KRM) adalah sebuah perusahaan industri otomotif di Indonesia yang memproduksi kendaraan niaga. Jenis kendaraan yang diproduksi oleh PT KRM yaitu, Colt Diesel (TD), Fuso (FM/FN) dan Fuso Fighter (TA). Aliran proses produksi pada PT KRM yaitu *Welding*, *Painting*, *Trimming* dan *Quality Control*. Pada proses *Welding* ditemukan cacat yaitu sebesar 22% dari total produksi sedangkan toleransi cacat yang telah ditetapkan pada proses *Welding* yaitu sebesar 3%. Cacat yang terdapat pada proses *Welding* dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Material* dan *Environment*. Untuk mengatasi masalah tersebut, solusi yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan filosofi *Six Sigma* metode DMAIC dengan melakukan lima tahapan yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, *Control*. Pada tahap *Define* digunakan pemilihan proyek dengan diagram batang, diagram SIPOC, dan menentukan CTQ dengan menggunakan analisa diagram Pareto. Pada tahapan *Measure* dilakukan perhitungan peta kendali *p* dan pengukuran kinerja untuk mengetahui nilai *Sigma* dan nilai DPMO. Pada tahap *Analyze* dilakukan analisis dengan menggunakan diagram *Fishbone* untuk mengidentifikasi penyebab dari cacat *spatter*. Tindakan perbaikan yang akan dilakukan berdasarkan 5W + 1H untuk mengetahui rencana perbaikan yang akan dilakukan pada tahap *Improve*. Setelah dilakukannya perbaikan pada tahap *Improve* dengan membuat *tools spot guidance*, membuat *check sheet welding tip* dan membuat *check sheet welding machine*, maka selanjutnya melakukan pendataan ulang pada tahap *Control* terhadap data yang telah dilakukan perbaikan, didapatkan hasil bahwa nilai DPMO mengalami penurunan sebesar 35.014 unit yaitu dari 43.000 unit menjadi 7.986 unit dan level sigma mengalami kenaikan sebesar 0,68 yaitu dari 3,22 menjadi 3,90.

Kata Kunci : *Six Sigma*, DMAIC, *Welding*, *Spatter*, Atribut

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES WELDING UNTUK MENGURANGI TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE DMAIC DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR”**. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan Akademik Program Diploma IV Teknik Industri Otomotif Pada Politeknik STMI Jakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Ucapan terimakasih pertama penyusun sampaikan kepada kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa tiada henti dan motivasi yang besar kepada saya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Kemudian penyusun ucapkan rasa terimakasih kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT, Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Ikom, MT, selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.
- Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta.
- Ibu Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan bimbingan saat penyusunan Tugas Akhir serta selalu menjadi inspirasi penulis dalam hal-hal positif.
- Bapak Dedi Rosidi selaku *Supervisor Welding* sekaligus pembimbing lapangan di PT Krama Yudha Ratu Motor yang senantiasa memberikan bantuan, arahan selama melakukan Praktik Kerja Lapangan.
- Bapak Rahmat Kurniawan selaku *Senior Foreman Welding* di PT Krama Yudha Ratu Motor yang telah mengarahkan dan membimbing dalam kegiatan PKL.

- Bapak Jedi Cahyono, Bapak Arief, Bapak Suparno dan seluruh operator di Proses *Welding* yang selalu membimbing, mengajari dan berbagi ilmu dengan sabar selama melakukan pengamatan.
- Sheila Yakti dan Ade Septiani yang selama ini berbagi suka maupun duka, saling memberikan doa, dukungan, semangat dan banyak hal lainnya dalam pembuatan Tugas Akhir.
- Kepada seluruh teman-teman Hitz TIO 3, yang telah memberikan semangat dan membantu dalam pembuatan Tugas Akhir.
- Kepada keluarga besar jurusan Teknik Industri Otomotif Angkatan 2015 atas kebersamaan, kebahagiaan, semangat, doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat dikembangkan dengan lebih baik lagi. Maka dengan segala kerendahan hati kepada semua pihak, untuk memberikan saran demi adanya perbaikan untuk kedepannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, September 2019

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	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.....	6
2.1. Kualitas .....	6
2.2. <i>Six Sigma</i> .....	10
2.3. Metode DMAIC ( <i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i> ).....	13
2.4. <i>Tools Six Sigma</i> .....	22
2.5. Macam-Macam Peta Kerja.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1. Jenis dan Sumber Data.....	29
3.2. Metode Pengumpulan Data .....	30
3.3. Teknik Analisis.....	30
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	36
4.1. Pengumpulan Data.....	36
4.2. Pengolahan Data .....	65
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	83
5.1. Tahap <i>Analyze</i> .....	83
5.2. Tahap <i>Improve</i> .....	85

5.3. Tahap <i>Control</i> .....	91
5.4. Perbandingan DPMO dan Level <i>Sigma</i> .....	97
5.5. Perbandingan Persen Cacat <i>Part Back Panel</i> .....	98
BAB VI PENUTUP .....	99
6.1. Kesimpulan.....	99
6.2. Saran .....	99
DAFTAR PUSTAKA .....	101
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penggunaan Metode 5W+1H .....	21
Tabel 4. 1. Jam Kerja di PT KRM .....	43
Tabel 4. 2. <i>Part-Part Cabin TD</i> .....	47
Tabel 4. 3. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Under 1</i> .....	55
Tabel 4. 4. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Under 2</i> .....	57
Tabel 4. 5. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Back Panel Assy dan Front Panel Assy</i> .....	58
Tabel 4. 6. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Main Body 1</i> .....	60
Tabel 4. 7. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Main Body 2</i> .....	60
Tabel 4. 8. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Door Install</i> .....	62
Tabel 4. 9. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses <i>Hanging Down</i> .....	62
Tabel 4. 10. Jumlah Cacat Keseluruhan <i>Part</i> Pada Proses <i>Welding</i> .....	64
Tabel 4. 11. Data Jumlah Cacat dan Persentase Cacat di Proses <i>Welding</i> .....	66
Tabel 4. 12. Jumlah Cacat <i>Part Main Body 1</i> .....	67
Tabel 4. 13. Data Cacat Harian <i>Part Back Panel</i> .....	70
Tabel 4. 14. Persentase Cacat <i>Part Back Panel</i> Pada <i>Main Body 1</i> .....	71
Tabel 4. 15. <i>Critical To Quality</i> .....	72
Tabel 4. 16. Jumlah Cacat <i>Part Back Panel</i> .....	73
Tabel 4. 17. Keseluruhan Cacat <i>Part Back Panel</i> .....	75
Tabel 4. 18. Jumlah Cacat <i>Part Back Panel</i> Setelah Direvisi .....	77
Tabel 4. 19. Keseluruhan Cacat <i>Part Back Panel</i> .....	79
Tabel 5. 1. Analisis 5W + 1 H Rencana Perbaikan Kualitas Pada Cacat <i>Spatter</i> ..	86
Tabel 5. 2. Data Cacat Harian <i>Part Back Panel</i> Setelah Perbaikan.....	92
Tabel 5. 3. Perhitungan Nilai Proporsi dan Batas Kendali Setelah Perbaikan .....	94
Tabel 5. 4. Perbandingan Nilai DPMO dan Level <i>Sigma</i> .....	98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Siklus DMAIC .....	13
Gambar 2. 2. Contoh Diagram SIPOC Proses Penyelesaian Kontrak Asuransi, COLA.....	15
Gambar 2. 3. Contoh Diagram Histogram .....	22
Gambar 2. 4. Contoh Diagram Pareto.....	23
Gambar 2. 5. Contoh Diagram <i>Fishbone</i> .....	25
Gambar 3. 1. Kerangka Pemecahan Masalah.....	35
Gambar 4. 1. Struktur Organisasi PT KRM .....	39
Gambar 4. 2. Colt Diesel (TD) .....	44
Gambar 4. 3. Truk Fuso (FM) .....	45
Gambar 4. 4. Fuso Fighter (FA) .....	45
Gambar 4. 5. Unit <i>Cabin</i> TD.....	46
Gambar 4. 6. Aliran Proses <i>Welding</i> .....	52
Gambar 4. 7. Bagian <i>Part Under</i> .....	53
Gambar 4. 8. Bagian <i>Front Panel Assy</i> .....	54
Gambar 4. 9. Bagian <i>Back Panel Assy</i> .....	54
Gambar 4. 10. Cacat <i>Spatter</i> , Penyok ( <i>Dent</i> ) dan Nonjol ( <i>Ding</i> ).....	63
Gambar 4. 11. Grafik Jumlah Cacat Pada Proses <i>Welding</i> .....	66
Gambar 4. 12. Grafik Jumlah Cacat <i>Part Main Body</i> 1 .....	67
Gambar 5. 1. Diagram <i>Fishbone</i> Cacat <i>Spatter</i> .....	84
Gambar 5. 2. <i>Daily Check Sheet Welding Tip Dressing</i> .....	87
Gambar 5. 3. <i>Daily Check Sheet Welding Point</i> .....	88
Gambar 5. 4. Hasil Usulan <i>Spot Guidance</i> .....	89
Gambar 5. 5. Hasil Usulan Sebelum dan Sesudah.....	89
Gambar 5. 6. <i>Tools Spot Guidance</i> .....	90
Gambar 5. 7. Gambar Teknik <i>Tools Spot Guidance</i> .....	91
Gambar 5. 8. Peta Kendali P <i>Part Back Panel</i> Setelah Perbaikan.....	95

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN : Konversi DPMO Ke Nilai *Sigma*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT Krama Yudha Ratu Motor (KRM) adalah sebuah perusahaan industri otomotif di Indonesia yang memproduksi kendaraan jenis *commercial car* atau kendaraan niaga. Jenis kendaraan yang diproduksi oleh PT KRM yaitu, Colt Diesel (TD), Fuso (FM/FN) dan Fuso Fighter (TA). PT KRM memiliki beberapa bagian proses produksi yaitu *Welding*, *Painting*, *Trimming* dan *Quality Control*. Dalam proses *Welding* terdapat beberapa proses yaitu: *Under 1*, *Under 2*, *Main Body 1*, *Main Body 2* dan *Door Install*. Pada proses *Welding* dihasilkan produk *Cabin TD* yang telah dilakukan pengelasan atau penyatuan pada setiap *part* untuk menjadi sebuah produk *Cabin*, setiap *part* di dapat dari PT Mitsubishi Krama Yudha Ratu Motor (MKM). Pada pelaksanaan proses produksinya, PT KRM selalu berusaha untuk menghasilkan produk yang berkualitas bagi para konsumen. Namun pada kenyataannya, dari bulan Januari – Februari ditemukan cacat pada proses *Welding* untuk *Cabin TD* yaitu sebesar 22% dari total produksi sedangkan toleransi cacat yang telah ditetapkan pada proses *Welding* yaitu sebesar 3%. Menurut standar yang telah ditetapkan dengan adanya cacat pada *Cabin TD* dapat membahayakan penumpang dan juga menghambat performa dari produk. Cacat yang terdapat pada proses *Welding* dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Material* dan *Environment*, sehingga perlu dilakukan analisis terlebih dahulu untuk mengetahui dengan pasti faktor apa saja yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya cacat agar dapat dilakukan perbaikan terhadap proses *Welding*.

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan di atas, maka perlu dilakukan perbaikan pada proses *Welding* untuk produk *Cabin TD*. Metode yang digunakan untuk meminimalkan cacat pada hasil produksi adalah dengan metode DMAIC yang merupakan sebuah pendekatan manajemen yang terdiri dari proses *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*. Metode DMAIC bertujuan untuk peningkatan terus menerus agar dapat menuju *Six Sigma* atau cara untuk mencapai

kinerja operasi hanya 3,4 cacat untuk setiap satu juta peluang, untuk dapat mengetahui tingkat kegagalan dari proses maka dilakukan pengukuran tingkat kinerja yaitu tingkat DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan *Level Sigma*. DPMO merupakan suatu ukuran kegagalan yang dapat mengetahui kerusakan suatu produk dalam satu juta barang yang diproduksi. Dalam perhitungan DPMO terdapat sebuah perhitungan performansi proses dan pada metode DMAIC dapat membantu untuk meminimalkan tingkat cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses, sehingga perusahaan dapat menentukan tindakan yang tepat untuk melakukan perbaikan. Penerapan metode DMAIC pada PT KRM diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi khususnya pada proses *Welding*.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

1. Apa faktor penyebab terjadinya cacat pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*?
2. Berapa nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan *Level Sigma* pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*?
4. Bagaimana perbandingan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan *Level Sigma* sebelum dan setelah dilakukan usulan perbaikan pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dibuatnya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan faktor penyebab cacat pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*.
2. Menghitung nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan level *sigma* pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*.

3. Menghasilkan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*.
4. Membandingkan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan Level *Sigma* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan pada pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD*.

#### 1.4. Pembatasan Masalah

Untuk dapat memfokuskan penelitian, maka pembatasan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat penelitian di PT Krama Yudha Ratu Motor.
2. Penelitian dilakukan pada Proses *Welding* khususnya bagian *Main Body 1*.
3. Produk yang menjadi obyek penelitian adalah *part Cabin TD*.
4. Faktor yang dibahas hanya mengenai faktor kegagalan pada proses *Welding*.
5. Data yang digunakan merupakan data produksi periode Januari – Februari 2019.
6. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data hasil pengamatan, hasil wawancara dan data sekunder perusahaan.
7. Tidak membahas masalah biaya produksi dan biaya perbaikan pada proses *Welding*.
8. Penelitian dilakukan melalui tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*).

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan  
Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan perusahaan, dalam menentukan strategi serta pengendalian kualitas pada masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas.

2. Bagi penulis

Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan pengendalian kualitas dalam perusahaan. Selain itu penelitian ini memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa kuliah.

3. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan rincian sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan dan menjadi dasar dalam pengolahan data, seperti pengertian kualitas, dimensi kualitas, *Six Sigma*, metode DMAIC.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang obyek penelitian, kerangka pemecahan masalah dan langkah-langkah pemecahan masalah yang meliputi studi pendahuluan, studi pustaka, tujuan penelitian, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dengan metode DMAIC, analisis hasil dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

**BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi tentang data yang telah dikumpulkan yaitu data umum perusahaan, data jumlah produksi dan data cacat pada proses *Welding*, kemudian data yang terkumpul tersebut diolah. Pengolahan data tersebut dilakukan dalam 2 (dua) tahap yaitu *Define* dan *Measure*.

**BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan analisis masalah berdasarkan data hasil pengolahan data. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Analyze*, *Improve* dan *Control*. Hasil analisis yang dilakukan merupakan dasar penentuan usulan perbaikan kepada perusahaan.

**BAB VI : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan di masa yang akan datang.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kualitas

Kualitas adalah suatu pendekatan strategis yang merupakan kebangkitan dari konsep-konsep strategi dalam aktifitas bisnis korporasi. Sebelum mempelajari konsep-konsep pengembangan kualitas lebih lanjut, sangatlah perlu untuk memahami terlebih dahulu apa yang dimaksud dengan kualitas.

##### 2.1.1. Pengertian Kualitas

Kualitas memiliki banyak makna dan definisi, setiap orang memiliki pendapat yang berlainan mengenai kualitas tergantung dengan konteksnya. Kualitas pada dasarnya diukur dengan tingkat kepuasan konsumen atau pelanggan.

Ada banyak definisi tentang kualitas yang disampaikan oleh para pakar, berikut ini pengertian kualitas menurut pendapat para ahli dalam kutipan buku, "Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)" (Irwan dan Didi, 2015):

##### 1. Menurut Philip P. Crosby

Kualitas sebagai pemenuhan persyaratan dengan meminimalkan kerusakan yang mungkin timbul atau dikenal *standard zero defect*. Crosby mengemukakan pentingnya untuk melibatkan setiap orang dalam organisasi pada proses, yaitu dengan jalan menekankan kesesuaian individual terhadap persyaratan atau tuntutan. Pendekatan Crosby merupakan pendekatan *top down*.

##### 2. Menurut W. Edwards Deming

Kualitas tidak berarti yang terbaik tetapi pemberian kepada pelanggan tentang apa yang mereka inginkan dengan tingkat kesamaan yang dapat diprediksi serta ketergantungannya terhadap harga yang akan mereka bayar.

##### 3. Menurut Josep M. Juran

Kualitas sebagai kecocokan untuk pemakaian (*fitness for use*) dengan menekankan orientasi pada pemenuhan harapan pelanggan.

### 2.1.2. Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas terbagi menjadi dua, yaitu dimensi untuk industri barang dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Terdapat 8 (delapan) dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, sebagai berikut (Gaspersz, 2002) :

1. Performansi (*Perforemance*), berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
2. *Features*, merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Kehandalan (*Reliability*), berkaitan dengan probabilitas atau kemungkinan suatu produk melaksanakan fungsinya secara berhasil dalam periode waktu tertentu dibawah kondisi tertentu.
4. Konformasi (*Conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. *Durability*, merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
6. Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*), merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, keramahan atau kesopanan, kompetensi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan.
7. Estetika (*Aesthetics*), merupakan karakteristik yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual.
8. *Perception*, bersifat subjektif berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk itu.

### 2.1.3. Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan, dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi, sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai (Assauri, 2008).

#### 2.1.4. Kegiatan Pengendalian Kualitas

Menurut Wignjosoebroto (2003), kegiatan pengendalian kualitas sangat penting dalam upaya untuk menemukan kesalahan, kerusakan, atau ketidaksesuaian dalam suatu produk atau proses agar memenuhi fungsi yang diharapkan dan juga mencoba menemukan sebab-sebab terjadinya kesalahan tersebut dan kemudian memberikan alternatif-alternatif menyelesaikan masalah yang timbul.

Kegiatan pengendalian kualitas pada dasarnya merupakan keseluruhan kumpulan aktifitas dimana kita berusaha untuk mencapai kondisi "*fitness for use*" tidak peduli dimana aktifitas tersebut akan dilaksanakan yaitu mulai pada saat produk dirancang, diproses, sampai selesai dan didistribusikan ke konsumen. Aktifitas pengendalian kualitas umumnya akan meliputi kegiatan-kegiatan:

1. Pengamatan terhadap performansi produk atau proses.
2. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar-standar yang berlaku.
3. Mengambil tindakan apabila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan (*accept or reject*) dan apabila perlu dibuat tindakan untuk mengoreksinya.

Selanjutnya parameter-parameter yang menentukan suatu produk mampu memenuhi konsep "*fitness for use*" ada dua macam yaitu parameter kualitas desain (*quality of design*) dan parameter kualitas kesesuaian (*quality of conformance*).

Kualitas desain atau rancangan adalah derajat dimana kelas atau kategori dari suatu produk akan mampu memberikan kepuasan kepada konsumen. Dua atau lebih produk meskipun memiliki fungsi yang sama, bisa saja memberikan derajat kepuasan yang berbeda karena adanya perbedaan kualitas dalam rancangannya. Kualitas desain atau rancangan secara umum akan banyak dipengaruhi oleh tiga faktor, diantaranya adalah aplikasi penggunaan, pertimbangan biaya, dan kebutuhan atau permintaan pasar.

Kualitas kesesuaian atau kesamaan menghasilkan suatu produk yang dibuat sedemikian rupa sehingga bisa sesuai (*conform*) dan memenuhi spesifikasi, standar, dan kriteria standar kerja lainnya yang telah disepakati.

Kualitas kesesuaian ini akan berkaitan dengan tiga macam bentuk pengendalian sebagai berikut:

1. Pencegahan cacat (*defect prevention*)  
Yaitu mencegah kerusakan atau cacat sebelum benar-benar terjadi.
2. Mencari kerusakan, kesalahan atau cacat (*defect finding*)  
Aplikasi dan pemakaian metode-metode yang spesifik untuk proses inspeksi, pengujian, analisis statistik, dan lain-lain. Proses untuk mencari penyimpangan-penyimpangan terhadap tolok ukur atau standar yang telah ditetapkan.
3. Analisa dan tindakan koreksi (*defect analysis dan correction*)  
Menganalisa kesalahan-kesalahan yang terjadi dan melakukan koreksi-koreksi terhadap penyimpangan tersebut (Wignjosobroto, 2003).

#### 2.1.5. Manfaat Pengendalian Kualitas

Adapun manfaat dari pengendalian kualitas adalah (Evans dan Lindsay, 2007):

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 dan dapat mengurangi *scrap* dan pengerjaan ulang (*rework*).
4. Adanya pengurangan produk cacat dan meningkatnya produktivitas mengakibatkan menurunnya biaya produksi. Peningkatan produktivitas menyebabkan menurunnya *lead time* sehingga terjadi perbaikan waktu.

Dengan melaksanakan manajemen kualitas yang sebaik-baiknya, maka banyak keuntungan yang bisa diperoleh, yaitu antara lain:

1. Menambahkan tingkat efisiensi dan produktifitas kerja.
2. Menekan biaya dan *save money*.

3. Mengurangi kehilangan-kehilangan (*losses*) dalam proses kerja yang dilakukan seperti mengurangi *waste product* atau menghilangkan waktu-waktu yang tidak produktif.
4. Menjaga agar penjualan tetap meningkat sehingga keuntungan tetap diperoleh (meningkatkan potensi daya saing).
5. Menambah reliabilitas produk yang dihasilkan.

#### 2.1.6. Variasi

Variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem industri sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas pada produk (barang dan/ jasa) yang dihasilkan. Pada dasarnya dikenal ada dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yang diklasifikasikan sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

1. Variasi Penyebab-Khusus (*Special-Cause Variation*) adalah kejadian-kejadian diluar sistem industri yang mempengaruhi variasi dalam sistem industri itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor: manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat didefinisikan atau ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi.
2. Variasi Penyebab-Umum (*Common-Cause Variation*) adalah faktor-faktor di dalam sistem industri atau yang melekat pada proses industri yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem industri serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga sebagai penyebab acak (*random cause*) atau penyebab sistem (*system cause*).

#### 2.2. Six Sigma

Pada metode *Six Sigma* meliputi *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC). Metode *Six Sigma* yaitu alat yang berguna bagi manajemen produksi dalam suatu perusahaan untuk menjaga, memperbaiki dan mempertahankan kualitas produk yang diciptakan hingga mencapai *zero defect*.

### 2.2.1. Pengertian *Six Sigma*

Pengertian *Six Sigma* bisa berbeda-beda dalam masing-masing perusahaan dan masing-masing buku referensi metode *Six Sigma* yang telah diterbitkan. Namun ada elemen dasar yang sama diantara semua perusahaan dan buku *Six Sigma*. Program ini berpusat pada metodologi pemecahan masalah yaitu DMAIC. Beberapa definisi dari *Six Sigma* adalah sebagai berikut:

1. *Six Sigma* ialah sebuah visi peningkatan mutu menuju sasaran 3,4 kegagalan per sejuta peluang (DPMO) untuk tiap transaksi produk (barang atau jasa). upaya memotivasi menuju kesempurnaan (Pande dkk, 2002).
2. *Six Sigma* ialah “tujuan yang mendekati kesempurnaan dalam mencapai kebutuhan pelanggan”. Ada pula yang mendefinisikan *Six Sigma* sebagai “usaha mengubah pikiran perusahaan untuk mencapai kepuasan konsumen, profit dan kompetisi yang jauh lebih baik”. Kunci pokok pengertian diatas ialah “pengukuran, tujuan atau transformasi pikiran perusahaan” (Miranda, 2002).
3. *Six Sigma* ialah sebuah metodologi bisnis yang bertujuan meningkatkan nilai-nilai kompetensi dari aktifitas proses bisnis (Hidayat, 2007).

### 2.2.2. Tujuan *Six Sigma*

*Six Sigma* sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktifitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik serta mendapatkan hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan (Evan dan Lindsay, 2007).

### 2.2.3. Keuntungan *Six Sigma*

Keuntungan dalam *Six Sigma* ini berbeda untuk setiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung pada usaha yang dijalankannya, biasanya ada perbaikan dalam hal-hal berikut ini (Pande dkk, 2002):

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan cacat

5. Pengembangan produk dan jasa
6. Meningkatnya pencegahan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas

#### 2.2.4. Konsep Dasar *Six Sigma*

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966% dari apa yang diharapkan pelanggan pada produk itu. Semakin tinggi target sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6-sigma otomatis lebih baik daripada 4-sigma, 4-sigma lebih baik daripada 3-sigma.

Terdapat 6 (enam) aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu:

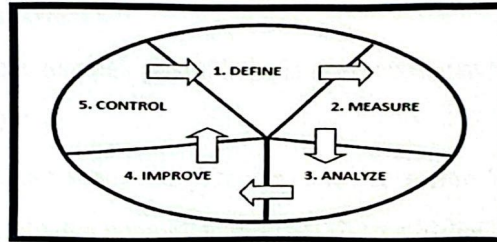
1. Identifikasi pelanggan.
2. Identifikasi produk.
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
4. Definisikan proses.
5. Hindari kesalahan dalam proses dan hilangkan semua pemborosan yang ada.
6. Tingkatkan proses anda secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*.

Berdasarkan bidang manufaktur, terdapat 5 (lima) aspek konsep *Six Sigma*, yaitu:

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai *Critical To Quality* (CTQ) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ)
5. Mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*.

### 2.3. Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*)

DMAIC merupakan proses peningkatan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis menurut ilmu pengetahuan dan fakta. Tahapan DMAIC merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *Six Sigma*. Siklus DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Siklus DMAIC  
(Sumber: Pande dkk, 2002)

#### 2.3.1. Tahap *Define*

*Define* adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang akan dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Termasuk dalam langkah definisi ini adalah mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*, pemilihan jenis komponen, proses kunci dalam proyek *Six Sigma* atau yang dikenal dengan Diagram *Supplier, Input, Process, Output, Customer* (SIPOC), serta membuat Diagram Pareto.

##### 1. Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Satu tantangan utama yang akan dihadapi dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah mendefinisikan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*, dimana dalam banyak keputusan bisnis dikenal pula ungkapan “kita perlu setuju untuk tidak hanya pada apa yang dikerjakan, tetapi juga pada apa yang seharusnya tidak dikerjakan”. Ungkapan ini berarti bahwa suatu proyek *Six Sigma* bukan asal-asalan atau sekedar melaksanakan proyek tanpa mengetahui manfaat dan kriteria apa yang dijadikan pedoman untuk memilih proyek itu. Kata kunci dalam hal ini adalah prioritas, artinya kita harus menetapkan prioritas utama tentang masalah-masalah atau kesempatan-kesempatan peningkatan kualitas

mana yang akan ditangani terlebih dahulu (Gaspersz, 2002). Pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan pada identifikasi proyek yang terbaik sepadan (*match*) dengan kebutuhan, kapabilitas dan tujuan organisasi yang sekarang. Secara umum setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih harus mampu memenuhi kategori sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

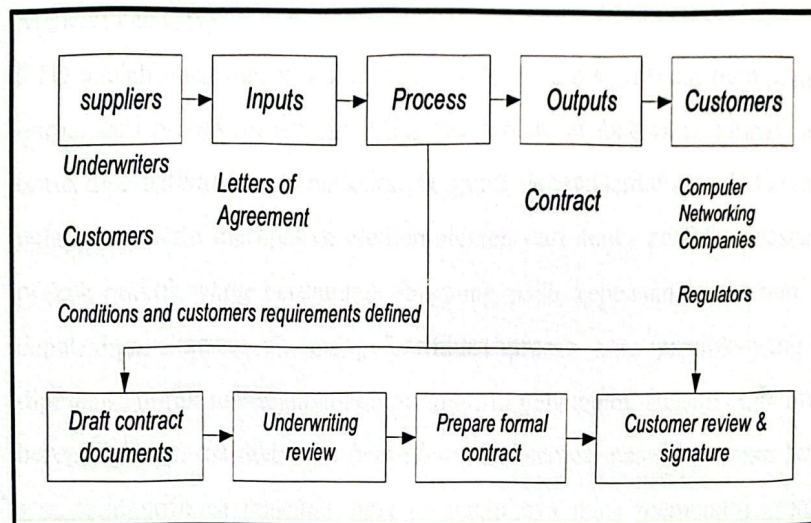
- a. Memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis.
- b. Kriteria kelayakan.
- c. Memberikan dampak positif kepada organisasi atau perusahaan.

## 2. Diagram SIPOC

SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu:

- a. *Suppliers* merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses.
- b. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses.
- c. *Process* merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *inputs* (proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*)
- d. *Outputs* merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*).
- e. *Customers* merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima *outputs*. (Gaspersz, 2002)

Pada Gambar 2.2. dibawah ini adalah contoh Diagram SIPOC dari proses penyelesaian kontrak asuransi, COLA.



Gambar 2. 2. Contoh Diagram SIPOC Proses Penyelesaian Kontrak Asuransi, COLA  
(Sumber: Gaspersz, 2002)

### 3. *Voice of Customer* (VOC)

“Suara pelanggan” (*Customer’s Voices*) merupakan kebutuhan dan espektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifik dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output* perlu didefinisikan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses. Persyaratan *output* didefinisikan secara spesifik apa yang diinginkan pelanggan. Dalam situasi dimana pelanggan tidak mengetahui secara spesifik apa yang diinginkannya, maka tim harus mampu mendaftarkan semua persyaratan *output* yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan yang harus diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa spesifik proses. Dengan demikian, semua persyaratan *output* yang telah terdaftar kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ dalam proyek (Gaspersz, 2002).

#### 2.3.2. Tahap *Measure*

Tahap *Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam rangka peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengukuran dan mengenali karakteristik kualitas kunci atau CTQ.

Dalam tahap *Measure*, hal-hal yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

## 1. Menentukan CTQ

CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi *output* dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan, serta merupakan elemen-elemen dari suatu produk, proses, atau praktik-praktik yang berdampak langsung pada kepuasan konsumen. CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya, bentuknya berupa turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan (Pande dkk, 2002).

## 2. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat untuk memonitor suatu proses pekerjaan atau kualitas barang produksi dan berbentuk suatu grafik atau peta dengan garis-garis pembatas. Terdapat tiga jenis garis pembatas:

- a. *Upper Control Limit* (UCL) atau Batas Kontrol Atas (BKA)
- b. *Center Line* (CL) atau Nilai Tengah
- c. *Lower Control Limit* (LCL) atau Batas Kontrol Bawah (BKB)

Terdapat dua (2) jenis peta kendali berdasarkan jenis data yang dianalisis menggunakan peta kendali, yaitu:

- a. Peta kendali data variabel, terdiri dari peta kendali  $\bar{X}$  (rata-rata) dan R (*range*) serta peta kendali  $\bar{X}$  (rata-rata) dan S (standar deviasi).

### 1) Peta Kontrol $\bar{X}$ (rata-rata) dan R (*range*)

Peta kendali  $\bar{X}$  merupakan Diagram kontrol untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas pengendalian atau tidak. Diagram ini harus digunakan bersamaan dengan Diagram kontrol R untuk mengetahui tingkat keakurasian proses.

### 2) Peta Kontrol $\bar{X}$ (rata-rata) dan S (*standard deviation*)

S dalam S *chart* menandai sigma ( $\sigma$ ) atau *standard deviation chart* hendaknya digunakan untuk mendeteksi apakah karakteristik proses stabil. Oleh karena itu, S *chart* biasanya *diplot* bersama dengan

$\bar{X}$  chart sehingga memberi gambaran mengenai variasi proses lebih baik. Peta kendali standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian suatu proses.

- b. Peta kendali data atribut yaitu salah satunya adalah peta kendali p
- Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari *item-item* dalam kelompok yang diinspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi mutu atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta kendali p. Selanjutnya, untuk menyusun peta kendali data atribut diperlukan beberapa langkah. Menurut Ariani (2003), langkah tersebut meliputi:

1. Menentukan sasaran yang akan dicapai  
Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta kendali data atribut mana yang akan digunakan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, atukah bagian ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.
2. Menentukan banyaknya sampel atau observasi  
Banyaknya sampel yang diambil akan mempengaruhi jenis peta kendali disamping karakteristik kualitasnya.
3. Mengumpulkan data  
Data yang dikumpulkan tentu disesuaikan dengan jenis peta kendali, misalnya suatu perusahaan atau organisasi menggunakan peta kendali p, maka data yang dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.
4. Manentukan garis-garis pusat dan batas kendali  
Penentuan garis pusat dan batas kendali akan ditunjukkan secara rinci pada sub bab bagian ini pada masing-masing peta kendali.

5. Merevisi garis pusat dan batas-batas peta kendali

Revisi terhadap garis pusat dan batas-batas kendali dilakukan apabila dalam peta kendali untuk data atribut terdapat data yang berada di luar batas kendali dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab umum dan penyebab khusus. Jika terdapat data yang di luar batas kendali yang disebabkan oleh penyebab khusus maka data tersebut dihilangkan dan diberikan alasan mengapa dapat terjadi.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut:

- a) Mengumpulan data yang akan diamati. Data tersebut menggambarkan jumlah produk yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (x).
- b) Bagilah data ke dalam subgrup. Biasanya, data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot. Ukuran subgrup (n) minimal 30.
- c) Hitung nilai proporsi unit yang cacat untuk setiap jumlah sampel atau jumlah produksi. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Rumus :  $p = \frac{x}{n}$  .....(2.1)

Keterangan : p = proporsi cacat.

X = jumlah produk cacat.

n = jumlah sampel atau jumlah produksi.

- d) Menghitung rata-rata dari bagian yang cacat

Rumus :  $\bar{p} = \frac{\sum X}{\sum n}$  .....(2.2)

Keterangan :  $\bar{p}$  = rata-rata bagian cacat

$\sum X$  = total cacat

$\sum n$  = total jumlah produksi

- e) Menentukan batas-batas kendali

Garis tengah p =

$\bar{p}$  .....(2.3)

$\sigma = \sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})}$  .....(2.4)

*Upper Control Limit (UCL)*

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \text{ atau } \dots\dots\dots(2.5)$$

$$UCL = \bar{p} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.6)$$

*Lower Control Limit (LCL)*

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \text{ atau } \dots\dots\dots(2.7)$$

$$LCL = \bar{p} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.8)$$

3. Penetapan Nilai DPMO dan Level Sigma

Langkah – langkah penetapan nilai DPMO dan Level Sigma, yaitu :

a. *Unit (U)*

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

b. *Opportunities (OP)*

Merupakan 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.

c. *Defect (D)*

Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti bagian atau permukaan yang di *Welding* terdapat *spatter, dent* dan *ding*.

d. *Defect per Unit (DPU)*

Ukuran ini menjelaskan jumlah rata-rata dari cacat, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel.

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots(2.9)$$

e. *Total Opportunities (TOP)*

Menunjukkan berapa besar peluang suatu item yang sedang diproses untuk memenuhi persyaratan dari pelanggan.

$$TOP = U \times OP \dots\dots\dots(2.10)$$

f. *Defect per Opportunities* (DPO)

Menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok.

$$DPO = \frac{D}{TOP} \dots\dots\dots(2.11)$$

*Defect per Million Opportunities* (DPMO)

g. Mengindikasikan banyaknya *defect* akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran – ukuran peluang *defect* yang diterjemahkan dalam format DPMO.

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots\dots\dots(2.12)$$

h. Setelah jumlah DPMO diperoleh, konversikan ke tabel DPMO untuk mengetahui level *Sigma*.

**2.3.3. Tahap *Analyze***

Tahap *Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini kita perlu melakukan beberapa hal berikut ini:

1. Menentukan stabilitas (*stability*) dan kapabilitas atau kemampuan (*capability*) dari proses,
2. Menentukan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*,
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan,
4. Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*). Analisis menggunakan Diagram sebab akibat (*Fishbone*) dapat digunakan pada tahap ini.

**2.3.4. Tahap *Improve***

*Improve* merupakan tahap keempat dalam peningkatan kualitas menggunakan metode DMAIC. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan

kualitas Six Sigma (Gaspersz, 2002). Analisis menggunakan metode 5W+1H yang terdiri dari: *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana) dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. Dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 1. Penggunaan Metode 5W+1H

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas.	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan?	
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan di sana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama.
Sekuens (Urutan)	<i>When</i> (Kapan)	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan	
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.

(Sumber: Gaspersz, 2002)

### 2.3.5. Tahap *Control*

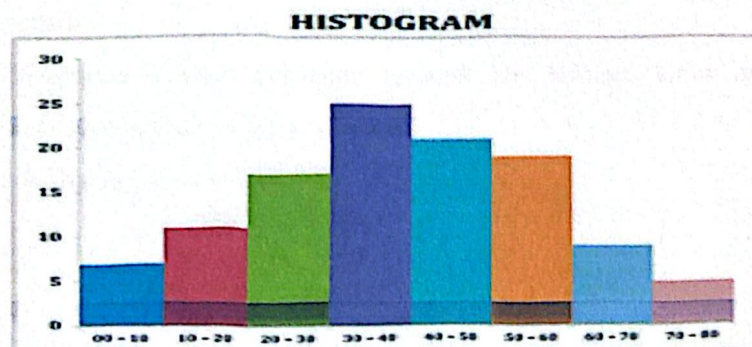
Tahap *Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari Tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses proyek *Six Sigma*. Melalui cara ini, maka akan terjadi peningkatan integrasi, institusionalisasi, pembelajaran, dan *sharing* atau transfer pengetahuan-pengetahuan baru dalam organisasi. (Gaspersz, 2002)

### 2.4. *Tools Six Sigma*

Banyak *tools* yang digunakan dalam metode *Six Sigma*, antara lain Diagram Histogram, Diagram Pareto dan Diagram *Fishbone*.

#### 2.4.1. Diagram Histogram

Histogram digunakan untuk menyajikan data secara visual sehingga lebih mudah dilihat oleh pelaksana dan untuk mengetahui bentuk distribusi data. Kemudian, distribusi data digunakan untuk melakukan analisis kemampuan proses. Histogram merupakan alat statistik yang terdiri dari atas batang-batang yang mewakili suatu nilai tertentu (Irwan dan Didi, 2015). Contoh Diagram Histogram dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Contoh Diagram Histogram  
(Sumber: Irwan dan Didi, 2015)

#### 2.4.2. Diagram Pareto

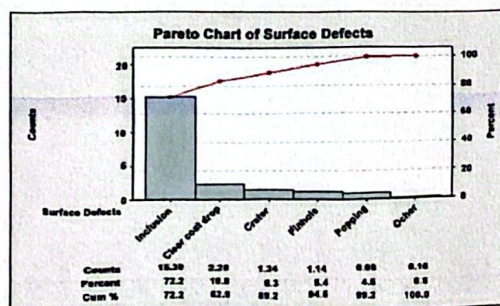
Diagram Pareto adalah Diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia Vilfredo Pareto pada abad ke-19. Diagram Pareto untuk

membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil disebelah kanan. Dengan bantuan Pareto tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika (Nasution, 2001). Untuk menggunakan Diagram Pareto, perlu memastikan bahwa data yang dimiliki adalah data diskrit atau kategori Diagram ini tidak akan berkerja dengan ukuran-ukuran seperti berat atau temperatur (Pande dkk, 2002).

Contoh Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.3. Masalah dibuat dalam bentuk Diagram menurut prioritas atau tingkat kepentingannya, dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari Diagram ini adalah aturan 80-20 yang menyatakan bahwa *80% of the trouble comes from 20% of the problem*. Diagram Pareto digunakan untuk (Pande dkk, 2002):

1. Menyaring data masalah menurut wilayah, dan menemukan wilayah mana yang memiliki paling banyak masalah.
2. Membandingkan data cacat menurut tipe, dan mengetahui cacat mana yang paling umum.
3. Membandingkan masalah menurut hari dalam minggu (atau bulan, atau waktu dalam hari), untuk mengetahui selama periode mana masalah paling sering terjadi.
4. Menyaring keluhan pelanggan menurut tipe keluhan, untuk mengetahui keluhan apa yang paling umum.

Contoh Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Contoh Diagram Pareto  
(Sumber: Pande dkk, 2002)

### 2.4.3. Diagram *Fishbone*

Diagram ini disebut pula Diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) atau sebab akibat atau Ishikawa. Alat ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas jepang yaitu Kaoru Ishikawa. Diagram *Fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan atau masalah yang terjadi.

Diagram *Fishbone* yaitu suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi dimana (Nasution, 2001):

1. Terdapat pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi.
2. Diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah

Diagram *Fishbone* dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut :

1. Menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
2. Mengidentifikasi kategori dan subkategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.
3. Memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang dibutuhkan.

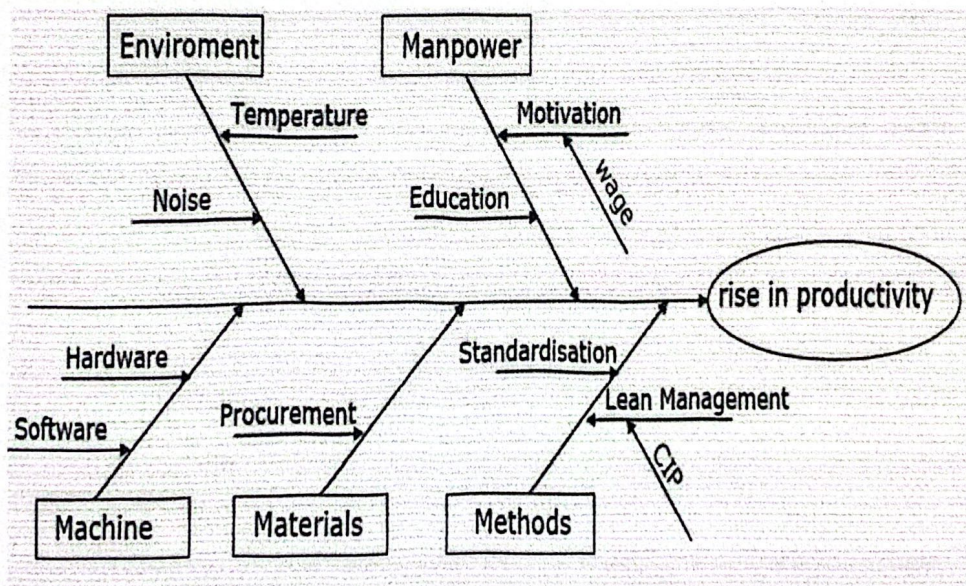
Dalam melakukan analisis *Fishbone*, ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk, yaitu:

1. Tentukan masalah atau sesuatu yang akan diamati atau diperbaiki. Gambarkan panah dengan kotak di ujung kanannya dan tulis masalah yang akan diamati atau diperbaiki.
2. Cari faktor utama yang berpengaruh atau memiliki akibat pada masalah tersebut. Tuliskan dalam kotak yang sudah dibuat di atas dan di bawah panah yang telah dibuat tadi.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci lagi (faktor-faktor sekunder) yang mempunyai akibat pada faktor utama. Faktor-faktor sekunder tersebut di dekat panah yang menghubungkannya dengan faktor primer.
4. Carilah penyebab-penyebab utama dengan menganalisa data yang ada setelah itu penyebab utama dapat dibulatkan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi masalah yang ada dalam pembuatan Diagram *Fishbone* untuk perusahaan manufaktur, yaitu:

1. *Machine (Tools atau Equipment)*
2. *Method (Process Improvement)*
3. *Material (Raw, Consumables)*
4. *Man Power*
5. *Environment*

Adapun gambar Diagram *Fishbone* dapat dilihat pada Gambar 2.5. di bawah ini.



Gambar 2. 5. Contoh Diagram *Fishbone*  
(Sumber: Nasution, 2001)

## 2.5. Macam-Macam Peta Kerja

Peta kerja dapat digambarkan secara berbeda menurut derajat detail ataupun ruang lingkup yang ingin dijelaskan. Dalam hal ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008):

### 1. Peta Kerja Keseluruhan

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Yang termasuk ke dalam kelompok kegiatan kerja keseluruhan yaitu:

a. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta Proses Operasi adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut elemen-elemen operasi secara detail. Keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal (*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished good product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individual maupun urut-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan.

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta operasi ini, banyak manfaat yang bisa diperoleh diantaranya:

- 1) Data kebutuhan jenis proses atau mesin yang diperlukan dalam pelaksanaan operasi kerja dan penganggarnya.
- 2) Data kebutuhan bahan baku dengan memperhitungkan efisiensi pada setiap elemen operasi kerja atau pemeriksaan.
- 3) Pola tata letak fasilitas kerja dan aliran pemindahan materialnya.
- 4) Alternatif-alternatif perbaikan prosedur dan tata cara kerja yang sedang dipakai.

b. Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)

Peta aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Pada peta aliran proses menggambarkan aktivitas-aktivitas yang tidak produktif seperti transportasi (*material handling*), *delay/idle*, dan penyimpanan.

Dari peta aliran proses ini akan dapat dianalisa kondisi-kondisi kerja yang ada guna memperoleh keuntungan atau perbaikan proses kerja seperti:

- 1) Mengeliminir operasi-operasi yang tidak perlu.
- 2) Mengeliminir aktivitas *handling* yang tidak efisien.
- 3) Mengurangi jarak perpindahan dari satu operasi ke operasi yang lainnya.
- 4) Mengurangi waktu yang berbuang sia-sia karena kegiatan menunggu.
- 5) Mengatur prosedur operasi dalam langkah-langkah yang lebih efektif.

- 6) Menemukan operasi kerja yang bisa dilaksanakan secara lebih mudah dan cepat.
- 7) Menunjukkan operasi-operasi mana yang seharusnya memiliki kemungkinan untuk digabungkan.
- 8) Menunjukkan langkah-langkah operasi maupun pemeriksaan yang terlalu berlebihan ataupun pengulangan (duplikasi).
- 9) Menunjukkan pekerjaan-pekerjaan dan lokasi dimana pekerjaan tersebut dilaksanakan yang justru memberikan problem keselamatan kerja yang perlu mendapatkan perhatian serius.

c. Diagram Aliran (*Flow Diagram*)

Tujuan pokok dalam pembuatan *flow diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas, disamping tentunya bisa dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan di dalam desain *layout* fasilitas produksi yang ada.

Kegunaan dari Diagram Aliran yaitu:

- 1) Memberikan gambaran visual atau sketsa yang lebih jelas tentang area kerja pabrik.
- 2) Membantu dalam proses perbaikan tata letak tempat kerja.

d. Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*)




2. Peta Kerja Setempat

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja setempat, apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas.

a. Peta Pekerja dan Mesin (*Man and Machine Process Chart*)

Peta pekerja dan mesin merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin.

Lambang-lambang yang digunakan dalam peta pekerja dan mesin yaitu:

- 1)  Menunjukkan waktu menganggur  
Digunakan untuk menyatakan pekerja atau mesin yang sedang menganggur atau salah satu sedang menunggu yang lain.
- 2)  Menunjukkan kerja tak bergantung atau independen  
Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin sedang bekerja.
- 3)  Menunjukkan kerja kombinasi  
Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin bekerja bersama-sama.

b. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*)

c. Peta Tangan Kanan dan Kiri (*Left and Right Process Chart*) atau Peta Operator (*Operator Process Chart*)

Peta Tangan Kanan dan Kiri merupakan penggambaran semua gerakan-gerakan saat bekerja dan menganggur yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, serta menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kanan dan tangan kiri ketika melakukan suatu pekerjaan.

Kegunaan dari Peta Tangan Kanan dan Kiri yaitu:

- 1) Menyeimbangkan gerakan antara kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
- 2) Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif sehingga mempersingkat waktu kerja.
- 3) Sebagai alat untuk menganalisis letak stasiun kerja.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu kerangka berfikir untuk mengetahui hasil pada penelitian ini. Adapun tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik, sehingga mampu menyelesaikan permasalahan untuk mencapai sarannya. Pada bagian ini akan dijelaskan secara rinci semua urutan pelaksanaan penelitian mulai dari tahap awal, yaitu penentuan lokasi dan tempat penelitian sampai tahap akhir berupa kesimpulan dan saran. Adapun metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 3.1. Jenis dan Sumber Data

Pengumpulan data yang berkaitan dengan informasi-informasi yang sesuai dengan kebutuhan objek yang diteliti sehingga memudahkan dalam melakukan pemecahan masalah dan analisis masalah. Dalam mengumpulkan data atau informasi terdapat 2 jenis sumber data yaitu.

##### 1. Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data ini dikumpulkan secara langsung dari lapangan, yang diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung terhadap proses *Welding* serta wawancara atau memberi daftar pertanyaan terhadap pihak terkait yang ada di proses *Welding*.

##### 2. Data Sekunder

Data yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber yang telah ada yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini seperti data umum perusahaan, visi dan misi perusahaan dan data jumlah cacat *part Cabin TD* proses *Welding*.

### **3.2. Metode Pengumpulan Data**

Penelitian dilakukan pada PT Krama Yudha Ratu Motor di Jalan Raya Bekasi Km 21-22 Rawa Terate, Cakung Jakarta. Metode pengumpulan data dalam laporan ini:

#### **1. Penelitian Lapangan**

Dilakukan pengamatan langsung pada PT KRM dengan mengambil data yang terkait dengan pembahasan Praktik Kerja Lapangan. Oleh karena itu, studi lapangan ini dapat digunakan pedoman dalam penelitian.

#### **2. Penelitian Pustaka**

Pengumpulan landasan teori diperoleh dari literatur-literatur, buku-buku dan jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini dan sebagai penunjang dalam melaksanakan riset lapangan.

#### **3. Wawancara**

Dilakukan dengan wawancara para karyawan dan operator yang terlibat langsung pada proses *Welding* yaitu dengan mengajukan pertanyaan yang berhubungan dengan pembahasan Tugas Akhir.

### **3.3. Teknik Analisis**

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian. Adapun langkah-langkahnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### **3.3.1. Studi Pustaka**

Pada tahap ini dilakukan telaah literatur atau sumber pustaka yang berkaitan dengan metode penelitian yang dilakukan. Selain itu juga guna mendorong bahan-bahan sebagai teori pendukung dalam pemecahan masalah. Studi pustaka dilakukan dengan membaca buku-buku referensi, jurnal-jurnal dan *website* yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas seperti metode DMAIC.

#### **3.3.2. Studi Lapangan**

Studi lapangan merupakan studi yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan, proses produksi yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh

perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan pada proses produksi, wawancara langsung dengan pihak perusahaan, operator yang bersangkutan, pembimbing lapangan pada proses *Welding* mengenai keadaan dan masalah pada proses produksi *Welding*.

### **3.3.3. Perumusan Masalah**

Tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah. Perumusan masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan sebagai upaya perbaikan yang telah dijelaskan pada Bab I.

### **3.3.4. Tujuan Penelitian**

Setelah melakukan identifikasi dan perumusan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian ini telah disebutkan pada Bab I.

### **3.3.5. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penyelesaian permasalahan yang dihadapi perusahaan. Adapun data yang dikumpulkan seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya yaitu data primer dan data sekunder.

### **3.3.5. Pengolahan Data**

Tahapan pengolahan data ini dimulai dengan tahap *Define*, kemudian dilanjutkan tahap *Measure*, *Analyze*, *Improve* dan *Control*. Tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

#### **a. Tahap *Define***

Pada tahap ini melakukan pendefinisian secara jelas yang merupakan fase awal penerapan metode DMAIC untuk meningkatkan kualitas. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

##### **1) Pemilihan dan penentuan proyek**

Pemilihan dan penentuan proyek dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Hal tersebut ditentukan berdasarkan bagian produksi dan *part* yang diproduksi.

2) Membuat Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah Diagram yang menstratifikasi data kedalam kelompok-kelompok dari yang paling besar sampai yang paling kecil.

3) Membuat Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Diagram ini dibuat untuk mengetahui gambaran secara representatif aliran material dari *supplier* sampai ke *customer*. Diagram SIPOC juga dibuat untuk proses yang menjadi target perbaikan sehingga dapat menggambarkan hubungan atau keterkaitan dari *customer* sampai ke proses.

b. Tahap *Measure*

*Measure* adalah tahap pengukuran yang merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1) Mengidentifikasi Suara Pelanggan (*Voice of Customer*)

“Suara pelanggan” (*Customer’s Voices*) merupakan kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifik dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output* perlu didefinisikan.

Diagram ini dibuat untuk mengetahui CTQ potensial atau dominan yang akan dipilih dengan menstratifikasi data kedalam kelompok dari yang paling besar sampai yang paling kecil sehingga dapat mengetahui lebih mudah proyek yang lebih dominan dalam tingkat permasalahan dan yang nantinya akan ditentukan sebagai objek penelitian. Analisis pada Diagram ini didasarkan pada “Hukum 80/20” yang artinya bahwa 80% kerugian timbul dari 20% masalah.

2) Pembuatan Peta Kendali

Proses kerja akan dikatakan terkendali apabila data yang diplotkan berada dalam batas-batas kontrol. Jika data yang diplotkan berada diluar batas kontrol yang telah ditetapkan pada salah satu peta maka proses kerja yang berlangsung segera dianalisa dan dikoreksi. Jenis peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut p.

- 3) Perhitungan *Defect per Million Opportunities (DPMO)* dan *Level Sigma*  
Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO untuk mengetahui seberapa besar *defect* yang terjadi dari satu juta kemungkinan yang ada, dan dilakukan pengkonversian nilai DPMO ke nilai *level Sigma* untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

#### 3.3.6. Analisis dan Pembahasan

Analisis yang dilakukan yaitu menganalisis *level sigma* perusahaan sebelum implementasi dan sesudah implementasi. Analisis masalah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap penyebab terjadinya kecacatan dan akibat yang ditimbulkannya. Setelah melakukan analisis terhadap masalah yang ada, maka dilakukan pencarian solusi yang tepat untuk langkah perbaikan pada masalah.

##### a. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap proses yang bermasalah untuk menjadi prioritas perbaikan. Hal tersebut dilakukan dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah. Adapun aktivitas yang dilakukan pada tahap ini yaitu pembuatan Diagram *Fishbone*. Diagram *Fishbone* berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja.

##### b. Tahap *Improve*

Tahap *Improve* merupakan tahap perbaikan terhadap masalah yang paling berpengaruh dalam proses. Pada tahap perbaikan ini diusulkan solusi seleksi perbaikan dalam usaha untuk memenuhi target perbaikan kualitas. Adapun tindakan korektif yang akan diambil, untuk mengurangi perbedaan antara performatansi yang ada dalam proses, dan target yang ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W + 1H.

##### c. Tahap *Control*

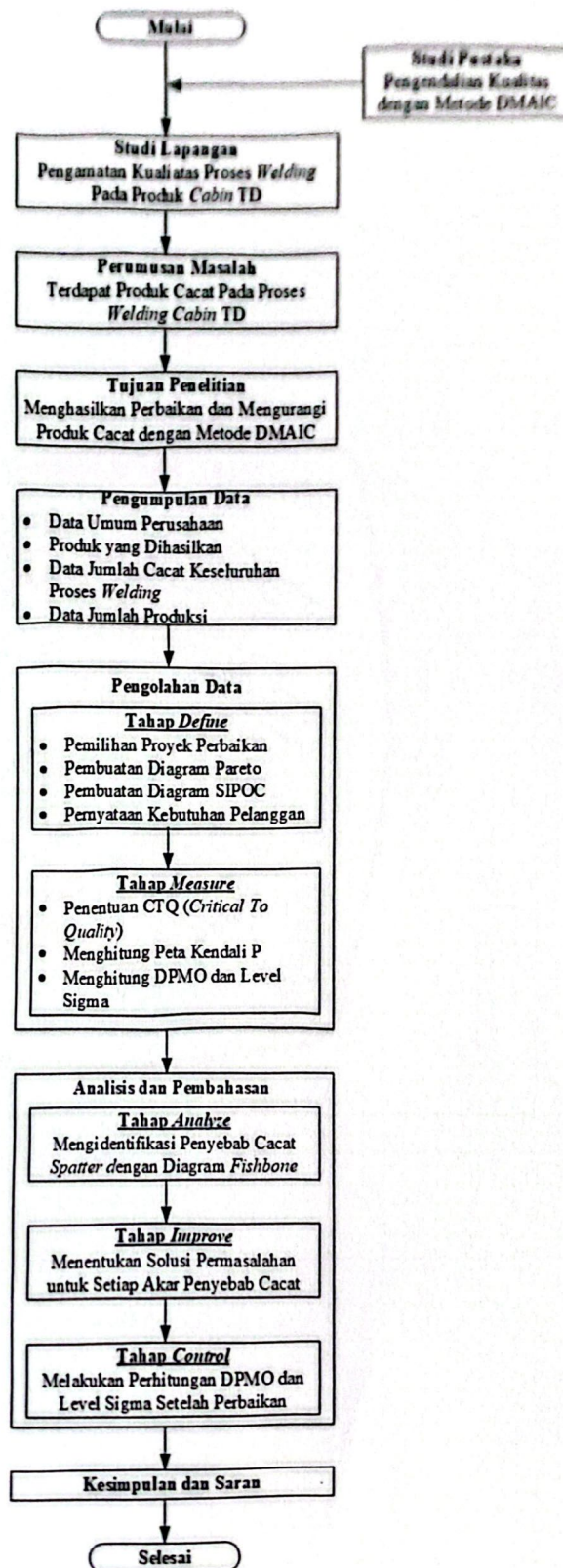
Pada tahap ini, *Control* dilakukan setelah didapatkan hasil yang signifikan pada tahap *Improvement*. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi setelah perbaikan diimplementasikan terkendali secara statistik atau

tidak. Selain itu, pengontrolan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai DPMO dan *level sigma* setelah perbaikan.

### **3.3.7. Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dibuat untuk memberikan solusi terhadap permasalahan dengan menjawab tujuan-tujuan penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data. Selain kesimpulan, pada tahap ini diberikan saran-saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya.

Adapun teknik analisis dapat dibuat dalam bentuk kerangka pemecahan masalah yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Kerangka Pemecahan Masalah

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan berkaitan dalam pembuatan laporan penelitian. Pengumpulan data dilakukan di PT KRM pada proses *Welding Cabin TD*. Data yang dikumpulkan yaitu berasal dari wawancara dengan operator produksi, *leader*, *foreman* dan pembimbing di lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi data umum perusahaan seperti sejarah perusahaan, profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, serta produk yang dihasilkan perusahaan, untuk data produksi yang dikumpulkan yaitu meliputi jumlah produksi produk *Cabin TD*.

##### 4.1.1. Sejarah Perusahaan

PT Krama Yudha Ratu Motor (KRM) merupakan sebuah perusahaan perseroan terbatas yang bergerak dalam bidang perakitan kendaraan bermotor jenis niaga. Sedangkan PT KRM ini merupakan bagian dari Krama Yudha Mitsubshi Group (KYMG). Awal berdirinya PT KYMG adalah akibat banyaknya kendaraan bermotor dari Eropa yang di *import* ke Indonesia. Guna mengurangi *import* kendaraan tersebut, maka para pengusaha melakukan pertemuan dan bersepakat untuk mendirikan suatu perusahaan perakitan kendaran bermotor di Indonesia dengan menggunakan lisensi *MITSUBISHI MOTOR CORPORATION* (MMC) yang berada di Jepang.

KYMG terbagi atas PT Krama Yudha  *Holding* yang berdiri pada tahun 1969 di Jakarta, yang kemudian menjadi induk dari beberapa perusahaan di bidang produksi kendaraan bermotor merek Mitsubishi. Sedangkan secara keseluruhan Krama Yudha Mitsubishi Group terdiri:

1. PT KRM yang merupakan pabrik perakitan kendaraan bermotor Mitsubishi jenis niaga yang berdiri pada tanggal 1 Juni 1973.
2. PT Mitsubishi Krama Yudha Motor and Manufacturer (MKM) I dan II didirikan pada tahun 1975 dan 1981. PT MKM ini merupakan pabrik pembuatan

komponen dan suku cadang kendaraan bermotor merek Mitsubishi yang dirakit dari dalam negeri.

3. PT Krama Yudha Tiga Berlian (KTB) berdiri pada tahun 1972. Dan bertindak sebagai importer serta distributor tunggal kendaraan bermotor merek Mitsubishi.

PT KRM ini merupakan perusahaan yang berstatus PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri) yang memiliki falsafah yang selalu dipegang teguh, yaitu “Agar selalu percaya terhadap kemampuan diri sendiri dan kemandirian bangsa, khususnya bagi pengusaha nasional”. Tetapi sejak tahun 2012 status berubah menjadi PMA (Penanaman Modal Asing).

Pada tahun 1975 PT KRM mulai merakit atau mulai menghasilkan produksi komersilnya dengan menggunakan peralatan dan tempat yang baik.

#### 4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi serta kebijakan perusahaan yang telah ditetapkan oleh PT KRM, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Visi

Visi yang telah dibuat dan ditetapkan oleh PT KRM dalam mencapai tujuan adalah:

Menjadi perusahaan perakitan kendaraan komersial terkemuka di Asia dalam kelompok *Daimler Truck* Asia.

##### 2. Misi

Misi yang telah dibuat oleh PT KRM untuk bisa mencapai visi yang telah dibuat adalah:

- a. Menjadi perusahaan yang terpercaya untuk merakit kendaraan dengan merek Mitsubishi Fuso.
- b. Menjadi perusahaan perakitan yang kuat dan berkembang, siap menghadapi persaingan regional dan global.
- c. Patuh dan taat terhadap peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

#### 4.1.3. Profil Perusahaan

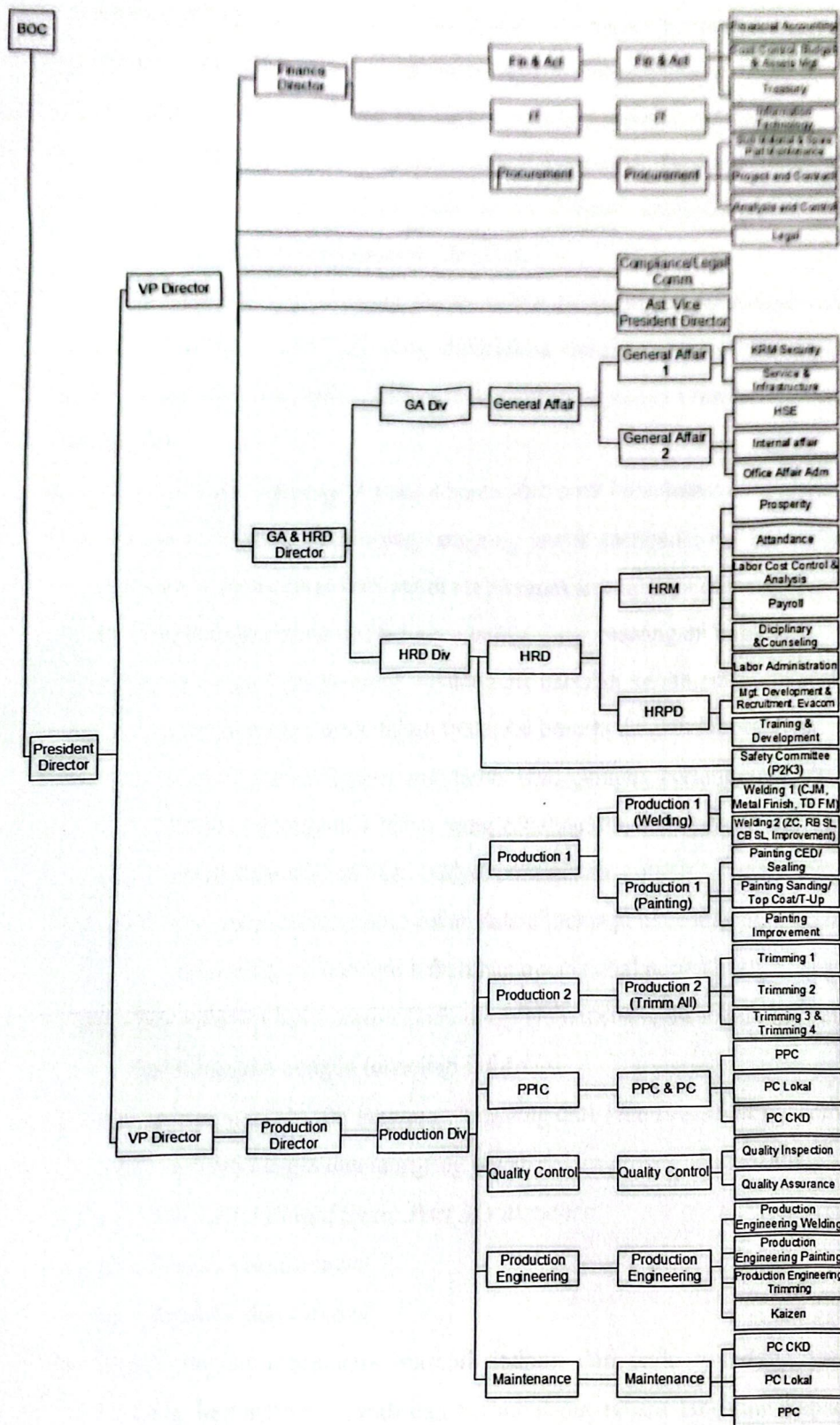
Profil perusahaan dari PT KRM adalah sebagai berikut:

Nama Perusahaan	: PT Krama Yudha Ratu Motor
Alamat	: Jalan Raya Bekasi Km 21-22 Rawa Terate, Cakung Jakarta 13920
Tanggal Berdiri	: 1 Juni 1973
Modal	: Penanaman Modal Asing (PMA) Sejak 2012
Bangunan Pabrik	: 20.360 m <sup>2</sup>
Luas Tanah	: 143.035 m <sup>2</sup>
Bangunan Pendukung	: 6.600 m <sup>2</sup>
Produksi Komersial	: 1975
Jenis Usaha	: Perakitan Kendaraan Bermotor Merek Mitsubishi

PT KRM didirikan dengan mengacu pada manajemen mutu *International Automotive Task Force* (IATF 16949) dengan subjek utama perakitan kendaraan roda empat dan atau lebih, dalam melakukan pengendalian sistem manajemen mutu seperti penerimaan barang, penyimpanan, serta distribusi ke lini produksi untuk selanjutnya melakukan perakitan pengelasan di bagian *Welding*, lalu berlanjut ke pengecatan di bagian *Painting*, lalu sampai pada proses perakitan pada bagian *Trimming* dan yang terakhir adalah melakukan pemeriksaan pada bagian *Quality Control*.

#### 4.1.4. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi adalah struktur pembagian kerja dan struktur tata hubungan kerja antara sekelompok orang pemegang posisi yang saling bekerjasama dan melaksanakan *job description* masing-masing sesuai dengan wewenang dan tanggung jawabnya. Segala bentuk organisasi pasti memiliki struktur organisasi dan suatu perusahaan mutlak diperlukan struktur organisasi, karena struktur organisasi merupakan suatu alat untuk mengendalikan jalannya kegiatan yang beranekaragam dan harus dilakukan dengan tepat, terarah dan bermanfaat sehingga tujuan perusahaan tercapai. Struktur organisasi dan *job description* pada PT KRM dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Struktur Organisasi PT KRM  
(Sumber: PT KRM)

Pada struktur organisasi di PT KRM memiliki tugas dan fungsi masing-masing dalam menduduki posisi jabatannya sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, adapun penjelasan mengenai tugas dan fungsi tersebut yaitu:

1. *Board of Commissioner* (BOC) atau dewan komisaris memiliki tanggung jawab untuk melakukan pengawasan sesuai dengan anggaran dasar dan memberikan nasihat kepada presiden direktur.
2. *President Director*, bertanggung jawab dalam pengelolaan perusahaan dan mengambil langkah strategis yang diperlukan untuk mencapai target dan rencana yang telah ditetapkan. Dalam menjalankan tugasnya Presiden Direktur dibantu oleh:
  - a. *Vice President Director 1* yang dibantu oleh para bawahannya:
    - 1) *Finance Director* memegang tanggung jawab mengenai hal-hal terkait keuangan perusahaan dan dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh:
      - a) Departemen *Finance and Accounting*, yang menangani bagian:
        - *Financial Accounting*, menangani masalah keuangan perusahaan secara menyeluruh dalam transaksi beserta dengan laporannya.
        - *Cost Control, Budget and Assets Management*, bertanggung jawab dalam mengontrol biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dan manajemen aset dan budget perusahaan.
        - *Treasury*, bertanggung jawab dalam menjaga likuiditas perusahaan yaitu menjamin dalam kebutuhan operasional perusahaan.
      - b) Departemen *Information Technology* (IT), menangani segala hal yang berhubungan dengan teknologi informasi.
    - 2) *Procurement*, memiliki tanggung langsung dari *Vice President Director*, yang memiliki tugas dan tanggung jawab dalam proses pengadaan:
      - a) *Sub Material and Spare Part Maintenance*
      - b) *Project dan Contract*
      - c) *Analysis dan Control*
    - 3) *Legal*, bagian menangani masalah hukum dan undang-undang yang berlaku, bertanggung jawab dan berhubungan secara langsung kepada *Vice President Director*.

- 4) *Compliance* atau *Legal Commistonner*
- 5) *Assistant Vice President Director*
- 6) *General Affair and Human Resource Development (GA dan HRD) Director*, dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh:
  - a) Divisi *General Affairs*, yang dibawahhi oleh departemen *General Affairs* dengan masing-masing tugas:
    - Departemen *General Affairs 1* yang menangani *KRM Security* serta pelayanan dan infrastruktur perusahaan.
    - Departemen *General Affairs 2* yang menangani *HSE, Internal Affair*, dan *Office Affair Administration*.
  - b) Divisi HRD, yang dibawahhi oleh departemen HRD yang dibantu oleh:
    - *Human Resource Management (HRM)*, yang menangani *Prosperity, Attendance, Labor Cost Control And Analysis, Payroll, Disciplinary And Counseling*, dan Administrasi karyawan
    - *Human Resource Personality Development (HRPD)*, menangani *Management Development and Recruitment, Training and Development*, dan *Safety Committee*.
- b. *Vice President Director 2* yang menangani khusus bagian produksi dengan dibawahhi oleh:

*Production Director*, yang bertugas dalam merencanakan dan membuat kebijakan dan strategi yang menyangkut seluruh kegiatan produksi perusahaan, dengan dibantu oleh divisi produksi yang terbagi atas:

  - a) *Production 1*, terbagi atas:
    - *Bagian Welding*
    - *Bagian Painting*
  - b) *Production 2*, yaitu : *Bagian Trimming*
  - c) *Planning Production and Inventory Control (PPIC)*, terbagi atas:
    - *Bagian Planning Production Control (PPC)*
    - *Bagian Part Control Local dan Part Control CKD*

- d) *Quality Control*, terbagi atas:
  - *Quality Inspection*
  - *Quality Assurance*
- e) *Production Engineering*, terbagi atas:
  - *Production Engineering Welding*
  - *Production Engineering Painting*
  - *Production Engineering Trimming*
  - *Kaizen*
- f) *Maintenance*, terbagi atas:
  - *PPC*
  - *Part Control Local* dan *Part Control CKD*

#### 4.1.5. Ketenagakerjaan

Tenaga kerja merupakan orang-orang yang terlibat secara langsung dalam proses produksi, ataupun tidak langsung yang menggunakan tenaga dan pikiran untuk melakukan perencanaan proses produksi dan operasional perusahaan. Oleh karena itu, tenaga kerja dapat dikatakan sebagai salah satu faktor produksi. Jumlah tenaga kerja PT KRM pada tahun 2018 adalah sebanyak 646 orang yang sudah termasuk BOC, BOD, ADV dan *regular employee*. Ditinjau dari aktivitas yang dilakukan, tenaga kerja di PT KRM dapat dibagi berdasarkan pekerjaannya:

1. Tenaga Kerja Perencana  
Mereka yang memiliki keahlian untuk menyusun dan merumuskan perencanaan yang diperlukan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi.
2. Tenaga Kerja Pelaksana  
Tenaga kerja pelaksana yaitu mereka yang secara langsung melaksanakan aktivitas yang sudah direncanakan baik dalam masalah produksi, pemasaran, maupun administrasi.
3. Tenaga Pengawas (*Foreman* atau *Ass. Foreman*)  
Tenaga pengawas yaitu mereka yang bertugas melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan pekerja pelaksana dan memberikan arahan apabila dibutuhkan, dalam menjaga efisiensi dan efektivitas kerja dari para pekerjanya,

perusahaan memberlakukan jadwal jam kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Jam Kerja di PT KRM

No.	Jam Kerja		Keterangan
	Senin – Kamis	Jumat	
1	07.10 - 11.35	07.10 - 11.35	Kerja 1
2	10.00 - 10.10	10.00 - 10.10	Istirahat
3	10.10 - 11.35	10.10 - 11.40	Kerja 2
4	11.35 - 12.25	11.40 - 13.00	Istirahat
5	12.25 - 14.00	13.00 - 15.00	Kerja 3
6	14.00 - 14.10	15.00 - 15.10	Istirahat
7	14.10 - 16.20	15.10 - 16.20	Kerja 4

(Sumber: PT KRM)

#### 4.1.6. Kebijakan dan Tata Tertib Perusahaan

Kebijakan yang dibuat oleh PT KRM dalam menjalankan kegiatan perusahaan adalah:

PT KRM, perusahaan perakitan kendaraan bermotor roda empat dan/atau lebih merek Mitsubishi Fuso berkomitmen menjalankan sistem manajemen mutu *International Automotive Task Force* (IATF 16949) dan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (SMMK3L) dengan upaya:

- Mengelola perusahaan yang kuat dan berkembang dengan meningkatkan produktivitas, kualitas, serta ketepatan waktu dengan biaya yang kompetitif.
- Memberikan kepuasan kepada pelanggan.
- Mengedepankan pencegahan.
- Mengikuti perkembangan teknologi yang didukung dengan Sumber Daya Manusia yang kompeten.
- Mematuhi peraturan dan persyaratan lain yang terkait dengan mutu, lingkungan, serta Kesehatan Kerja dan Lingkungan.

#### 4.1.7. Produk Yang Dihasilkan

PT KRM merupakan perusahaan industri otomotif perakitan kendaraan dengan merek dagang Mitsubishi. Jenis produk yang dihasilkan oleh PT KRM antara lain adalah TD, Fuso (FM/FN) dan Fuso Fighter (TA). Penjelasan tentang produk yang diproduksi di PT Krama Yudha Ratu Motor terdapat di bawah ini:

1. Colt Diesel (TD)

TD atau yang biasa dikenal Colt Diesel mulai diproduksi oleh PT Krama Yudha Ratu Motor sejak tahun 1975. Namun pertama kali dikeluarkan tidak disebut sebagai TD, namun T-200/210. Seiring berjalannya waktu model T-200/210 mengalami perbaikan dan peningkatan baik dalam bentuk model ataupun mesin yang digunakan. Tahun 2007 menjadi era baru bagi Colt Diesel dengan tampilan dan teknologi yang berubah sesuai dengan regulasi Euro 2. Colt Diesel (TD) dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Colt Diesel (TD)  
(Sumber: PT KRM)

2. Fuso (FM/FN)

Fuso mulai diproduksi oleh PT Krama Yudha Ratu Motor pada tahun 1975. Namun 2 tahun berikutnya, produksi Fuso oleh PT Krama Yudha Ratu Motor terhenti selama 10 tahun. PT Krama Yudha Ratu Motor kembali memproduksi Fuso pada tahun 1987. Truk ini ukurannya lebih besar dari *light truck* biasa, Fuso dikenal dengan *medium truck*. Truk Fuso ini dibedakan lagi berdasarkan roda penggerakannya, yaitu 4 x 2, 6 x 2, dan 6 x 4 dan total terdiri dari 10 varian. Fuso (FM/FN) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3. Truk Fuso (FM)  
(Sumber: PT KRM)

### 3. Fuso Fighter (TA)

Fuso Fighter mulai diproduksi pada tahun 2018. Fuso Fighter dikenal dengan jenis *tractor head* yang terdiri dari 2 varian, yaitu FZ 4028 dan FZ 4928. Ciri khas dari Fuso Fighter adalah wananya yang putih. Fuso Fighter dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4. Fuso Fighter (FA)  
(Sumber: PT KRM)

#### 4.1.8. Part - Part Cabin TD

Proses *Welding* yang ada di PT KRM menghasilkan produk *Cabin TD*. Pada *Cabin TD* terdapat beberapa bagian yaitu:

##### 1. *Under*

*Under* adalah bagian bawah *Cabin TD* pada bagian *under* terdiri dari beberapa *part* yang akan dilakukan proses pengelasan titik pada proses *Welding*. *Part under* merupakan *part* awal yang akan dilakukan pengelasan.

2. *Back Panel*

*Back Panel* adalah bagian *panel* belakang *Cabin TD* yang akan dilakukan penyatuan dengan *Front Panel* dan *Panel Roof* agar dapat menjadi bagian *Main Body*.

3. *Front Panel*

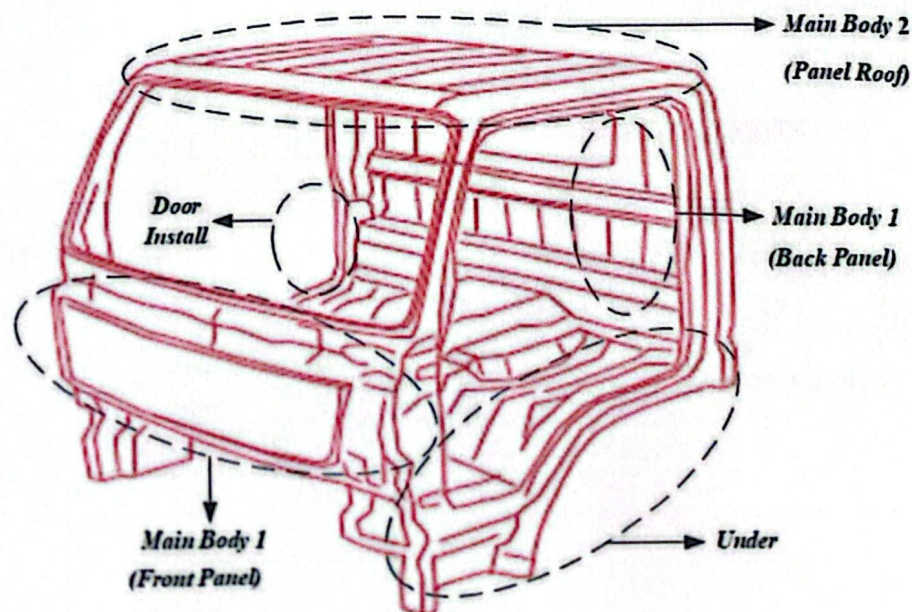
*Front Panel* adalah bagian depan *panel Cabin TD* yang akan dilakukan penyatuan dengan *Back Panel* dan *Panel Roof* agar dapat menjadi bagian *Main Body*.

4. *Panel Roof*

*Panel Roof* adalah bagian atas *Cabin TD* atau sebagai penutup pada *Cabin TD* yang akan dilakukan penyatuan dengan *Back Panel* dan *Front Panel* agar dapat menjadi bagian *Main Body*.

5. *Door Install*



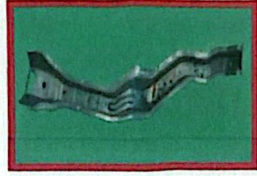
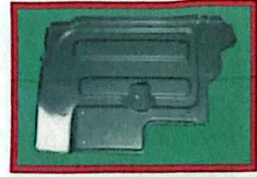
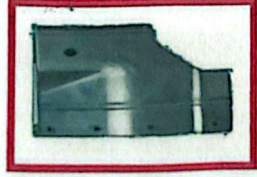

*Door Install* adalah bagian pintu dari *Cabin TD*. Pada pintu *Cabin TD* terdiri dari pintu kanan dan kiri.



Gambar 4. 5. *Unit Cabin TD*  
(Sumber: PT KRM)



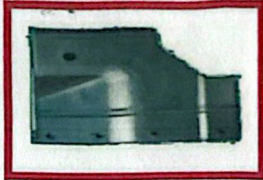
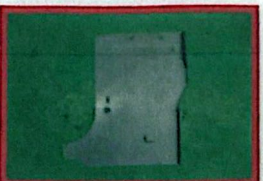


*Part-part* awal yang akan dilakukan pengelasan atau penyatuan agar menjadi produk *Cabin TD* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Part-Part Cabin TD

No	Gambar Produk	Nama Produk
1		C/MEMBER F/ FLR REAR
2		FRONT FLOOR
3		SILL MBR /FLOOR LH
4		PANEL SHIELD FRONT LH
5		PANEL SHIELD REAR LH
6		SILL MBR /FLOOR RH


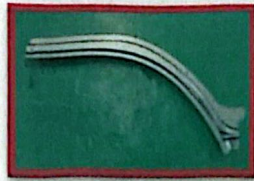


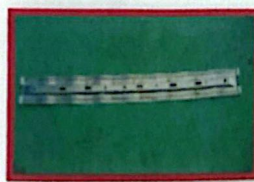

Lanjut....

Tabel 4. 2. Part-Part Cabin TD (Lanjutan)

No	Gambar Produk	Nama Produk
7		C/MBR / FLR FRONT
8		PANEL SHIELD FRONT LH
9		PANEL SHIELD REAR LH
10		PNL FLOOR REAR END LH
11		SILL F/ FLOOR SIDE REAR LH
12		SILL F/ FLOOR SIDE FRONT LH

Lanjut...

Tabel 4.2. Part-Part Cabin TD (Lanjutan)

No	Gambar Produk	Nama Produk
13		PNL FLOOR REAR END RH
14		SILL F/ FLOOR SIDE REAR RH
15		SILL F/ FLOOR SIDE FRONT RH
16		PANEL ROOF
17		BOW ROOF
18		BRAKET SENORKEL

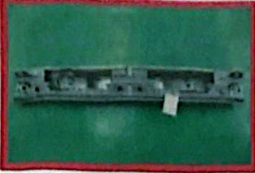
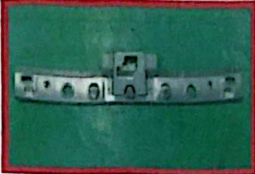




Lanjut...

Tabel 4.2. Part-Part Cabin TD (Lanjutan)

No	Gambar Produk	Nama Produk
19		SIDE OUTHERLH
20		REINF REAR PANEL
21		BACK PANEL
22		SIDE OUTHER RH
23		PILLAR FR LH
24		PANEL FRONT

Lanjut...

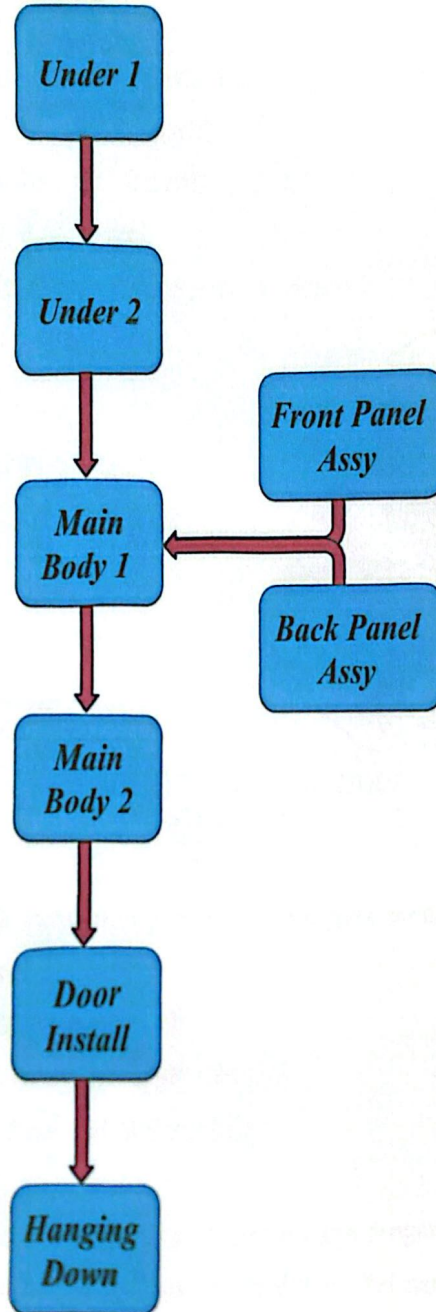
Tabel 4.2. Part-Part Cabin TD (Lanjutan)

No	Gambar Produk	Nama Produk
25		WEND SHIELD
26		RAIL ROOF FRONT
27		PILLAR FR RH
28		PANEL FR CORNER RH
29		PANEL FR CORNER LH
30		DOOR INSTAL RH dan LH

(Sumber: PT KRM)

#### 4.1.9. Aliran Proses *Welding*

Pada proses *Welding*, terdapat 5 (lima) bagian utama yaitu *Under 1*, *Under 2*, *Main Body 1*, *Main Body 2* dan *Door Install*. Aliran proses produksi *Welding* di PT KRM dapat dilihat pada Gambar 4.6.



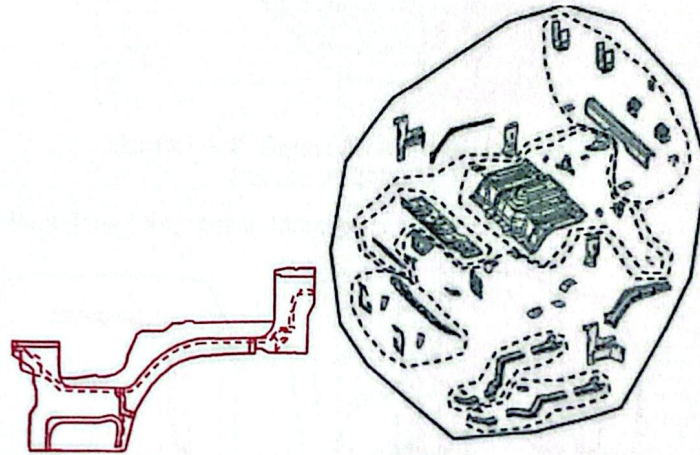
Gambar 4. 6. Aliran Proses *Welding*  
(Sumber: PT KRM)

1. *Under 1*

*Under 1* adalah pemasangan atau penyatuan *part* awal yang diletakkan pada tatakan (*Jig*) dengan melakukan pengelasan titik menggunakan *Portable Spot Welding (PSW)*. *Part* yang akan dilakukan penyatuan, yaitu:

- a. *Sill Member Floor (RH dan LH)*
- b. *Cross Member Floor Front dan Rear*
- c. *Panel Shield Front (LH dan RH)*
- d. *Panel Shield Rear (LH dan RH)*
- e. *Front Floor*

Bagian *Part Under* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7. Bagian *Part Under*  
(Sumber: PT KRM)

2. *Under 2*

*Under 2* adalah melakukan pengelasan titik pada sambungan-sambungan di setiap *part*, yaitu:

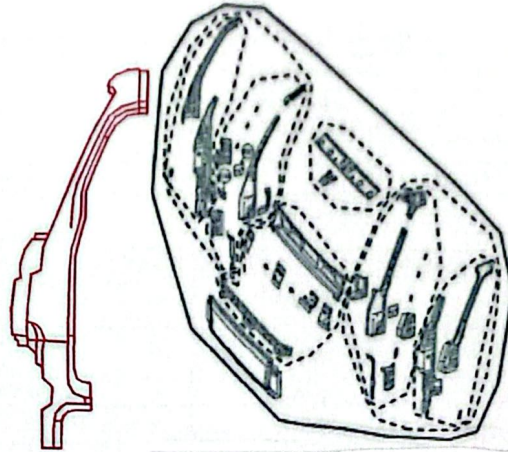
- a. *Sill Front Floor (RH dan LH)*
- b. *Sill Front Floor Side Rear (RH dan LH)*
- c. *Panel Floor Rear End (RH dan LH)*

3. *Main Body 1*

Pada bagian *Main Body 1* dilakukan pemasangan dengan cara pengelasan titik pada *Front Panel* dengan *Wind Shield*, *Pillar (RH dan LH)* dan *Rail Roof*. Setelah itu, meneruskan pekerjaan pengelasan titik dari *Front Panel* ke *Reinf Rear Panel*, *Side Outer (RH dan LH)*, *Back Panel* dan *Bracket Snorkel*. Setelah

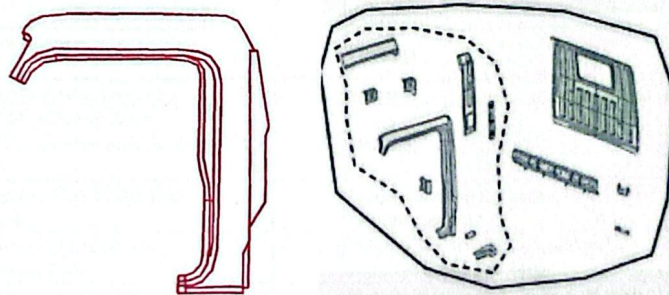
itu, masuk ke jalur *Main Line* kembali. *Main Body 1* dilakukan pengelasan titik dengan *Front Panel* dan *Back Panel* untuk digabungkan.

Bagian *Part Front Panel Assy 1* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8. Bagian *Front Panel Assy*  
(Sumber: PT KRM)

Bagian *Part Back Panel Assy* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9. Bagian *Back Panel Assy*  
(Sumber: PT KRM)

4. *Main Body 2*

Pada bagian *Main Body 2* pemasangan dan pengelasan titik pada *Roof*, dimana sebelumnya diberikan *siller* pada *Bow Roof* dan pemasangan *Panel Roof*.

5. *Door Install*

*Door Install* yaitu pemasangan pintu (*RH* dan *LH*).

6. *Hanging Down*

*Hanging Down* yaitu melakukan pemeriksaan unit yang sudah dikerjakan untuk melihat ada atau tidaknya cacat.

#### 4.1.10. Peta Pekerja dan Mesin







Peta pekerja dan mesin berguna untuk mengetahui dengan jelas aliran kerja pada proses *Welding*. Pada Tabel 4.3. merupakan Peta pekerja dan mesin pada proses *Under 1*.

Tabel 4. 3. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Under 1*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR UNDER 1		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR UNDER 1	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Mengambil Panel Shield Front LH dan Rear	13	Menunggu	13
Memasang Panel Shield Front LH dan Rear	9	Menunggu	9
Mengambil C/Member Assy F/Floor Rear	3	Menunggu	3
Memasang C/Member Assy F/Floor Rear	6	Menunggu	6
Mengelas Panel Shield Front LH 2 titik dan Rear 2 titik dengan S/Member Assy F/Floor LH	14	Mengelas Panel Shield Front LH 2 titik dan Rear 2 titik dengan S/Member Assy F/Floor LH	14
Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20	Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20
Mengelas Front Floor Assy dengan S/Member Assy F/Floor LH 7 titik dan Clamp	33	Mengelas Front Floor Assy dengan S/Member Assy F/Floor LH 7 titik dan Clamp	33
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Memasang Sliding ke Under Body Jig	3	Menunggu	3
Memasang Panel Shield Front, Panel Shield Rear dan Side Member pada Jig dan Clamp	26	Menunggu	26
Mengelas Side Member dengan Panel Shield Rear sebanyak 2 titik	5	Mengelas Side Member dengan Panel Shield Rear sebanyak 2 titik	5
Mengelas Side Member dengan Panel Shield Front sebanyak 2 titik	5	Mengelas Side Member dengan Panel Shield Front sebanyak 2 titik	5
Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20	Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20
Mengelas Floor dengan Side Member 7 titik, Panel Shield 1 titik dan C/Member Rear 1 titik	40	Mengelas Floor dengan Side Member 7 titik, Panel Shield 1 titik dan C/Member Rear 1 titik	40
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Menekan tombol Panel Lifter untuk menurunkan Sliding	7	Menunggu	7
Memasang C/Member Floor	10	Menunggu	10
Menekan tombol Clamp	4	Menunggu	4
Mengelas C/Member dengan Side Member RH sebanyak 5 titik	15	Mengelas C/Member dengan Side Member RH sebanyak 5 titik	15
Mengelas C/Member dengan Floor Assy sebanyak 5 titik	15	Mengelas C/Member dengan Floor Assy sebanyak 5 titik	15
Mengangkat dan memasang Floor Assy pada Jig Under Body	27	Menunggu	27
Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20	Mengelas Side Member dengan C/Member Rear sebanyak 12 titik	20
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10

Lanjut...







Tabel 4.3. Peta Pekerja dan Mesin pada Proses *Under 1* (Lanjutan)

PETA PEKERJA DAN MESIN				
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD			
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)			
NAMA PEKERJA :	OPERATOR UNDER 1			
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-	
ORANG		MESIN		
OPERATOR UNDER 1	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)	
Menyiapkan <i>Sleding</i> , tutup dan buka <i>Clamp</i> dan melepas sangkutan <i>Gun</i>	25	Menunggu	25	
Mengangkat dan memasang <i>Floor Assy</i> pada <i>Jig Under Body</i>	32	Menunggu	32	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>C/Member Rear</i> sebanyak 12 titik	30	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>C/Member Rear</i> sebanyak 12 titik	30	
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10	
Menarik <i>Floor</i> ke <i>Under Respot</i>	10	Menunggu	10	
Menarik <i>Floor Assy</i> dari <i>Under Body Assy</i> ke <i>Under Body Respot</i>	10	Menunggu	10	
Menekan tombol <i>Switch Down</i>	5	Menunggu	5	
Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>C/Member Rear</i> sebanyak 20 titik	74	Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>C/Member Rear</i> sebanyak 20 titik	74	
Menekan tombol <i>Switch Up</i>	5	Menunggu	5	
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10	
Menarik <i>Floor Assy</i> dari <i>Under Body Assy</i> ke <i>Under Body Respot</i> dan sesuaikan <i>Floor Assy</i>	10	Menunggu	10	
Mengelas <i>C/Member Assy Floor Rear</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 5 titik	10	Mengelas <i>C/Member Assy Floor Rear</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 5 titik	10	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	42	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	42	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor Front</i> sebanyak 15 titik	23	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor Front</i> sebanyak 15 titik	23	
Mengelas <i>C/Member Assy Floor Front</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 6 titik	6	Mengelas <i>C/Member Assy Floor Front</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 6 titik	6	
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10	
Mendorong <i>Floor Assy</i> dari <i>Under Body Respot</i> ke <i>Under Body Respot 2</i>	8	Menunggu	8	
Memasang <i>C/Member Assy Front Floor</i> pada <i>Jig Under Body 1</i>	18	Menunggu	18	
Mengelas <i>C/Member Assy Floor Rear</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 5 titik	9	Mengelas <i>C/Member Assy Floor Rear</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 5 titik	9	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	40	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	40	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	23	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor</i> sebanyak 15 titik	23	
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor Front</i> sebanyak 6 titik	8	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>Floor Front</i> sebanyak 6 titik	8	
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10	
Membuka <i>Swing</i>	9	Menunggu	9	
Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>Sill Member Floor</i> sebanyak 15 titik	50	Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>Sill Member Floor</i> sebanyak 15 titik	50	
Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>C/Member Floor Front</i> sebanyak 8 titik	30	Mengelas <i>Floor</i> dengan <i>C/Member Floor Front</i> sebanyak 8 titik	30	
Menutup <i>Swing</i>	6	Menunggu	6	
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10	
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>858</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>858</b>	
Waktu menganggur :			: 326 Detik	
Waktu kerja kombinasi :			: 532 Detik	
Waktu independen :			: -	

(Sumber: PT KRM)

Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Under 2* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Under 2*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR UNDER 2		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR UNDER 2	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Menarik <i>Floor Assy</i> dan melakukan pengaturan	14	Menunggu	14
Memasang <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan <i>Panel Floor Rear End LH</i>	27	Menunggu	27
Mengelas <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan <i>Panel Floor Rear End LH</i>	55	Mengelas <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan <i>Panel Floor Rear End LH</i>	55
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Menekan tombol <i>Switch Down</i>	9	Menunggu	9
Memasang <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan tekan <i>Clamp Panel Floor Rear End RH</i>	12	Menunggu	12
Memasang <i>Panel Floor Rear End RH</i>	15	Menunggu	15
Mengelas <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan <i>Panel Floor Rear End LH</i>	45	Mengelas <i>Floor Side Front</i> , <i>Side Rear</i> dan <i>Panel Floor Rear End LH</i>	45
Membuka <i>Clamp</i> dan mendorong <i>Floor Assy</i>	16	Menunggu	16
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Mengelas <i>F/Floor Side Rear</i> dengan <i>Panel Floor</i>	11	Mengelas <i>F/Floor Side Rear</i> dengan <i>Panel Floor</i>	11
Mengelas <i>Sill F/Floor Side Rear</i> dengan <i>Panel Floor</i>	27	Mengelas <i>Sill F/Floor Side Rear</i> dengan <i>Panel Floor</i>	27
Mengelas <i>Panel Floor Rear End</i> dengan <i>Panel Floor</i>	38	Mengelas <i>Panel Floor Rear End</i> dengan <i>Panel Floor</i>	38
Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>C/Member Rear</i>	10	Mengelas <i>Side Member</i> dengan <i>C/Member Rear</i>	10
Mengelas <i>Panel Shield Front</i> dengan <i>Panel Floor</i>	11	Mengelas <i>Panel Shield Front</i> dengan <i>Panel Floor</i>	11
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>320</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>320</b>
Waktu menganggur :		 : 123 Detk	
Waktu kerja kombinasi :		 : 197 Detk	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)







Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Back Panel Assy* dan *Front Panel Assy* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Back Panel Assy* dan *Front Panel Assy*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR BACK PANEL ASSY & FRONT PANEL ASSY		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR BACK PANEL ASSY & FRONT PANEL ASSY	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Memasang Part Reinf Rear Panel	11	Menunggu	11
Memasang Panel Rear End Panel	11	Menunggu	11
Memasang Side Outer RH dan Bracket Snorkel ke Panel Rear End dan Clamp	30	Menunggu	30
Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel sebanyak 16 titik	35	Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel sebanyak 16 titik	35
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	12	Menunggu	12
Membuka Clamp	7	Menunggu	7
Memasang Rear End Panel	12	Menunggu	12
Memasang Side Outer LH dan Memutar Jig	11	Menunggu	11
Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel sebanyak 16 titik	36	Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel sebanyak 16 titik	36
Melepas Jig Bracket Snorkel	11	Menunggu	11
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	12	Menunggu	12
Memutar Jig dan mengambil Hoist untuk mengangkat Back Panel dari Jig	25	Menunggu	25
Mengangkat Back Panel ke Jig	10	Menunggu	10
Memasang Black Metal Gauge RH dan LH	10	Menunggu	10
Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel RH sebanyak 22 titik	25	Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel RH sebanyak 22 titik	25
Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel LH sebanyak 22 titik	24	Mengelas Panel Rear End dengan Reinf Rear Panel LH sebanyak 22 titik	24
Memutar Jig	10	Menunggu	10
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Mengangkat Back Panel ke Back Panel Respot 2	19	Menunggu	19
Mengelas Front Pillar RH dengan Front Panel dan Wind Shield sebanyak 12 titik	30	Mengelas Front Pillar RH dengan Front Panel dan Wind Shield sebanyak 12 titik	30
Mengangkat dan memindahkan Front Panel Assy ke Jig Main Body Assy 1	20	Menunggu	20
Mengatur Front Panel dan menutup Clamp Main Body Assy 1	23	Menunggu	23
Mengelas Front Panel RH dan LH di Main Body Assy 1	25	Mengelas Front Panel RH dan LH di Main Body Assy 1	25
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Mengelas Front Pillar RH dengan Front Panel Wind Shield sebanyak 7 titik	60	Mengelas Front Pillar RH dengan Front Panel Wind Shield sebanyak 7 titik	60
Mengangkat Front Panel Assy ke Jig Front Panel Respot 2	35	Menunggu	35
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Mengatur posisi Jig	10	Menunggu	10
Mengambil Front Panel	4	Menunggu	4
Memasang Front Panel	5	Menunggu	5

Lanjut...







Tabel 4.5. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Back Panel Assy* dan *Front Panel Assy* (Lanjutan)

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR BACK PANEL ASSY & FRONT PANEL ASSY		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR BACK PANEL ASSY & FRONT PANEL ASSY	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Mengambil <i>Front Pillar LH</i>	4	Menunggu	4
Memasang <i>Front Pillar LH</i>	6	Menunggu	6
Mengelas <i>Front Pillar RH</i> dengan <i>Front Panel</i> dan <i>Wind Shield</i> sebanyak 3 titik	20	Mengelas <i>Front Pillar RH</i> dengan <i>Front Panel</i> dan <i>Wind Shield</i> sebanyak 3 titik	20
Mengelas <i>Front Rail Roof</i> dengan <i>Front Pillar RH</i> sebanyak 2 titik	20	Mengelas <i>Front Rail Roof</i> dengan <i>Front Pillar RH</i> sebanyak 2 titik	20
Mengangkat <i>Front Panel Assy</i> ke bagian <i>Front Panel Respot 1</i>	20	Menunggu	20
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik	10	Menunggu	10
Mengambil <i>Part Wind Shield</i>	5	Menunggu	5
Memasang <i>Part Wind Shield</i> ke <i>Jig</i>	5	Menunggu	5
Mengambil <i>Front Pillar RH</i>	5	Menunggu	5
Memasang <i>Front Pillar RH</i> ke <i>Jig</i>	7	Menunggu	7
Mengambil <i>Rail Roof</i> dan <i>Clamp</i>	6	Menunggu	6
Memasang <i>Rail Roof</i> dan <i>Clamp</i> ke <i>Jig</i>	9	Menunggu	9
Mengelas <i>Front Rail Roof</i> dengan <i>Front Pillar LH</i> sebanyak 2 titik	25	Mengelas <i>Front Rail Roof</i> dengan <i>Front Pillar LH</i> sebanyak 2 titik	25
Mengatur posisi <i>Jig</i>	13	Menunggu	13
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik	10	Menunggu	10
Mengirim <i>Front Panel Assy</i> ke bagian <i>Front Panel Respot 1</i>	20	Menunggu	20
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>738</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>738</b>
Waktu menganggur :		 : 438 Detik	
Waktu kerja kombinasi :		 : 300 Detik	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)

Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Main Body 1* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Main Body 1*

ORANG		MESIN	
OPERATOR MAIN BODY 1	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Menarik dan memasang <i>Floor Assy</i> ke <i>Jig</i> dan menekan tombol <i>Down</i>	10	Menunggu	10
Memasang <i>Back Panel Assy</i> pada <i>Under Body</i>	40	Menunggu	40
Mengelasi <i>Front Pillar</i> dengan <i>Fender 2 titik</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar</i> dengan <i>Fender 2 titik</i>	12
Mengelasi <i>Back Assy</i> dengan <i>Fender 3 titik</i>	13	Mengelasi <i>Back Assy</i> dengan <i>Fender 3 titik</i>	13
Mengelasi <i>Back Assy</i> dengan <i>Under Body</i> sebanyak 15 titik dan menekan tombol <i>Swing</i>	24	Mengelasi <i>Back Assy</i> dengan <i>Under Body</i> sebanyak 15 titik dan menekan tombol <i>Swing</i>	24
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Menyesuaikan <i>Body</i> dan <i>Lock Stopper Skid</i>	10	Menunggu	10
Menyesuaikan <i>Front Panel Assy</i> dengan <i>Main Body 1</i> ke <i>Jig</i>	38	Menunggu	38
Menyesuaikan <i>Main Body 1</i> ke <i>Jig</i>	12	Menunggu	12
Mengelasi <i>Front Panel LH</i> dan <i>RH</i>	13	Mengelasi <i>Front Panel LH</i> dan <i>RH</i>	13
Membuka <i>Stopper Skid</i> dan <i>Witting</i>	25	Menunggu	25
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Mengirim <i>Body</i>	7	Menunggu	7
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>224</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>224</b>
Waktu menganggur :		 : 162 Detik	
Waktu kerja kombinasi :		 : 62 Detik	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)







Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Main Body 2* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Main Body 2*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR MAIN BODY 2		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR MAIN BODY 2	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Menyesuaikan <i>Body</i> ke <i>Jig</i> dan <i>Witting</i>	17	Menunggu	17
Memberikan <i>Sealant</i> pada <i>Bow Roof Front</i>	10	Menunggu	10
Mengelasi <i>Front Pillar Upper</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar Upper</i>	12
Mengelasi <i>Front Pillar Side Upper</i>	10	Mengelasi <i>Front Pillar Side Upper</i>	10
Mengelasi <i>Roof Front</i>	35	Mengelasi <i>Roof Front</i>	35
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10
Membuka <i>Jig</i> dan Mengirim <i>Body</i>	13	Menunggu	13
Memasang <i>Front Window</i> dan <i>Clamp Jig</i>	12	Menunggu	12
Mengelasi <i>Back Assy Upper</i> sebanyak 1 titik	6	Mengelasi <i>Back Assy Upper</i> sebanyak 1 titik	6
Mengelasi <i>Bow Roof Front</i> sebanyak 1 titik	5	Mengelasi <i>Bow Roof Front</i> sebanyak 1 titik	5
Mengelasi <i>Front Pillar</i> dengan <i>Roof</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar</i> dengan <i>Roof</i>	12
Mengelasi <i>Front Pillar Side Upper</i>	9	Mengelasi <i>Front Pillar Side Upper</i>	9
Mengelasi <i>Roof Front</i>	25	Mengelasi <i>Roof Front</i>	25
Melepasi <i>Front Window</i>	11	Menunggu	11
Menyesuaikan <i>Set Lifter Up</i> dan <i>Witting</i>	10	Menunggu	10
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengelasan titik	10	Menunggu	10

Lanjut...







Tabel 4.7. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Main Body 2* (Lanjutan)

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR MAIN BODY 2		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR MAIN BODY 2	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Mengirim <i>Body</i> ke bagian berikutnya	6	Menunggu	6
Menyesuaikan <i>Body</i> pada <i>Jig</i> dan mengatur <i>Jig</i>	14	Menunggu	14
Mengelasi <i>Back Assy Upper</i> sebanyak 1 titik	7	Mengelasi <i>Back Assy Upper</i> sebanyak 1 titik	7
Mengelasi <i>Bow Roof Front</i> sebanyak 1 titik	10	Mengelasi <i>Bow Roof Front</i> sebanyak 1 titik	10
Menyesuaikan <i>Panel Roof</i> pada <i>Jig Roof</i>	25	Menunggu	25
Mengelasi <i>area Back Panel</i> dengan <i>Roof</i>	27	Mengelasi <i>area Back Panel</i> dengan <i>Roof</i>	27
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik dan <i>Witting</i>	10	Menunggu	10
Mengambil <i>Body</i> selanjutnya	7	Menunggu	7
Menyesuaikan <i>Body</i>	8	Menunggu	8
Mengelasi <i>Front Pillar Lower</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar Lower</i>	12
Memasang <i>Black Metal</i>	6	Menunggu	6
Mengelasi <i>Spot Fender</i> dan melepas <i>Black Metal</i>	17	Mengelasi <i>Spot Fender</i> dan melepas <i>Black Metal</i>	17
Menyesuaikan <i>Body</i> ke <i>Jig</i>	6	Menunggu	6
Mengelasi <i>Roof Upper</i>	22	Mengelasi <i>Roof Upper</i>	22
Mengelasi <i>Roof Lower</i>	16	Mengelasi <i>Roof Lower</i>	16
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik	10	Menunggu	10
Mengirim <i>Body</i>	10	Menunggu	10
Mengatur <i>Cabin</i>	6	Menunggu	6
Mengelasi <i>Front Pillar Side</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar Side</i>	12
Mengelasi <i>Front Panel Lower</i>	15	Mengelasi <i>Front Panel Lower</i>	15
Mengelasi <i>Front Panel Upper</i>	16	Mengelasi <i>Front Panel Upper</i>	16
Mengatur <i>Lift Down</i> dan <i>Cabin</i>	10	Menunggu	10
Mengelasi <i>Front Pillar</i>	14	Mengelasi <i>Front Pillar</i>	14
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik	10	Menunggu	10
Mengambil <i>Bumper</i>	9	Menunggu	9
Mengelasi <i>Front Pillar</i>	11	Mengelasi <i>Front Pillar</i>	11
Mengelasi <i>Outer Pillar</i>	29	Mengelasi <i>Outer Pillar</i>	29
Mengelasi <i>Fender</i>	16	Mengelasi <i>Fender</i>	16
Mengatur <i>Lift Down Body</i> dan <i>Witting</i>	8	Menunggu	8
Mengelasi <i>Outer Pillar</i>	11	Mengelasi <i>Outer Pillar</i>	11
Mengelasi <i>Front Pillar</i>	12	Mengelasi <i>Front Pillar</i>	12
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengeelasan titik	10	Menunggu	10
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>609</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>609</b>
Waktu menganggur :		 : 242 Detik	
Waktu kerja kombinasi :		 : 367 Detik	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)

Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Door Install* dapat dilihat pada Tabel 4.8.







Tabel 4. 8. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Door Install*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR DOOR INSTALL		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR DOOR INSTALL	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Mengirim <i>Cabin</i> ke bagian selanjutnya	10	Menunggu	10
Mengambil Pintu	19	Menunggu	19
Menyesuaikan <i>Door</i> pada <i>Cabin</i>	18	Menunggu	18
Mengeas Pintu	33	Mengeas Pintu	33
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengehasan titik	10	Menunggu	10
Memasang <i>Hook</i> pada <i>Cabin</i>	15	Menunggu	15
Mengambil <i>Cabin</i>	10	Menunggu	10
Mengambil Pintu	20	Menunggu	20
Menyesuaikan <i>Door</i> pada <i>Cabin</i>	17	Menunggu	17
Mengeas Pintu	35	Mengeas Pintu	35
Melakukan pemeriksaan pada hasil pengehasan titik	10	Menunggu	10
Memasang <i>Hook</i> pada <i>Cabin</i>	15	Menunggu	15
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>212</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>212</b>
Waktu menganggur :		 : 144 Detik	
Waktu kerja kombinasi :		 : 68 Detik	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)

Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Hanging Down* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9. Peta Pekerja dan Mesin Pada Proses *Hanging Down*

PETA PEKERJA DAN MESIN			
PEKERJAAN :	PEMBUATAN CABIN TD		
NAMA MESIN :	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)		
NAMA PEKERJA :	OPERATOR HANGING DOWN		
PETA SEKARANG	V	PETA USULAN	-
ORANG		MESIN	
OPERATOR HANGING DOWN	WAKTU (DETIK)	PORTABLE SPOT WELDING (PSW)	WAKTU (DETIK)
Memindahkan <i>Cabin</i> ke <i>Sleding</i>	15	Menunggu	15
Mengencangkan <i>Bolt Door</i>	15	Menunggu	15
Mengambil <i>Corner Panel</i>	35	Menunggu	35
Memasang <i>Corner Panel</i>	12	Menunggu	12
Melakukan pemeriksaan pada <i>Cabin</i>	10	Menunggu	10
Memasang RFID Tag	20	Menunggu	20
Mengirim <i>Body</i> ke Proses Selanjutnya	10	Menunggu	10
<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>117</b>	<b>TOTAL WAKTU</b>	<b>117</b>
Waktu menganggur :		 : 117 Detik	
Waktu kerja kombinasi :		 :-	
Waktu independen :		 :-	

(Sumber: PT KRM)

#### 4.1.11. Jenis Cacat Pada *Welding*

Pada proses *Welding* terdapat jenis cacat yang terjadi pada setiap prosesnya, yaitu:

1. *Dent*

Cacat yang dimaksud adalah terdapat adanya cekung ke arah dalam permukaan material (Penyok).

2. *Ding*

Cacat yang dimaksud adalah terdapat adanya cembung ke arah luar permukaan material (Nonjol).

3. *Hole*

Cacat yang dimaksud adalah terdapat lubang pada hasil las *spot* yang meleset pada *part* lain yang bukan tempat untuk dilakukannya *spot*.

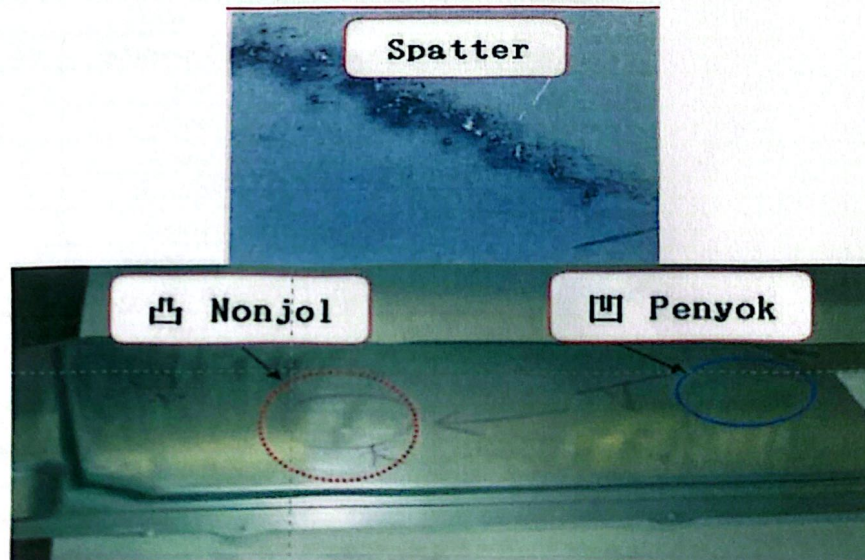
4. *Spot NG (Not Good)*

Cacat yang dimaksud adalah hasil las *spot* yang tidak sesuai standar misalnya terdapat bercak putih atau ukuran diameter *spot* tidak sesuai standar.

5. *Spatter*

Cacat yang dimaksud adalah terdapat adanya permukaan yang tajam pada material hasil dari las *spot*.

Contoh Cacat *spatter*, *dent* dan *ding* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10. Cacat *Spatter*, Penyok (*Dent*) dan Nonjol (*Ding*)  
(Sumber: PT KRM)

#### 4.1.12. Persyaratan Pelanggan

Persyaratan pelanggan pada proses *Welding* untuk *part Cabin TD* adalah *part* yang dilakukan pengelasan titik tidak ditemukan adanya cacat. Pelanggan dalam proses *Welding* adalah proses selanjutnya, yaitu proses *Painting*. Karakteristik dari *part* yang dihasilkan dan yang diinginkan oleh pelanggan adalah *part Cabin TD* tidak terdapat permukaan material yang tidak rata seperti adanya permukaan yang *dent, ding, hole*, permukaan yang tajam dan permukaan material yang tidak bersih dari debu atau sisa-sisa pengelasan.

#### 4.1.13. Data Jumlah Cacat Keseluruhan Proses *Welding*

Data jumlah cacat keseluruhan pada proses *Welding* di bawah ini merupakan data yang diperoleh dari bulan Januari – Februari 2019. Data ini berfungsi untuk mengetahui bagian mana yang paling banyak terdapat *defect* atau cacat selama bulan Januari – Februari 2019. Jumlah cacat keseluruhan *part* pada proses *Welding* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10. Jumlah Cacat Keseluruhan *Part* Pada Proses *Welding*

	No	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
	Under 1	1	<i>Dent</i>
2		<i>Ding</i>	7
3		<i>Hole</i>	5
4		<i>Spot NG</i>	13
5		<i>Spatter</i>	132
Total			177
	No	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
	Under 2	1	<i>Dent</i>
2		<i>Ding</i>	7
3		<i>Hole</i>	5
4		<i>Spot NG</i>	9
5		<i>Spatter</i>	34
Total			78
	No	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
	Main Body 1	1	<i>Dent</i>
2		<i>Ding</i>	13
3		<i>Hole</i>	65
4		<i>Spot NG</i>	19
5		<i>Spatter</i>	161
Total			328

Lanjut...

Tabel 4. 10. Jumlah Cacat Keseluruhan *Part* Pada Proses *Welding* (Lanjutan)

Main Body 2	No	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
	1	<i>Dent</i>	16
	2	<i>Ding</i>	5
	3	<i>Hole</i>	10
	4	<i>Spot NG</i>	11
	5	<i>Spatter</i>	25
	Total		67

Door Install	No	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
	1	<i>Dent</i>	23
	2	<i>Ding</i>	4
	3	<i>Hole</i>	2
	4	<i>Spot NG</i>	5
	5	<i>Spatter</i>	12
	Total		46

(Sumber: PT KRM)

#### 4.2. Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul, baik dari data produksi hingga data jumlah cacat untuk masing-masing proses. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan tahapan dari metode DMAIC yaitu tahap *define* dan tahap *measure*.

##### 4.2.1. Tahap *Define*

*Define* merupakan langkah pertama dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan pemilihan proyek, mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang berhubungan langsung dengan kebutuhan dari pelanggan dan menentukan tujuan proyek *Six Sigma*.

##### 1. Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Pemilihan proyek dalam penelitian *Six Sigma* ini dilakukan dengan memprioritaskan masalah yang sering muncul. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pemilihan proyek ini berdasarkan dari hasil pemilihan bagian produksi di proses *Welding*. Maka, hasil pemilihan tersebut akan dijadikan proyek dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*.

a. Pemilihan Bagian Produksi

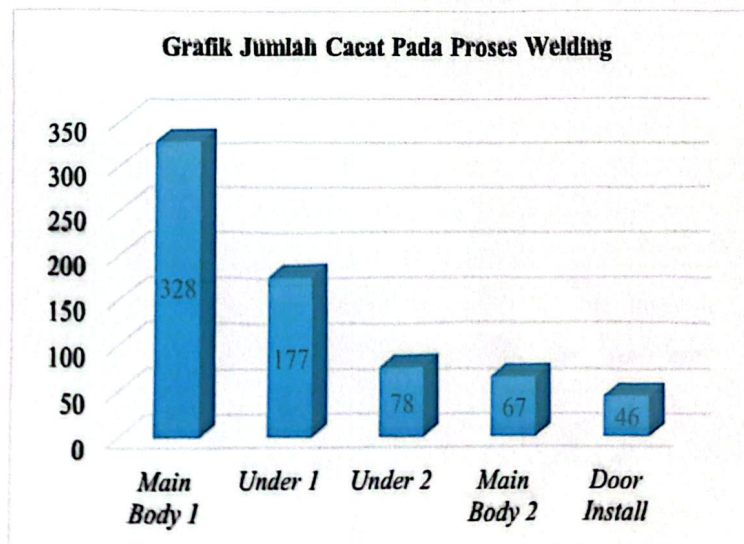
Pemilihan bagian produksi bertujuan untuk mengetahui bagian produksi dalam proses *Welding* yang terdapat jumlah cacat terbanyak selama proses produksi untuk bulan Januari – Februari 2019. Dalam melakukan pemilihan bagian produksi yaitu digunakan Histogram, sebagai alat untuk mengidentifikasi. Sebelum membuat Histogram, terlebih dahulu mengurutkan bagian produksi yang memiliki jumlah cacat terbesar hingga terkecil dan juga menentukan persentase cacat dari masing masing bagian. Data jumlah cacat dan persentase cacat di proses *Welding* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11. Data Jumlah Cacat dan Persentase Cacat di Proses *Welding*

No.	Kriteria Cacat	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase
1	<i>Main Body 1</i>	328	47%
2	<i>Under 1</i>	177	25%
3	<i>Under 2</i>	78	11%
4	<i>Main Body 2</i>	67	10%
5	<i>Door Install</i>	46	7%
<b>Total</b>		<b>696</b>	<b>100%</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Grafik jumlah cacat pada proses *Welding* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11. Grafik Jumlah Cacat Pada Proses *Welding*  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa *Main Body 1* merupakan bagian dengan jumlah cacat terbanyak yaitu sebesar 328 unit. Maka bagian *Main Body 1* ini yang dijadikan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*.

b. Pemilihan *Part*

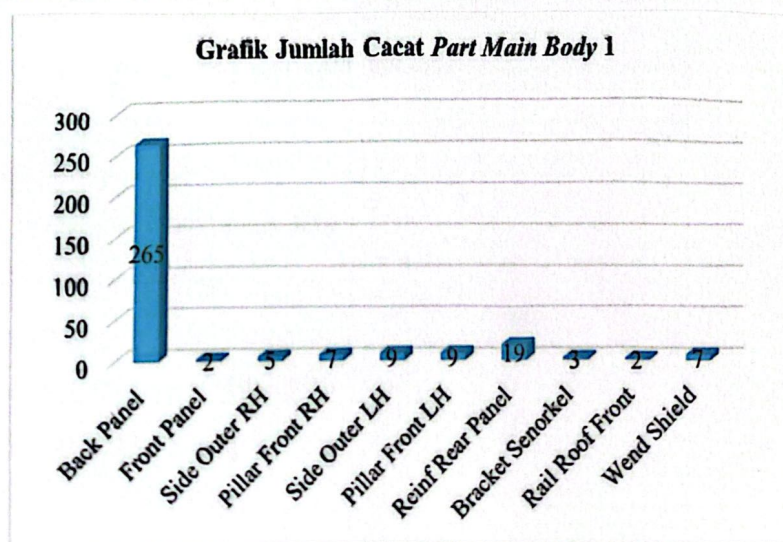
Selanjutnya adalah dengan membuat analisis untuk mengetahui *part* mana yang memiliki jumlah cacat terbanyak pada *Main Body 1*. Jumlah cacat *part Main Body 1* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12. Jumlah Cacat *Part Main Body 1*

No.	Nama Part	Jumlah Cacat (Unit)
1	<i>Back Panel</i>	265
2	<i>Front Panel</i>	2
3	<i>Side Outer RH</i>	5
4	<i>Pillar Front RH</i>	7
5	<i>Side Outer LH</i>	9
6	<i>Pillar Front LH</i>	9
7	<i>Reinf Rear Panel</i>	19
8	<i>Bracket Senorkel</i>	3
9	<i>Rail Roof Front</i>	2
10	<i>Wend Shield</i>	7
<b>Total</b>		<b>328</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Grafik jumlah cacat *part Main Body 1* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12. Grafik Jumlah Cacat *Part Main Body 1*  
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari grafik diatas, dapat diketahui bahwa *part* yang memiliki jumlah cacat terbanyak adalah *part Back Panel* dengan jumlah cacat sebanyak 265 unit. Maka *part Back Panel* ini yang dijadikan sebagai *part* untuk peningkatan kualitas *Six Sigma*.

## 2. Pembuatan Diagram SIPOC

Dalam peningkatan kualitas, tahapan proses dibuat dalam Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). Diagram SIPOC merupakan alat yang berguna dalam peningkatan proses untuk mengetahui aliran kerja.

Pembuatan Diagram SIPOC untuk proses *Welding* dapat diuraikan sebagai berikut:

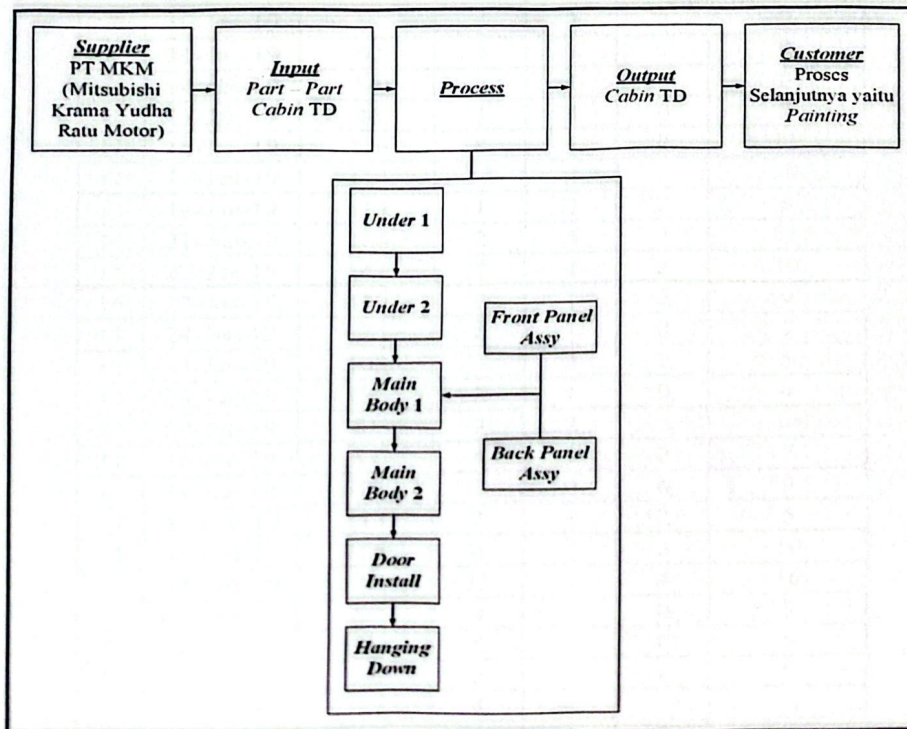
- a. *Supplier* produksi *part-part Welding* jenis *Cabin TD* didapatkan dari PT MKM.
- b. *Inputs* yang digunakan dalam proses *Welding* berupa *part-part*, yaitu:
  1. *Sill Member Floor (RH dan LH)*
  2. *Cross Member Floor Front dan Rear*
  3. *Panel Shield Front (LH dan RH)*
  4. *Panel Shield Rear (LH dan RH)*
  5. *Front Floor*
  6. *Sill Front Floor (RH dan LH)*
  7. *Sill Front Floor Side Rear (RH dan LH)*
  8. *Panel Floor Rear End (RH dan LH)*
  9. *Front Panel*
  10. *Wend Shield*
  11. *Pillar Front (LH dan RH)*
  12. *Rail Roof Front*
  13. *Back Panel*
  14. *Side Outher (LH dan RH)*
  15. *Reinf Rear Panel*
  16. *Bracket Senorkel*
  17. *Panel Roof*

18. *Bow Roof*

19. *Door Install (RH dan LH)*

- c. *Process* merupakan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *input*. Pada proses produksi *Welding* terdiri dari lima tahapan proses yaitu proses *Under 1*, *Under 2*, *Main Body 1*, *Main Body 2* dan *Door Install*. *Main Body 1* terdapat dua proses yaitu *Back Panel Assy* dan *Front Panel Assy*.
- d. *Output* merupakan produk (barang atau jasa) hasil dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). *Output* dari proses *Welding* adalah *part Cabin TD*.
- e. *Customer* merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima *output*. *Customer* dari proses produksi *Welding* yaitu proses selanjutnya yaitu proses *Painting*.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat digambarkan Diagram SIPOC dari proses *Welding* yang dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13. Diagram SIPOC Proses *Welding*  
(Sumber: Pengolahan Data)

#### 4.2.2. Tahap Measure

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Ada 4 (empat) hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu:

##### 1. Diagram Pareto

Setelah mengetahui pemilihan proyek untuk peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah berupa *part Back Panel* pada *Main Body 1*. Langkah selanjutnya adalah pemilihan jenis cacat terbesar yang terdapat pada *Main Body 1* untuk *part Back Panel* maka dibutuhkan data cacat harian *part Back Panel*. Data cacat harian *part Back Panel* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13. Data Cacat Harian *Part Back Panel*

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)			Jumlah Total Cacat (Unit)
			<i>Spatter</i>	<i>Dent</i>	<i>Hole</i>	
1	02-Jan-19	122	5	2	2	9
2	03-Jan-19	136	2	1	3	6
3	04-Jan-19	100	5	0	0	5
4	07-Jan-19	67	5	3	1	9
5	08-Jan-19	90	5	1	1	7
6	09-Jan-19	90	10	3	4	17
7	10-Jan-19	68	4	3	2	9
8	11-Jan-19	62	5	3	1	9
9	14-Jan-19	84	7	1	0	8
10	15-Jan-19	46	1	4	0	5
11	16-Jan-19	126	8	1	2	11
12	17-Jan-19	114	15	4	1	20
13	18-Jan-19	114	1	3	2	6
14	21-Jan-19	136	2	5	4	11
15	22-Jan-19	141	7	1	2	10
16	23-Jan-19	119	3	1	5	9
17	24-Jan-19	127	6	1	0	7
18	25-Jan-19	108	1	3	1	5
19	28-Jan-19	132	3	1	0	4
20	29-Jan-19	81	7	7	2	16
21	30-Jan-19	84	4	1	2	7
22	31-Jan-19	103	3	0	6	9
23	01-Feb-19	113	2	1	2	5
24	06-Feb-19	156	6	2	2	10
25	07-Feb-19	76	11	1	4	16
26	08-Feb-19	89	3	2	0	5
27	09-Feb-19	91	5	1	0	6
28	11-Feb-19	68	2	1	2	5
29	12-Feb-19	127	4	4	2	10
30	13-Feb-19	113	4	0	5	9
<b>Total</b>		<b>3.083</b>	<b>146</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>265</b>

(Sumber: PT KRM)

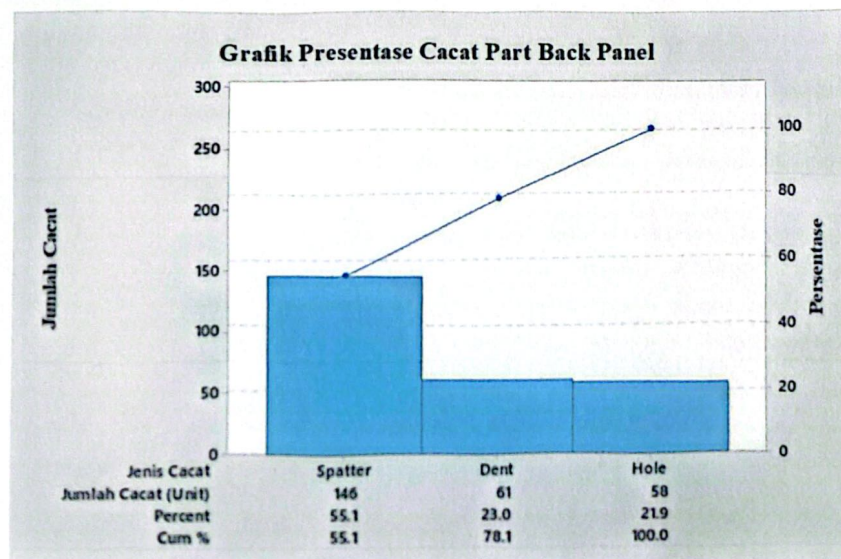
Setelah membuat tabel data cacat harian *part Back Panel* maka selanjutnya adalah membuat tabel persentase cacat *part Back Panel* agar lebih mudah dalam melihat besarnya persentase dari jenis cacat yang ada. Persentase cacat dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14. Persentase Cacat *Part Back Panel* Pada *Main Body 1*

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase Cacat	Persentase Kumulatif
1	<i>Spatter</i>	146	55%	55%
2	<i>Dent</i>	61	23%	78%
3	<i>Hole</i>	58	22%	100%
<b>Total</b>		<b>265</b>	<b>100%</b>	

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari data diatas dapat ditentukan jenis cacat yang akan menjadi prioritas masalah yang akan diperbaiki dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*, untuk mengetahui jenis cacat yang dominan dapat ditunjukkan dengan menggunakan Diagram Pareto yang dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14. Grafik Persentase Cacat *Part Back Panel*

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.14. dapat disimpulkan bahwa jenis cacat *Spatter* merupakan jenis cacat yang dominan dengan persentase cacat sebesar 55,1% lebih besar persentasenya dibanding jenis cacat *Dent* dan *Hole*. Oleh karena

itu, perbaikan diprioritaskan dan difokuskan pada jenis cacat *Spater* dengan mengidentifikasi penyebab-penyebab serta cara penyelesaian masalah tersebut.

2. Menentukan Kualitas Kunci (CTQ)

*Critical To Quality* (CTQ) merupakan elemen dari proses yang berpengaruh terhadap pencapaian kualitas yang diinginkan. Dalam menentukan CTQ pada proses *Welding* maka dilakukan wawancara dengan *Foreman Welding* untuk mengetahui persyaratan pelanggan agar dapat diketahui keinginan dan kebutuhan dari pelanggan baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Pada Diagram Pareto diketahui bahwa jenis cacat terbesar pada proses *Main Body 1* adalah *spatter*, maka CTQ yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara tentang hal kebutuhan dan keinginan dari pelanggan, yaitu:

1. Permukaan *Part* Hasil Proses *Welding* Halus
2. Tidak Terdapat Sisa-sisa Geram Pada Permukaan *Part*

CTQ yang terdapat pada proses *Welding* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15. *Critical To Quality*

No.	CTQ	Kriteria Cacat
1.	Permukaan <i>Part</i> Hasil Proses <i>Welding</i> Halus	Permukaan <i>part</i> yang telah dilakukan las <i>spot</i> tidak halus karena adanya percikan api sehingga mengakibatkan permukaan <i>part</i> menjadi tajam.
2.	Tidak Terdapat Sisa-sisa Geram Pada Permukaan <i>Part</i>	Permukaan yang telah dilakukan pengelasan terdapat sisa-sisa geram sehingga dapat mengakibatkan <i>part</i> yang akan dilakukan proses selanjutnya menjadi tidak sesuai dengan standar.

(Sumber: Pengolahan Data)

3. Pengukuran Dengan Peta kendali P

Ketidaksesuaian standar atau cacat yang ditemukan pada *part Back Panel* pada *Main Body 1* di proses *Welding* adalah *Spatter*, *Dent*, dan *Hole*. Dalam pembuatan peta kendali p untuk *part Back Panel* data yang digunakan adalah data jumlah produksi dan data jumlah cacat *part Back Panel* pada bulan Januari – Februari 2019. Setelah itu, dengan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan proporsi cacat dan batas-batas kendali.

Data Jumlah Cacat *part Back Panel* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16. Jumlah Cacat *Part Back Panel*

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Total Cacat (Unit)
1	02-Jan-19	122	9
2	03-Jan-19	136	6
3	04-Jan-19	100	5
4	07-Jan-19	67	9
5	08-Jan-19	90	7
6	09-Jan-19	90	17
7	10-Jan-19	68	9
8	11-Jan-19	62	9
9	14-Jan-19	84	8
10	15-Jan-19	46	5
11	16-Jan-19	126	11
12	17-Jan-19	114	20
13	18-Jan-19	114	6
14	21-Jan-19	136	11
15	22-Jan-19	141	10
16	23-Jan-19	119	9
17	24-Jan-19	127	7
18	25-Jan-19	108	5
19	28-Jan-19	132	4
20	29-Jan-19	81	16
21	30-Jan-19	84	7
22	31-Jan-19	103	9
23	01-Feb-19	113	5
24	06-Feb-19	156	10
25	07-Feb-19	76	16
26	08-Feb-19	89	5
27	09-Feb-19	91	6
28	11-Feb-19	68	5
29	12-Feb-19	127	10
30	13-Feb-19	113	9
<b>Total</b>		<b>3.083</b>	<b>265</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan nilai Proporsi setiap data, nilai CL, UCL (*Upper Control Limit*), dan LCL (*Low Control Limit*).

1. Perhitungan Data Tanggal 2 Januari

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{X} = \frac{9}{122} = 0,0738$$

Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(\text{CL}) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{265}{3.083} = 0,0860$$

b. Perhitungan Batas Kendali:

$$\text{UCL} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= 0,0860 + 3 \sqrt{\frac{0,0860(1-0,0860)}{122}} \\ &= 0,1621 \end{aligned}$$

$$\text{LCL} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= 0,0860 - 3 \sqrt{\frac{0,0860(1-0,0860)}{122}} \\ &= 0,0098 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Data Tanggal 3 Januari

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{X} = \frac{6}{136} = 0,0441$$

Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(\text{CL}) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{265}{3.083} = 0,0860$$

b. Perhitungan Batas Kendali:

$$\text{UCL} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= 0,0860 + 3 \sqrt{\frac{0,0860(1-0,0860)}{136}} \\ &= 0,1581 \end{aligned}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,0860 - 3 \sqrt{\frac{0,0860(1-0,0860)}{136}}$$

$$= 0,0139$$

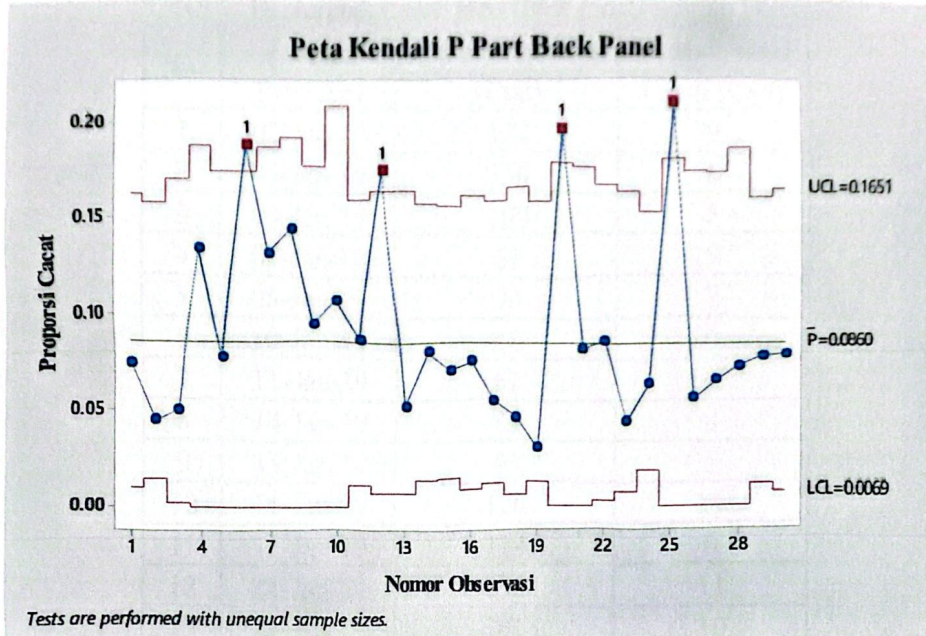
Keseluruhan cacat *part Back Panel Cabin TD* pada *Main Body 1* yang telah dilakukan perhitungan proporsi cacat, CL, UCL dan LCL dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17. Keseluruhan Cacat *Part Back Panel*

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Total Cacat (Unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	02-Jan-19	122	9	0,0738	0,0860	0,1621	0,0098
2	03-Jan-19	136	6	0,0441	0,0860	0,1581	0,0139
3	04-Jan-19	100	5	0,0500	0,0860	0,1701	0,0019
4	07-Jan-19	67	9	0,1343	0,0860	0,1888	-0,0168
5	08-Jan-19	90	7	0,0778	0,0860	0,1747	-0,0027
6	09-Jan-19	90	17	0,1889	0,0860	0,1747	-0,0027
7	10-Jan-19	68	9	0,1324	0,0860	0,1880	-0,0160
8	11-Jan-19	62	9	0,1452	0,0860	0,1928	-0,0208
9	14-Jan-19	84	8	0,0952	0,0860	0,1778	-0,0058
10	15-Jan-19	46	5	0,1087	0,0860	0,2100	-0,0380
11	16-Jan-19	126	11	0,0873	0,0860	0,1609	0,0111
12	17-Jan-19	114	20	0,1754	0,0860	0,1648	0,0072
13	18-Jan-19	114	6	0,0526	0,0860	0,1648	0,0072
14	21-Jan-19	136	11	0,0809	0,0860	0,1581	0,0139
15	22-Jan-19	141	10	0,0709	0,0860	0,1568	0,0152
16	23-Jan-19	119	9	0,0756	0,0860	0,1631	0,0089
17	24-Jan-19	127	7	0,0551	0,0860	0,1606	0,0114
18	25-Jan-19	108	5	0,0463	0,0860	0,1669	0,0051
19	28-Jan-19	132	4	0,0303	0,0860	0,1592	0,0128
20	29-Jan-19	81	16	0,1975	0,0860	0,1795	-0,0075
21	30-Jan-19	84	7	0,0833	0,0860	0,1778	-0,0058
22	31-Jan-19	103	9	0,0874	0,0860	0,1689	0,0031
23	01-Feb-19	113	5	0,0442	0,0860	0,1651	0,0069
24	06-Feb-19	156	10	0,0641	0,0860	0,1533	0,0187
25	07-Feb-19	76	16	0,2105	0,0860	0,1825	-0,0105
26	08-Feb-19	89	5	0,0562	0,0860	0,1752	-0,0032
27	09-Feb-19	91	6	0,0659	0,0860	0,1742	-0,0022
28	11-Feb-19	68	5	0,0735	0,0860	0,1880	-0,0160
29	12-Feb-19	127	10	0,0787	0,0860	0,1606	0,0114
30	13-Feb-19	113	9	0,0796	0,0860	0,1651	0,0069
<b>Total</b>		<b>3.083</b>	<b>265</b>				

(Sumber: Pengolahan Data)

Langkah selanjutnya adalah dengan memetakan semua data yang telah memiliki nilai UCL dan LCL ke dalam peta kendali p untuk melihat apakah data tersebut masuk ke dalam batas kendali atau tidak. Pada Gambar 4.15, yaitu grafik peta kendali p untuk semua data.



Gambar 4. 15. Peta Kendali P Part Back Panel  
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan *Center Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL), *Lower Control Limit* (LCL) dan pembuatan peta kendali, masih terdapat data yang berada diluar batas kendali. Oleh karena itu, dibutuhkan revisi agar data menjadi terkendali. Terdapat 4 data yang diluar batas kendali yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu yang pertama data pada tanggal 9 Januari yang disebabkan oleh adanya penggantian operator atau rotasi pekerjaan pada proses *Main Body 1* sehingga operator baru belum menguasai proses yang ada pada *Main Body 1*, data yang kedua pada tanggal 17 Januari yang disebabkan oleh mesin las *spot* tidak bekerja secara optimal, data yang ketiga pada tanggal 29 Januari yang disebabkan oleh penggantian *welding tip* yang tidak teratur, data yang keempat pada tanggal 07 Februari disebabkan oleh pada hari sebelumnya jumlah produksi besar sehingga operator kelelahan dan mesin las *spot* tidak bekerja secara optimal.

Selanjutnya adalah melakukan revisi dengan membuang data yang berada diluar batas kendali, dan setelah itu dilakukan perhitungan ulang.

Jumlah cacat *part Back Panel* setelah data yang di luar batas kendali dibuang atau direvisi dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18. Jumlah Cacat *Part Back Panel* Setelah Direvisi

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Total Cacat (Unit)
1	02-Jan-19	122	9
2	03-Jan-19	136	6
3	04-Jan-19	100	5
4	07-Jan-19	67	9
5	08-Jan-19	90	7
6	10-Jan-19	68	9
7	11-Jan-19	62	9
8	14-Jan-19	84	8
9	15-Jan-19	46	5
10	16-Jan-19	126	11
11	18-Jan-19	114	6
12	21-Jan-19	136	11
13	22-Jan-19	141	10
14	23-Jan-19	119	9
15	24-Jan-19	127	7
16	25-Jan-19	108	5
17	28-Jan-19	132	4
18	30-Jan-19	84	7
19	31-Jan-19	103	9
20	01-Feb-19	113	5
21	06-Feb-19	156	10
22	08-Feb-19	89	5
23	09-Feb-19	91	6
24	11-Feb-19	68	5
25	12-Feb-19	127	10
26	13-Feb-19	113	9
<b>Total</b>		<b>2.722</b>	<b>196</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah dibuat tabel jumlah produksi dan jumlah cacat untuk hasil data yang telah direvisi, selanjutnya dilakukan perhitungan kembali untuk nilai proporsi setiap data, *Center Line (CL)*, *Upper Control Limit (UCL)* dan *Lower Control Limit*

(LCL) dan Peta Kendali p setelah itu lihat kembali apakah data yang telah direvisi telah masuk ke batas kendali atau belum.

1. Perhitungan Data Tanggal 3 Januari (Revisi)

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{x} = \frac{9}{122} = 0,0738$$

Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(CL) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{196}{2.722} = 0,0720$$

b. Perhitungan Batas Kendali:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$UCL = 0,0720 + 3 \sqrt{\frac{0,0720(1-0,0720)}{122}} \\ = 0,1422$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,0720 - 3 \sqrt{\frac{0,0720(1-0,0720)}{122}} \\ = 0,0018$$

2. Perhitungan Data Tanggal 3 Januari (Revisi)

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{x} = \frac{6}{136} = 0,0441$$

b. Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(CL) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{196}{2.722} = 0,0720$$

c. Perhitungan Batas Kendali:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$UCL = 0,0720 + 3 \sqrt{\frac{0,0720(1-0,0720)}{136}} \\ = 0,1385$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,0720 - 3 \sqrt{\frac{0,0720(1-0,0720)}{136}}$$

$$= 0,0055$$

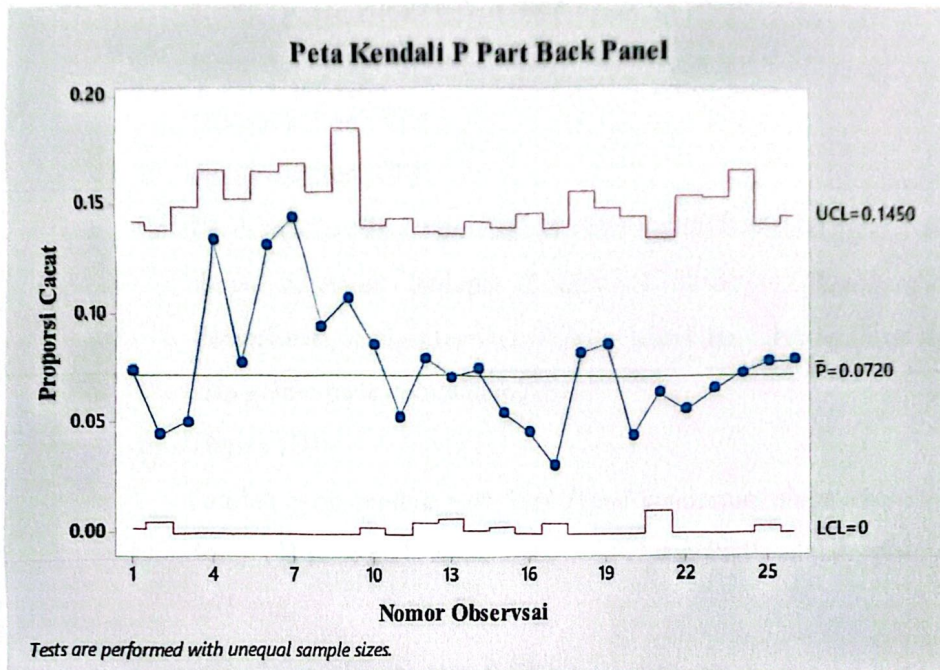
Keseluruhan cacat *part Back Panel Cabin TD* pada *Main Body 1* yang telah dilakukan perhitungan proporsi cacat, CL, UCL dan LCL dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19. Keseluruhan Cacat *Part Back Panel*

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Total Cacat (Unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	02-Jan-19	122	9	0,0738	0,0720	0,1422	0,0018
2	03-Jan-19	136	6	0,0441	0,0720	0,1385	0,0055
3	04-Jan-19	100	5	0,0500	0,0720	0,1495	-0,0055
4	07-Jan-19	67	9	0,1343	0,0720	0,1667	-0,0227
5	08-Jan-19	90	7	0,0778	0,0720	0,1537	-0,0097
6	10-Jan-19	68	9	0,1324	0,0720	0,1660	-0,0220
7	11-Jan-19	62	9	0,1452	0,0720	0,1705	-0,0265
8	14-Jan-19	84	8	0,0952	0,0720	0,1566	-0,0126
9	15-Jan-19	46	5	0,1087	0,0720	0,1863	-0,0423
10	16-Jan-19	126	11	0,0873	0,0720	0,1411	0,0029
11	18-Jan-19	114	6	0,0526	0,0720	0,1446	-0,0006
12	21-Jan-19	136	11	0,0809	0,0720	0,1385	0,0055
13	22-Jan-19	141	10	0,0709	0,0720	0,1373	0,0067
14	23-Jan-19	119	9	0,0756	0,0720	0,1431	0,0009
15	24-Jan-19	127	7	0,0551	0,0720	0,1408	0,0032
16	25-Jan-19	108	5	0,0463	0,0720	0,1466	-0,0026
17	28-Jan-19	132	4	0,0303	0,0720	0,1395	0,0045
18	30-Jan-19	84	7	0,0833	0,0720	0,1566	-0,0126
19	31-Jan-19	103	9	0,0874	0,0720	0,1484	-0,0044
20	01-Feb-19	113	5	0,0442	0,0720	0,1449	-0,0009
21	06-Feb-19	156	10	0,0641	0,0720	0,1341	0,0099
22	08-Feb-19	89	5	0,0562	0,0720	0,1542	-0,0102
23	09-Feb-19	91	6	0,0659	0,0720	0,1533	-0,0093
24	11-Feb-19	68	5	0,0735	0,0720	0,1660	-0,0220
25	12-Feb-19	127	10	0,0787	0,0720	0,1408	0,0032
26	13-Feb-19	113	9	0,0796	0,0720	0,1449	-0,0009
<b>Total</b>		<b>2.722</b>	<b>196</b>				

(Sumber: Pengolahan Data)

Langkah selanjutnya adalah dengan memetakan semua data yang telah memiliki nilai UCL dan LCL ke dalam peta kendali p setelah direvisi dan melihat apakah semua data telah berada di dalam batas kendali atau tidak, dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16. Peta Kendali P Part Back Panel (Revisi)  
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas nilai *Center Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL) dan juga *Lower Control Limit* (LCL), dapat disimpulkan bahwa semua data yang telah direvisi dan dihitung kembali untuk *part Back Panel* pada *Main Body 1* telah masuk dalam batas kendali atas (BKA) ataupun batas kendali bawah (BKB). Selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan penentuan Level Sigma.

#### 4. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Perhitungan nilai DPMO dan Level Sigma dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan Sigma yang sudah baku, dan juga dengan menggunakan tabel nilai Sigma yang tersedia. Hasil pengukuran berupa data atribut akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per Million Opportunities*). Level Sigma merupakan hasil konversi dari

nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma*. Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* dari proses produksi *part Back Panel*, yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan DPMO

1. *Unit (U)*

Jumlah produksi *part Back Panel* pada kendaraan niaga Mitsubishi jenis TD yang diperiksa pada bulan Januari – Februari 2019 sebanyak 3.083 unit.

2. *Opportunities (OP)*

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 2 (dua) *Critical to Quality* yaitu Permukaan *part* hasil proses *Welding* halus dan tidak terdapat sisa-sisa geram pada permukaan *part*.

3. *Defect (D)*

Jumlah cacat produk *part Back Panel* kendaraan niaga Mitsubishi Jenis TD pada bulan Januari – Februari 2019 adalah sebanyak 265 unit.

4. *Defect per Unit*

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{265}{3.083} \\ &= 0,0860 \end{aligned}$$

5. *Total Opportunities (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 3.083 \times 2 \\ &= 6.166 \end{aligned}$$

6. *Defect per Opportunities (DPO)*

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{D}{TOP} \\ DPO &= \frac{265}{6.166} \\ &= 0,0430 \text{ Unit} \end{aligned}$$

7. *Defect per Millton Opportunitites (DPMO)*

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 \\ &= 0,0430 \times 1.000.000 \\ &= 43.000 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada produksi *part Back Panel* sebanyak 43.000 Unit.

b. *Nilai Sigma*

Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel Level *Sigma* yang ada di lampiran A. Dari perhitungan sebelumnya, telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk proses produksi *part Back Panel* adalah sebesar 43.000 DPMO. Pada tabel Level *Sigma*, nilai DPMO 43.000 unit berada pada Level *Sigma* 3,21-3,22, maka untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,21 = 43.633 dan 3,22 = 42.716 maka Level *Sigma* perusahaan dihitung sebagai berikut:

$$\frac{43.633 - 43.000}{43.000 - 42.716} = \frac{3,21 - x}{x - 3,22}$$

$$\frac{633}{284} = \frac{3,21 - x}{x - 3,22}$$

$$633(x - 3,22) = 284(3,22 - x)$$

$$633x - 2038,26 = 914,48 - 284x$$

$$633x + 284x = 2038,26 + 914,48$$

$$917x = 2.952,74$$

$$X = 3,22$$

Dari hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk proses produksi *part Back Panel* pada saat ini berada pada level 3,22 yang artinya belum cukup baik.

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Tahap *Analyze*

Tahap analisis merupakan fase mencari dan menentukan akar permasalahan. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data yang telah diperoleh. Analisis data ini perlu dilakukan untuk mengetahui sumber-sumber dan akar penyebab terjadinya penyimpangan terhadap spesifikasi produk yang ada, dimana penyimpangan spesifikasi produk yang terjadi akan berdampak terhadap kualitas produk *Cabin TD* yang sudah diproduksi dan kemudian dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya cacat dominan pada produk *Cabin TD* berdasarkan Diagram Pareto, kemudian dianalisis menggunakan Diagram *Fishbone*.

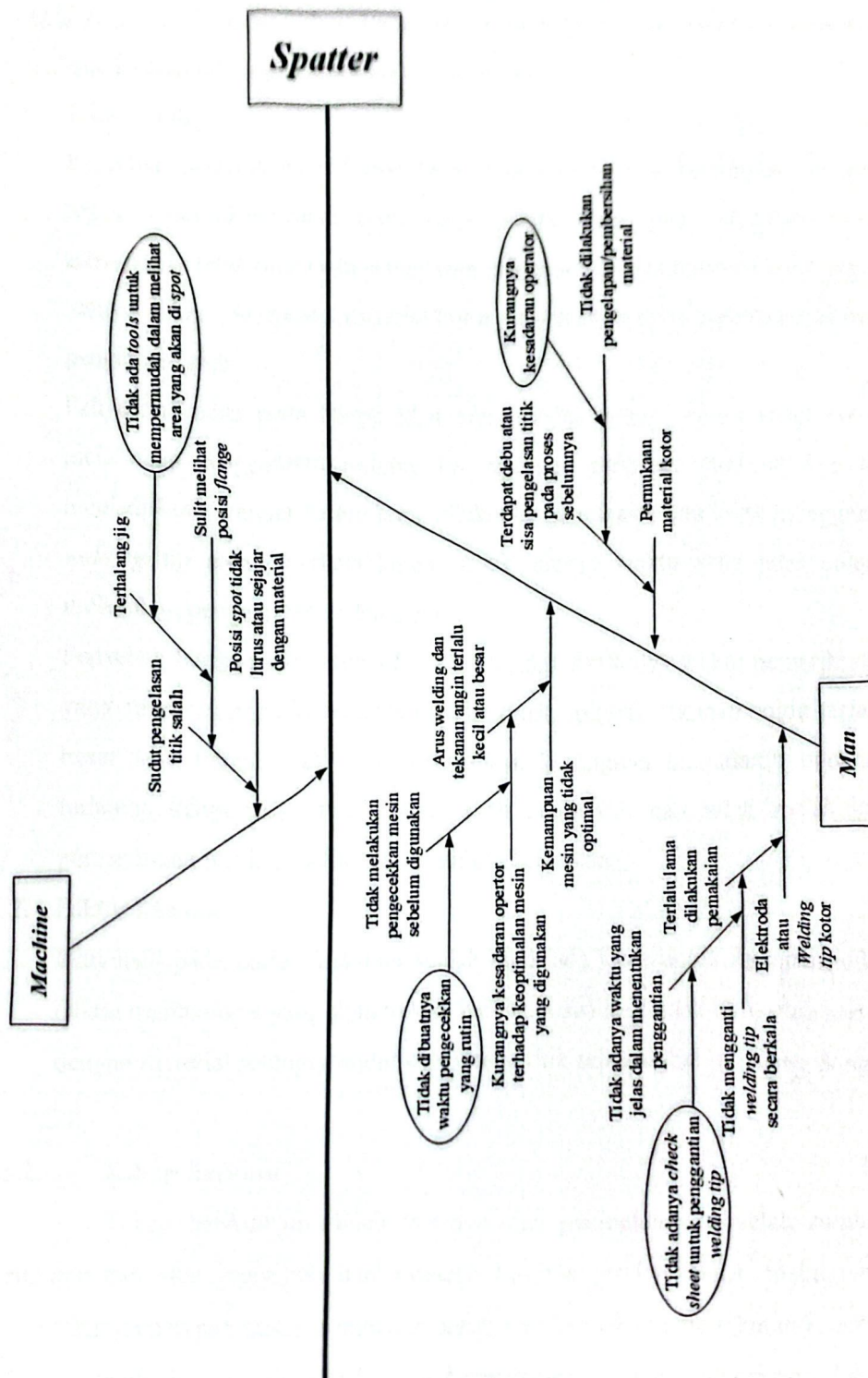
##### 5.1.1. Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan Diagram Pareto pada Gambar 4.14. menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis cacat pada *part Back Panel* yaitu terdapat cacat *dent*, *hole* dan *spatter* sehingga perlu dilakukan perbaikan agar sesuai dengan persyaratan pelanggan. Diketahui bahwa jenis cacat *spatter* sebesar 55,1%, *dent* 23% dan *hole* 21,9%. Dari data tersebut diketahui bahwa persentase jenis cacat yang mendominasi adalah jenis cacat *spatter* dengan demikian CTQ sangat berpengaruh terhadap kualitas *Back Panel*.

##### 5.1.2. Analisis Diagram *Fishbone*

Diagram ini berguna untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor dalam menentukan karakteristik kualitas produk berdasarkan kategori rasional. Disamping itu juga berguna untuk mencari penyebab yang sesungguhnya terjadi dari suatu masalah. Pembuatan Diagram *Fishbone* ini didasarkan pada hasil *brainstroming* dengan *supervisor*, *leader* serta *foreman* pada proses *Welding*. Dalam pembuatan Diagram *Fishbone* ini, jenis cacat yang akan dianalisis adalah jenis cacat yang paling dominan yaitu jenis cacat *spatter* dengan persentase cacat sebesar 55,1%. Maka dari itu, untuk mencari faktor penyebab cacat *spatter* ada dua

faktor yang perlu diperhatikan yaitu, Manusia (*Man*) dan Mesin (*Machine*).  
 Diagram *Fishbone* penyebab cacat *spatter* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1. Diagram *Fishbone* Cacat *Spatter*  
 (Sumber: Pengolahan Data)

Gambar 5.1. menunjukkan sebab-akibat yang merupakan faktor dari sumber penyebab terjadinya cacat *spatter* yang terjadi pada *Back Panel* pada proses *Main Body 1* di PT Krama Yudha Ratu Motor. Pada gambar tersebut terlihat bahwa terdapat 2 (dua) faktor penyebab cacat *spatter*, yaitu:

1. Faktor *Man*

Penyebab pertama pada faktor *Man* adalah kurangnya kesadaran operator untuk melakukan pengelapan atau pembersihan pada material yang sebelumnya telah dilakukan pengelasan titik sehingga jika material kotor dapat menyebabkan permukaan material kotor dan terdapat debu atau sisa-sisa dari pengelasan titik.

Penyebab kedua pada faktor *Man* adalah tidak adanya *check sheet* untuk melakukan penggantian *welding tip* sehingga elektroda atau *welding tip* menjadi kotor karena terlalu lama dilakukan pemakaian dan tidak mengganti *welding tip* secara berkala karena tidak adanya waktu yang jelas dalam melakukan penggantian *welding tip*.

Penyebab ketiga pada faktor *Man* adalah tidak dibuatnya waktu pemeriksaan yang rutin sehingga kemampuan mesin tidak optimal, tekanan angin terlalu besar atau terlalu kecil yang disebabkan kurangnya keasadaran operator terhadap keoptimalan mesin yang akan digunakan dan tidak melakukan pemeriksaan mesin sebelum dan sesudah digunakan.

2. Faktor *Machine*

Penyebab pada faktor *Machine* adalah tidak ada *tools* untuk mempermudah dalam melihat area yang akan di *spot* karena posisi *spot* tidak lurus atau sejajar dengan material sehingga sudut pengelasan titik salah akibat terhalang dengan *jig*.

5.2. Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah *improve* atau peningkatan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas. *Improvement* ini didasarkan pada hasil *brainstroming* dengan *supervisor*, *leader* serta *foreman* pada proses *Welding*. Ada dua tahapan untuk melakukan tahap

*Improve* yaitu menggunakan analisis 5W + 1H untuk rencana perbaikan dan implementasi yang dilakukan.

### 5.2.1. Tahap Rencana Perbaikan

Pada tahap rencana perbaikan menggunakan analisis metode 5W+1H untuk melakukan investigasi dan penelitian terhadap masalah yang terjadi dalam proses produksi. Tahap rencana perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1. Analisis 5W + 1 H Rencana Perbaikan Kualitas Pada Cacat *Spatter*

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
	Masalah yang terjadi	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung jawab
<i>Man</i>	Kurangnya kesadaran operator untuk membersihkan material terlebih dahulu	Agar material sebelumnya yang telah dilakukan proses pengelasan titik tidak ada sisa geram atau <i>scrap</i>	Bagian <i>Main Body 1</i>	Memberikan peraturan atau pelatihan terhadap operator bahwa material yang telah dilakukan pengelasan titik sebaiknya dilakukan pembersihan terlebih dahulu sebelum masuk ke proses selanjutnya jika tidak melakukan sesuai aturan maka akan diberi <i>punishment</i>	Minggu ke-1 Bulan Maret	<i>Supervisor Welding</i>
	Tidak adanya <i>check sheet</i> untuk penggantian <i>welding tip</i>	Agar penggantian <i>welding tip</i> lebih terjadwal	Bagian <i>Main Body 1</i>	Membuat <i>check sheet welding tip</i> agar waktu pemeriksaan lebih terjadwal	Minggu ke-1 Bulan Maret	<i>Supervisor Welding</i>
	Tidak dibuatnya waktu pemeriksaan yang rutin	Agar kemampuan mesin menjadi optimal saat akan digunakan	Bagian <i>Main Body 1</i>	Membuat <i>check sheet welding machine</i> agar waktu pemeriksaan lebih terjadwal	Minggu ke-1 Bulan Maret	<i>Supervisor Welding</i>
<i>Machine</i>	Tidak ada <i>tools</i> untuk mempermudah dalam melihat area yang akan di <i>spot</i>	Agar mempermudah operator dalam melihat area yang akan di <i>spot</i> dan dapat mengurangi resiko cacat <i>spatter</i>	Bagian <i>Main Body 1</i>	Membuat <i>tools spot guidance</i> yang digunakan untuk mempermudah operator dalam melakukan atau melihat area yang akan dilakukan pengelasan titik	Minggu ke-1 Bulan Maret	<i>Supervisor Welding</i>

(Sumber: Pengolahan Data)

### 5.2.2. Tahap Implementasi

Pada tahap ini melakukan perbaikan dengan melihat analisis 5W+1H yang dijadikan saran atau solusi dalam memperbaiki atau mengurangi cacat *spatter* pada *Back Panel*. Pada tahap ini didasarkan pada hasil *brainstroming* dengan *supervisor*, *leader* serta *foreman* pada proses *Welding*. Implementasi yang dilakukan terhadap akar masalah, yaitu sebagai berikut:

1. *Faktor Man*

Tindakan perbaikan pertama yang dilakukan pada faktor *Man* adalah memberikan peraturan atau pelatihan terhadap operator tentang pentingnya kualitas dan memberikan pengertian bahwa material yang telah dilakukan pengelasan titik sebaiknya dilakukan pembersihan terlebih dahulu sebelum masuk ke proses selanjutnya agar tidak ada sisa geram atau *scrap* pada material dan jika tidak melakukan sesuai aturan maka akan diberi *punishment*.

Tindakan perbaikan kedua yang dilakukan pada faktor *Man* adalah membuat *daily check sheet welding tip dressing* yang berguna untuk pemeriksaan keadaan atau kondisi *welding tip* yang telah digunakan agar lebih terjadwal dan terkontrol untuk menghindari ukuran *nugget* yang tidak sesuai dan juga dapat mengurangi risiko cacat *spatter*. Usulan *daily check sheet welding tip* dapat dilihat pada Gambar 5.2.

**WELDING TIP DRESSING CHECK SHEET**

Nama : \_\_\_\_\_ Bulan : \_\_\_\_\_  
 Station : \_\_\_\_\_ Standard Ø TIP : 6 - 8mm  
 No. PSW / GUN : \_\_\_\_\_ No. PSW / GUN : \_\_\_\_\_

TGL	PEMERIKSAAN					PARAF		TGL	PEMERIKSAAN					PARAF	
	1	2	3	4	5	OP	AF/FOR		1	2	3	4	5	OP	AF/FOR
1								1							
2								2							
3								3							
4								4							
5								5							
6								6							
7								7							
8								8							
9								9							
10								10							
11								11							
12								12							
13								13							
14								14							
15								15							
16								16							
17								17							
18								18							
19								19							
20								20							
21								21							
22								22							
23								23							
24								24							
25								25							
26								26							
27								27							
28								28							
29								29							
30								30							
31								31							

**KETERANGAN :**  
 ① Pukul 10.10 WIB  
 ② Pukul 12.30 WIB  
 ③ Pukul 14.10 WIB  
 ④ Pukul 16.15 WIB  
 ⑤ Pukul 18.25 WIB (OT2), PUKUL 19.50 WIB (OT3)  
 ✓ : Sudah di kikir / dicheck  
 ○ : Ganti Welding TIP

Gambar 5. 2. *Daily Check Sheet Welding Tip Dressing*  
 (Sumber: Pengolahan Data)

Tindakan perbaikan ketiga yang dilakukan pada faktor *Man* adalah membuat *daily check welding machine* atau *daily check point* yang berguna untuk pemeriksaan terhadap kondisi mesin agar selalu optimal yaitu, arus dan tekanan angin yang dikeluarkan tidak terlalu besar sehingga dalam melakukan pengelasan titik pada *part*, mesin menghasilkan hasil yang optimal dan dapat mengurangi risiko cacat *spatter*. Usulan *daily check sheet point* atau *daily check sheet machine* dapat dilihat pada Gambar 5.3.

### WELDING DAILY CHECK POINT

Nama :  
 Station :  
 Bulan :  
 Tebal Plat :  
 Standard Ø Nugget :

No. PSW / GUN :  
 No. Travo :  
 No. PSW / GUN :  
 No. Travo :

TGL	PEMERIKSAAN				KETERANGAN	TGL	PEMERIKSAAN				KETERANGAN	PARAF OPERATOR	PARAF AF / FOR
	1	2	3	4			1	2	3	4			
1						1							
2						2							
3						3							
4						4							
5						5							
6						6							
7						7							
8						8							
9						9							
10						10							
11						11							
12						12							
13						13							
14						14							
15						15							
16						16							
17						17							
18						18							
19						19							
20						20							
21						21							
22						22							
23						23							
24						24							
25						25							
26						26							
27						27							
28						28							
29						29							
30						30							
31						31							

Apabila pemeriksaan kurang baik laporkan kepada Ass. Foreman / Foreman

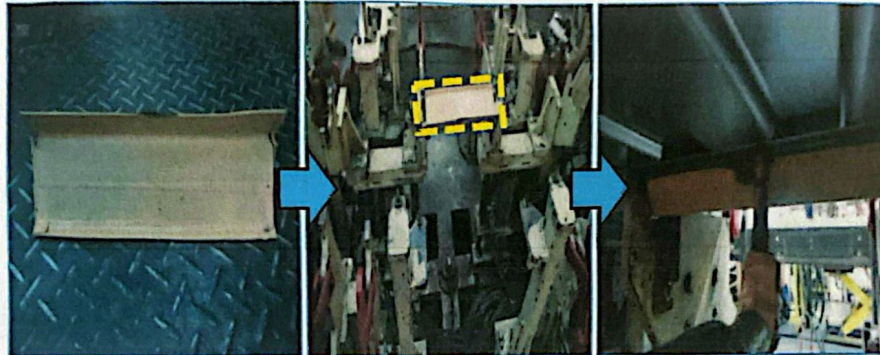
- Ket ① Pukul 07.20 WIB [ Test Piece ]      ✓ : Hasil Pemeriksaan Sesuai Standard [ OK ]  
 ② Pukul 10.00 WIB [ Driver Check ]      X : Hasil Pemeriksaan Tidak Standard [ NG ]  
 ③ Pukul 12.25 WIB [ Test Piece ]      ⊗ : Hasil Pemeriksaan "NG", Diperbaiki (QA & MTC) & Hasilnya "OK"  
 ④ Pukul 14.00 WIB [ Driver Check ]

**Gambar 5. 3. Daily Check Sheet Welding Point**  
 (Sumber: Pengolahan Data)

#### 2. Faktor *Machine*

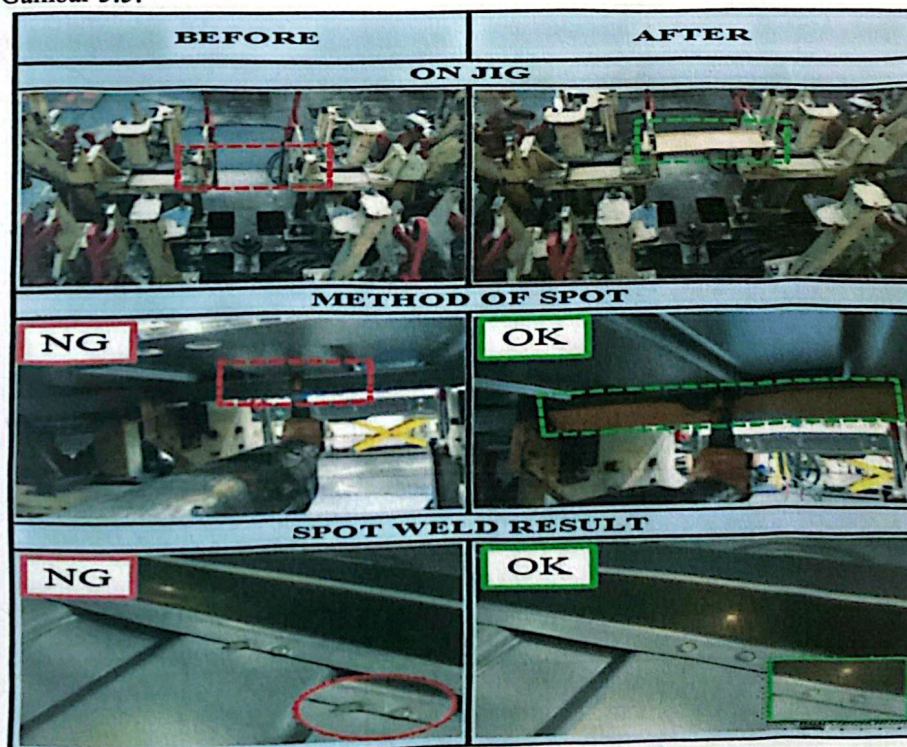
Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah membuat *tools* untuk mempermudah operator dalam melihat *part* yang akan dilakukan pengelasan

titik agar posisi atau sudut pengelasan titik lurus dengan material dan dapat mengurangi resiko cacat *spatter*. Hasil usulan dapat dilihat pada Gambar 5.4. Membuat *tools* (*spot guidance*) pada *Jig Back Panel* untuk membantu dalam mengarahkan atau mempermudah dalam melakukan pengelasan titik. Spesifikasi dari *tools* yang dibuat, yaitu bahan atau material yang digunakan adalah *Iron plate* dengan ukuran 30 cm x 10 cm



Gambar 5. 4. Hasil Usulan *Spot Guidance*  
(Sumber: Pengolahan Data)

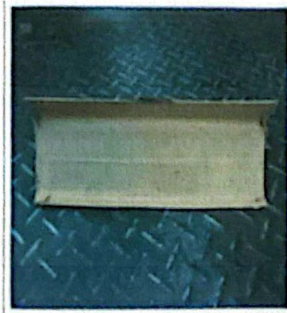
Hasil usulan sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5. 5. Hasil Usulan Sebelum dan Sesudah  
(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Gambar 5.5. terdapat hasil usulan perbaikan sebelum dan sesudah, yaitu:

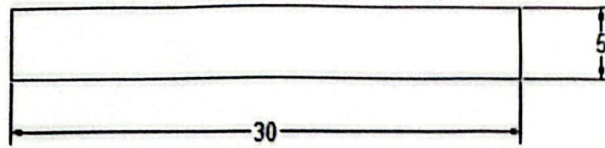
1. Pada gambar pertama terdapat perbedaan terhadap jig dikarenakan adanya penambahan *tools spot guidance* yang dipasang pada bagian tengah dari jig.
2. Pada gambar kedua terdapat perbedaan metode pengelasan titik yang sebelumnya operator kesulitan untuk melihat posisi yang akan dilakukan pengelasan titik karena terhalang oleh jig setelah dilakukan perbaikan, metode pengelasan titik menjadi lebih mudah terlihat dan titik *spot* yang dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Pada gambar ketiga terdapat perbedaan pada hasil dari pengelasan titik pada gambar sebelumnya terlihat bahwa hasil *spot* mengalami cacat *spatter* karena tidak sesuai dengan titik *spot* yang telah ditetapkan sehingga keluar dari *flange*. *Tools spot guidance* dapat dilihat pada Gambar 5.6.



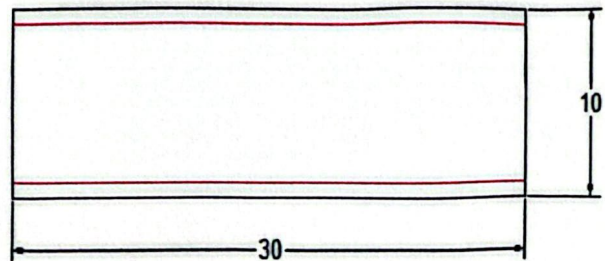
Gambar 5. 6. *Tools Spot Guidance*  
(Sumber: Pengolahan Data)

Gambar teknik dari *tools spot guidance* dapat dilihat pada Gambar 5.7. Pada gambar ini terdapat tampak depan, atas, dan kanan dari *tools spot guidance* yang di buat. Ukuran dari *tools spot guidance* ini adalah 30 cm x 10 cm.

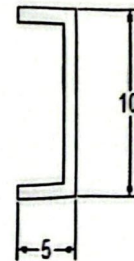
### Tampak Depan



### Tampak Atas



### Tampak Kanan



Gambar 5. 7. Gambar Teknik *Tools Spot Guidance*  
(Sumber: Pengolahan Data)

### 5.3. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini, dilakukan pengontrolan terhadap hasil perbaikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik dan terkendali secara statistik atau tidak. Karena itu perlu adanya pengontrolan terhadap kinerja proses setelah adanya upaya perbaikan. Untuk tahap *control* ini, akan dibuat peta kendali *P* setelah perbaikan dan juga untuk mengetahui apakah nilai *DPMO* menurun dan *level Sigma* meningkat atau tidak setelah dilakukan implementasi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Peta Kendali *P* Setelah Perbaikan

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian statistik. Untuk pembuatan Peta *P*, data pengukuran yang dilakukan adalah pada bulan Maret – April 2019. Data cacat harian *part Back Panel* setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2. Data Cacat Harian *Part Back Panel* Setelah Perbaikan

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat (Unit)			Jumlah Cacat (Unit)
			<i>Spatter</i>	<i>Dent</i>	<i>Hole</i>	
1	01-Mar-19	107	1	1	0	2
2	02-Mar-19	121	1	0	0	1
3	04-Mar-19	113	0	0	2	2
4	05-Mar-19	113	0	1	0	1
5	06-Mar-19	113	0	1	0	1
6	11-Mar-19	126	2	0	1	3
7	12-Mar-19	91	0	0	0	0
8	13-Mar-19	106	2	0	0	2
9	14-Mar-19	142	1	1	1	3
10	15-Mar-19	175	4	0	2	6
11	16-Mar-19	113	1	0	0	1
12	18-Mar-19	81	0	0	0	0
13	19-Mar-19	84	1	1	0	2
14	20-Mar-19	76	0	0	0	0
15	21-Mar-19	79	0	0	0	0
16	22-Mar-19	84	1	0	0	1
17	25-Mar-19	144	2	0	0	2
18	26-Mar-19	101	0	0	0	0
19	27-Mar-19	94	0	2	1	3
20	28-Mar-19	120	1	1	0	2
21	29-Mar-19	83	0	0	0	0
22	01-Apr-19	144	1	0	0	1
23	02-Apr-19	113	2	1	0	3
24	04-Apr-19	94	0	1	0	1
25	05-Apr-19	136	5	0	1	6
26	06-Apr-19	100	0	0	0	0
27	08-Apr-19	121	2	2	0	4
28	09-Apr-19	118	3	1	1	5
29	10-Apr-19	101	0	0	0	0
30	11-Apr-19	125	1	0	0	1
<b>Total</b>		<b>3.318</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>53</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan nilai Proporsi setiap data, nilai CL (*Center Line*), UCL (*Upper Control Limit*), dan LCL (*Low Control Limit*).

1. Perhitungan Data Tanggal 1 Maret

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{X} = \frac{1}{107} = 0,0187$$

Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(CL) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{53}{3.318} = 0,0160$$

b. Perhitungan Batas Kendali:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} UCL &= 0,0160 + 3 \sqrt{\frac{0,0160(1-0,0160)}{107}} \\ &= 0,0523 \end{aligned}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} LCL &= 0,0160 - 3 \sqrt{\frac{0,0160(1-0,0160)}{107}} \\ &= -0,0204 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Data Tanggal 2 Maret

a. Perhitungan Proporsi Cacat:

$$p = \frac{n}{X} = \frac{1}{121} = 0,0083$$

Perhitungan Rata-Rata dari Jumlah Cacat ( $\bar{p}$ ):

$$\bar{p}(CL) = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{53}{3.318} = 0,0160$$

b. Perhitungan Batas Kendali:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} UCL &= 0,0160 + 3 \sqrt{\frac{0,0160(1-0,0160)}{121}} \\ &= 0,0502 \end{aligned}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= 0,0160 - 3 \sqrt{\frac{0,0160(1-0,0160)}{121}} \\ &= -0,0182 \end{aligned}$$

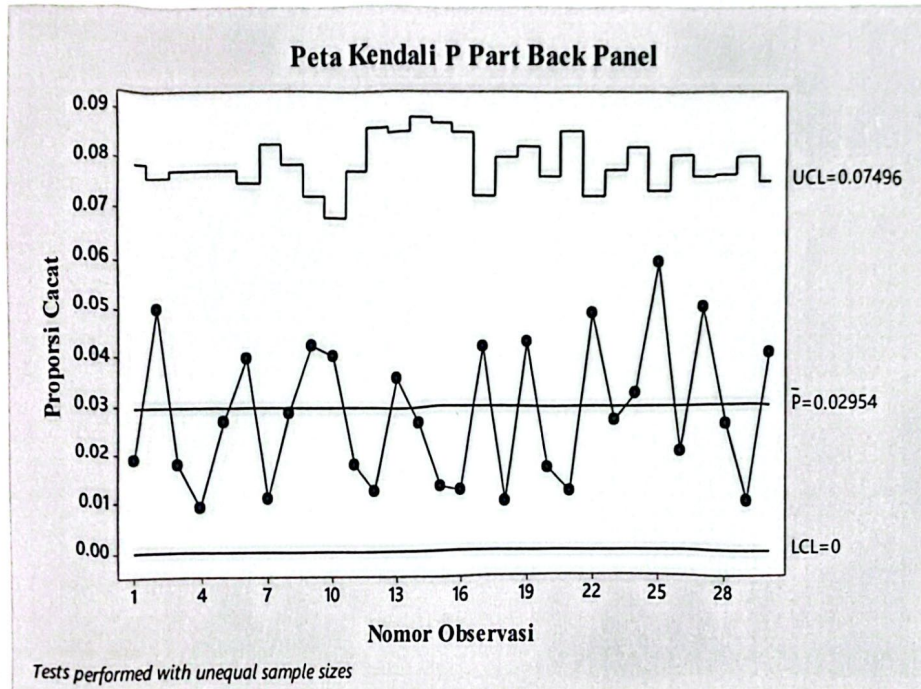
Perhitungan untuk nilai proporsi dan batas kendali setelah perbaikan dari setiap tanggal observasi dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3. Perhitungan Nilai Proporsi dan Batas Kendali Setelah Perbaikan

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	01-Mar-19	107	2	0,0187	0,0160	0,0523	-0,0204
2	02-Mar-19	121	1	0,0083	0,0160	0,0502	-0,0182
3	04-Mar-19	113	2	0,0177	0,0160	0,0514	-0,0194
4	05-Mar-19	113	1	0,0088	0,0160	0,0514	-0,0194
5	06-Mar-19	113	1	0,0088	0,0160	0,0514	-0,0194
6	11-Mar-19	126	3	0,0238	0,0160	0,0495	-0,0175
7	12-Mar-19	91	0	0,0000	0,0160	0,0555	-0,0235
8	13-Mar-19	106	2	0,0189	0,0160	0,0526	-0,0206
9	14-Mar-19	142	3	0,0211	0,0160	0,0476	-0,0156
10	15-Mar-19	175	6	0,0343	0,0160	0,0445	-0,0125
11	16-Mar-19	113	1	0,0088	0,0160	0,0514	-0,0194
12	18-Mar-19	81	0	0,0000	0,0160	0,0578	-0,0258
13	19-Mar-19	84	2	0,0238	0,0160	0,0571	-0,0251
14	20-Mar-19	76	0	0,0000	0,0160	0,0592	-0,0272
15	21-Mar-19	79	0	0,0000	0,0160	0,0584	-0,0264
16	22-Mar-19	84	1	0,0119	0,0160	0,0571	-0,0251
17	25-Mar-19	144	2	0,0139	0,0160	0,0474	-0,0154
18	26-Mar-19	101	0	0,0000	0,0160	0,0535	-0,0215
19	27-Mar-19	94	3	0,0319	0,0160	0,0548	-0,0228
20	28-Mar-19	120	2	0,0167	0,0160	0,0504	-0,0184
21	29-Mar-19	83	0	0,0000	0,0160	0,0573	-0,0253
22	01-Apr-19	144	1	0,0069	0,0160	0,0474	-0,0154
23	02-Apr-19	113	3	0,0265	0,0160	0,0514	-0,0194
24	04-Apr-19	94	1	0,0106	0,0160	0,0548	-0,0228
25	05-Apr-19	136	6	0,0441	0,0160	0,0483	-0,0163
26	06-Apr-19	100	0	0,0000	0,0160	0,0536	-0,0216
27	08-Apr-19	121	4	0,0331	0,0160	0,0502	-0,0182
28	09-Apr-19	118	5	0,0424	0,0160	0,0507	-0,0187
29	10-Apr-19	101	0	0,0000	0,0160	0,0535	-0,0215
30	11-Apr-19	125	1	0,0080	0,0160	0,0497	-0,0177
<b>Total</b>		<b>3.318</b>	<b>53</b>				

(Sumber: Pengolahan Data)

Selanjutnya adalah memetakan semua data yang telah dilakukan perhitungan ke dalam peta kendali P, lalu dilihat apakah masih terdapat data yang diluar batas kendali atau tidak dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8. Peta Kendali P *Part Back Panel* Setelah Perbaikan  
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari peta kendali pada Gambar 5.8. diketahui bahwa semua data masuk dalam batas kontrol, artinya proses yang berjalan setelah adanya implementasi dapat terkendali secara statistik.

## 2. Perhitungan Nilai DPMO dan Level *Sigma* Setelah Perbaikan

### a. Perhitungan DPMO

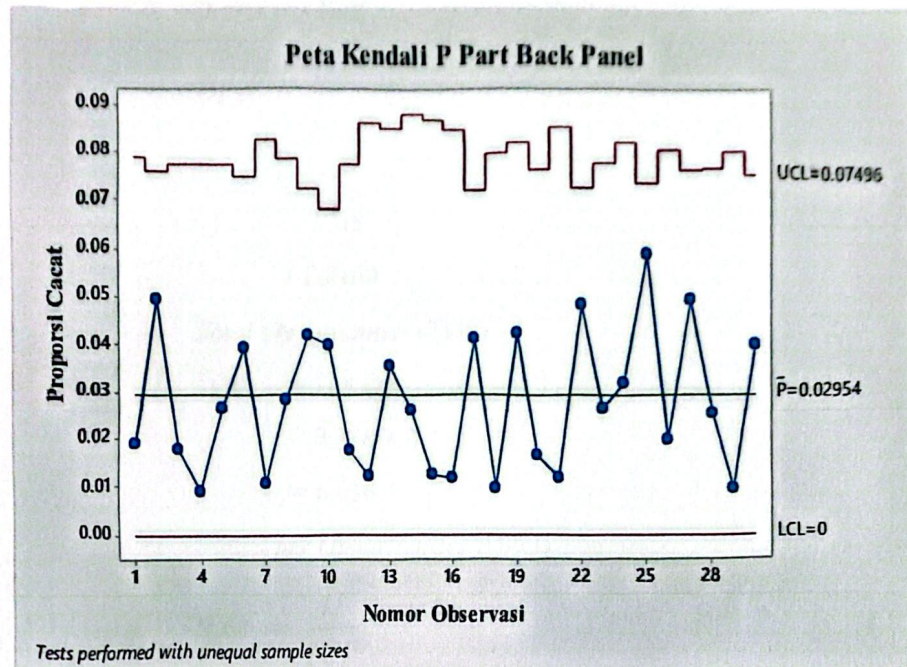
#### 1. *Unit* (U)

Jumlah produksi *part Back Panel* pada *Cabin TD* yang diperiksa di bulan Maret – April 2019 sebanyak 3.318 unit.

#### 2. *Opportunities* (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 2 (dua) *Critical to Quality* yaitu permukaan *part* hasil proses *Welding* halus dan tidak terdapat sisa-sisa geram pada permukaan *part*.

Selanjutnya adalah memetakan semua data yang telah dilakukan perhitungan ke dalam peta kendali P, lalu dilihat apakah masih terdapat data yang diluar batas kendali atau tidak dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8. Peta Kendali P *Part Back Panel* Setelah Perbaikan  
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari peta kendali pada Gambar 5.8. diketahui bahwa semua data masuk dalam batas kontrol, artinya proses yang berjalan setelah adanya implementasi dapat terkendali secara statistik.

## 2. Perhitungan Nilai DPMO dan Level *Sigma* Setelah Perbaikan

### a. Perhitungan DPMO

#### 1. Unit (U)

Jumlah produksi *part Back Panel* pada *Cabin TD* yang diperiksa di bulan Maret – April 2019 sebanyak 3.318 unit.

#### 2. Opportunities (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 2 (dua) *Critical to Quality* yaitu permukaan *part* hasil proses *Welding* halus dan tidak terdapat sisa-sisa geram pada permukaan *part*.

3. *Defect (D)*

Jumlah cacat produk *part Back Panel* pada *Cabin TD* di bulan Maret – April 2019 adalah sebanyak 53 unit.

4. *Defect per Unit*

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{53}{3.318} \\ &= 0,0160 \end{aligned}$$

5. *Total Opportunities (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 3.318 \times 2 \\ &= 6.636 \end{aligned}$$

6. *Defect per Opportunities (DPO)*

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{D}{TOP} \\ DPO &= \frac{53}{6.636} \\ &= 0,0080 \text{ Unit} \end{aligned}$$

7. *Defect per Million opportunities (DPMO)*

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 10^6 \\ &= 0,0080 \times 1.000.000 \\ &= 7.986 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) produksi *part Back Panel* pada *Cabin TD* di bagian *Main Body 1* setelah melakukan perbaikan pada bulan Maret – April 2019 sebanyak 7.986 Unit.

b. *Nilai Sigma*

Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel Level *Sigma* yang ada di lampiran. Dari perhitungan sebelumnya, telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk

proses produksi *part Back Panel* pada *Cabin TD* sebesar 7.986 unit. Pada tabel Level *Sigma*, nilai DPMO 7.986 unit berada pada Level *Sigma* 3,90 – 3,91 maka untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,90 = 8.198 dan 3,91 = 7.976, maka Level *Sigma* perusahaan dihitung sebagai berikut:

$$\frac{8.198-7.986}{7.986-7.976} = \frac{3,91-x}{x-3,90}$$

$$\frac{212}{10} = \frac{3,91-x}{x-3,90}$$

$$212(x-3,90) = 10(3,91-x)$$

$$212x - 826,8 = 3,91 - 10x$$

$$212x + 10x = 826,8 + 39,1$$

$$222x = 865,9$$

$$x = \frac{865,9}{222}$$

$$x = 3,90$$

Dari hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk proses produksi *part Back Panel* pada *Cabin TD* pada saat ini berada pada level 3,90 yang artinya terdapat peningkatan kualitas dibandingkan dengan bulan Januari – Februari 2019.

#### 5.4. Perbandingan DPMO dan Level Sigma

Perbandingan DPMO dan level sigma dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara nilai DPMO setelah perbaikan dengan nilai DPMO sebelum perbaikan, apakah mengalami penurunan dari nilai DPMO nya, sedangkan level *sigma* mengalami kenaikan setelah upaya perbaikan yang diimplementasikan terhadap proses *Main Body* 1. Perbandingan DPMO dan Level *Sigma* Sebelum dan Setelah Perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4. Perbandingan Nilai DPMO dan Level *Sigma*

No.	Perbandingan	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		
1.	DPMO	43.000 Unit	7.986	35.014	Turun
2.	Level Sigma	3,22	3,90	0,68	Naik

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Tabel 5.4. diketahui bahwa nilai DPMO setelah perbaikan mengalami penurunan sebesar 35.014 unit cacat per satu juta kemungkinan sedangkan untuk level *sigma* setelah perbaikan mengalami kenaikan *sigma* sebesar 0,68 maka dapat diartikan bahwa terjadi kenaikan yang cukup signifikan dan sangat mempengaruhi jumlah cacat serta meningkatkan produktivitas yang ada pada proses *Main Body* 1.

#### 5.5. Perbandingan Persen Cacat *Part Back Panel*

Jumlah cacat yang ada pada *part Back Panel* sebelum dilakukannya perbaikan adalah 265 unit dan jumlah produksi sebesar 3.083 unit maka persentase cacat sebesar 8,6%. Setelah dilakukan perbaikan persentase cacat turun menjadi 1,6% dengan jumlah cacat pada *part Back Panel* sebesar 53 unit dan jumlah produksi sebesar 3.318 unit.

Tabel 5. 4. Perbandingan Nilai DPMO dan Level *Sigma*

No.	Perbandingan	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		
1.	DPMO	43.000 Unit	7.986	35.014	Turun
2.	Level Sigma	3,22	3,90	0,68	Naik

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Tabel 5.4. diketahui bahwa nilai DPMO setelah perbaikan mengalami penurunan sebesar 35.014 unit cacat per satu juta kemungkinan sedangkan untuk level *sigma* setelah perbaikan mengalami kenaikan *sigma* sebesar 0,68 maka dapat diartikan bahwa terjadi kenaikan yang cukup signifikan dan sangat mempengaruhi jumlah cacat serta meningkatkan produktivitas yang ada pada proses *Main Body 1*.

#### 5.5. Perbandingan Persen Cacat *Part Back Panel*

Jumlah cacat yang ada pada *part Back Panel* sebelum dilakukannya perbaikan adalah 265 unit dan jumlah produksi sebesar 3.083 unit maka persentase cacat sebesar 8,6%. Setelah dilakukan perbaikan persentase cacat turun menjadi 1,6% dengan jumlah cacat pada *part Back Panel* sebesar 53 unit dan jumlah produksi sebesar 3.318 unit.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, diolah dan dianalisis pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Faktor penyebab cacat *spatter* pada *part Back Panel* adalah:  
Faktor pertama adalah faktor *Man*, yaitu kurangnya kesadaran operator untuk membersihkan material terlebih dahulu, tidak adanya *check sheet* untuk penggantian *welding tip* dan tidak dibuatnya waktu pemeriksaan yang rutin.  
Faktor kedua adalah *Machine* yaitu tidak ada *tools* untuk mempermudah dalam melihat area yang akan di *spot*.
2. Didapat hasil perhitungan nilai *sigma* untuk proses *Main Body 1 part Back Panel* adalah 3,22 dengan DPMO sebesar 43.000 Unit dari kemungkinan satu juta cacat.
3. Tindakan perbaikan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas proses *Main Body 1* adalah dengan memberikan peraturan atau pelatihan terhadap operator, membuat *daily check sheet welding tip* dan *daily check sheet welding machine* dan membuat *tools* yang digunakan nantinya untuk mempermudah dalam melakukan pengelasan titik pada *part* agar sudut atau titik pengelasan titik menjadi presisi.
4. Hasil perhitungan DPMO dan *level sigma* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan yaitu adanya penurunan nilai DPMO sebesar 35.014 Unit dan adanya kenaikan pada *level sigma* yaitu sebesar 0,68 setelah dilakukannya perbaikan.

#### 6.2. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dari bab sebelumnya dapat dibuat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, yaitu sebagai berikut:

1. Memberitahukan kepada operator saat sedang proses produksi untuk melakukan pemeriksaan terhadap *welding tip* agar dapat mengurangi resiko cacat produk.

2. PT KRM sebaiknya selalu melakukan pengawasan terhadap operator saat proses produksi berlangsung dan terus melakukan perbaikan secara berkala agar dapat menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi.
3. PT KRM sebaiknya melakukan pengecekan mesin secara berkala, agar proses produksi dapat berjalan dengan baik tanpa adanya gangguan dari mesin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea. 2003. *Manajemen Kualitas, Pendekatan Sisi Kualitatif*. Depdiknas. Jakarta.
- Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Evan.J., Lindsay, W. (2007). *The Management and Control of Quality*. 7th Edition. South-Western Collage.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2005. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2011. *Lean Six Sigma for manufacturing and service Industries*. Bogor: Penerbit Vinchirsto Publication.
- Hidayat, Asep. 2007. *Strategi Six Sigma*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Irwan dan Didi Haryono. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung: Alfabeta.
- Miranda dan Tunggal. 2002. "Six Sigma : Gambaran Umum Penerapan Proses dan Metode-Metode Yang Digunakan Untuk Perbaikan", Jakarta, Harvindo.
- Nasution, M. N. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Ghalia Indonesia. Jakarta
- Pande, Peter S. Robert P, Newman, Roland R, Cavanaugh. 2002. *The Six Sigma Way*. Terjemahan Dwi Prabantini. Yogyakarta: Andi.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya : Penerbit Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi (Studi Gerak dan Waktu)*. Surabaya: Guna Widya.

DAFTAR ISI

No.	Uraian	Halaman
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50
51	51	51
52	52	52
53	53	53
54	54	54
55	55	55
56	56	56
57	57	57
58	58	58
59	59	59
60	60	60
61	61	61
62	62	62
63	63	63
64	64	64
65	65	65
66	66	66
67	67	67
68	68	68
69	69	69
70	70	70
71	71	71
72	72	72
73	73	73
74	74	74
75	75	75
76	76	76
77	77	77
78	78	78
79	79	79
80	80	80
81	81	81
82	82	82
83	83	83
84	84	84
85	85	85
86	86	86
87	87	87
88	88	88
89	89	89
90	90	90
91	91	91
92	92	92
93	93	93
94	94	94
95	95	95
96	96	96
97	97	97
98	98	98
99	99	99
100	100	100

# LAMPIRAN

### 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	684.366	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

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspercz (2002)

## Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.839	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	16.262
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	3,33	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

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

## Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

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	29
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		

*Catatan:* Tabel konversi ini mencakup pengeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)