

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PADA PROSES PEMASANGAN *HEAD LAMP* DAN *COMBINATION LAMP* RH DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR

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

Oleh:

NAMA : ADE SEPTIANI SINURAT

NIM : 1115082



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

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS PADA PROSES PEMASANGAN *HEAD LAMP* DAN
COMBINATION LAMP RH DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ADE SEPTIANI SINURAT

NIM : 1115082

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diajukan dan

Dipertahankan Dalam Ujian Tugas akhir

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 24 Juli 2019

Dosen Pembimbing



Dianasanti Salati

NIP: 19810911 200901 2 007

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

“PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PADA PROSES PEMASANGAN *HEAD LAMP* DAN *COMBINATION LAMP* RH DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR”

DISUSUN OLEH :

NAMA : ADE SEPTIANI SINURAT

NIM : 1115082

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF (TIO)

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 05 September 2019.

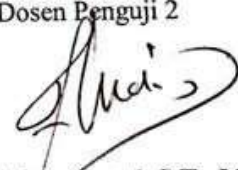
Jakarta, September 2019

Dosen Penguji 1



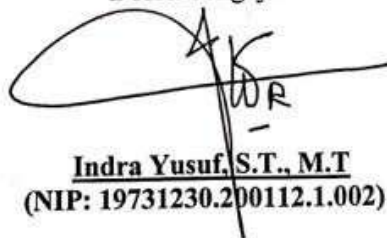
Ir. Mohammad Rachmatullah, MBA
(NIP: 19550407.198403.1.004)

Dosen Penguji 2



Wilda Sukmawati, S.T., M.T.
(NIP: 19760208.200604.2.001)

Dosen Penguji 3



Indra Yusuf, S.T., M.T
(NIP: 19731230.200112.1.002)

Dosen Penguji 4



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



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

www.stmi.ac.id

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Ade Septiani Sinurat
NIM : 1115082
Judul TA : Penerapan Metode six sigma untuk Meningkatkan Kualitas
pada Proses Pemasangan Head Lamp dan Combination
Lamp RH di PT Krama Yudha Ratu Motor
Pembimbing : Dianasanti salati
Asisten Pembimbing :

| Tanggal | BAB | Keterangan | Paraf |
|------------|------------|--|-------|
| 19-06-2019 | Bab I | Bimbingan mengenai Isi Bab I | |
| 24-06-2019 | II | Bimbingan mengenai Isi Bab II | |
| 27-06-2019 | III | Bimbingan mengenai Isi Bab III | |
| 01-07-2019 | IV | Bimbingan mengenai Isi Bab IV | |
| 10-07-2019 | V | Bimbingan mengenai Isi Bab V | |
| 17-07-2019 | VI | Bimbingan mengenai Isi Bab VI | |
| 19-07-2019 | I dan II | Bimbingan mengenai revisi Bab I dan II | |
| 22-07-2019 | III dan IV | Bimbingan mengenai revisi Bab III dan IV | |
| 23-07-2019 | V dan VI | Bimbingan mengenai revisi Bab V dan VI | |
| 24-07-2019 | 1 - VI | Finalisasi | |

Mengetahui,
KA Prodi

Muhammad Agus S. T. M. T.
NIP. 19700829 200212 1 001

Pembimbing

Dianasanti

NIP. 19810911 200301 2 007

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ADE SEPTIANI SINURAT

NIM : 1115082

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 "PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PADA PROSES PEMASANGAN *HEAD LAMP* DAN *COMBINATION LAMP* RH 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, 2 Agustus 2019



Ade Septiani Sinurat

ABSTRAK

PT Krama Yudha Ratu Motor (PT KRM) merupakan perusahaan yang bergerak memproduksi kendaraan niaga maupun kendaraan *passenger*. Salah satunya adalah kendaraan niaga Mitsubishi jenis *Colt Diesel* (TD). Kegiatan produksi utama dibagi menjadi 3 yaitu: *welding*, *painting*, dan *trimming*. Permasalahan yang muncul terdapat pada kualitas proses produksi *trimming*, lini FC 7.2 menyumbang jumlah cacat terbesar diantara lini *trimming* lainnya. Jenis cacat tertinggi adalah *gap* antara head lamp dengan combination lamp RH. Metode pendekatan yang dapat digunakan untuk menjamin sebuah kualitas adalah Metode *Six Sigma*. *Six Sigma* merupakan filosofi yang menggunakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Tahap *define* merupakan tahap untuk menentukan proses dan part yang akan diteliti, dan juga mengidentifikasi jenis cacat beserta jumlahnya menggunakan tools pengendalian kualitas, antara lain: Histogram, Diagram Pareto, Diagram Alir, dan Diagram SIPOC. Tahap *measure* adalah tahap untuk melakukan perhitungan baik penentuan CTQ, Peta Kendali X-R, kapabilitas proses, Nilai DPMO dan Level Sigma. Tahap *Analyze* adalah tahap untuk menganalisis jenis cacat yang dominan yang terjadi, pada penelitian ini cacat yang paling dominan adalah cacat *Gap* dengan persentase cacat adalah sebesar 81%. Analisis data menggunakan Diagram *Fishbone* untuk mencari akar permasalahan timbulnya cacat *gap* pada *head lamp* dengan *combination lamp RH*. Pada tahap *improve* menggunakan 5W+1H untuk mengetahui perbaikan yang akan diterapkan. Perbaikan yang dilakukan adalah melakukan *briefing* kepada operator pengganti, membuat instruksi kerja, dan mewajibkan operator menggunakan *ear plug*. Tahap terakhir adalah tahap *control*, dimana pada tahap ini adalah melakukan perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan. Nilai DPMO sebelum perbaikan adalah 457.800 unit dan Nilai DPMO sesudah perbaikan sebesar 186.400 unit. Sedangkan Level *Sigma* sebelum perbaikan adalah 1,60 dan level *sigma* setelah perbaikan adalah 2,39. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan kualitas pada lini FC 7.2 telah berhasil dengan menurunkan jumlah cacat dan menaikkan *Level Sigma*.

Kata Kunci: *Six Sigma*, DMAIC, Nilai DPMO, Level *Sigma*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat-Nya serta kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa selalu mendoakan, memberikan motivasi, semangat dan dukungan baik dari segi moril maupun materil. sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PADA PROSES PEMASANGAN *HEAD LAMP* DAN *COMBINATION LAMP* RH DI PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR”. Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat Akademik Program Diploma IV Teknik Industri Otomotif Pada Politeknik STMI Jakarta.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak DR. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak DR. Ridzky Kramanandita, S.Kom, MT selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta.
- Ibu Dianasanti Salati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi, semangat, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan bimbingan saat penyusunan laporan Tugas Akhir serta selalu menjadi inspirasi penulis dalam hal-hal positif.
- Bapak Hary Supriyanto selaku supervisor *trimming* 2 sekaligus pembimbing lapangan di PT Krama Yudha Ratu Motor yang senantiasa memberikan bantuan, arahan selama melakukan Praktik Kerja Lapangan.
- Bapak Arief selaku supervisor *trimming* 1 di PT Krama Yudha Ratu Motor dan Bapak Alid Kurniawan selaku staf dokumen di bagian *trimming* yang telah mengarahkan dan membimbing dalam kegiatan PKL.

- Huning dan Sheila yang selama ini berbagi suka maupun duka, saling memberikan doa, dukungan, semangat, membantu penulis dalam meyakini diri sendiri untuk terus berjuang.
- Rekan-rekan HITZ TIO 3 di Prodi Teknik Industri Otomotif Angkatan 2015.

Penulis menyadari bahwa laporan 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.

Jakarta, 2 Agustus 2019

Penulis

(Ade Septiani Sinurat)

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Kata Pengantar..... | i |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | v |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 6 |
| 2.1. Sistem Produksi | 6 |
| 2.2. Kualitas | 7 |
| 2.3. <i>Six Sigma</i> | 15 |
| 2.4. <i>Tools Six Sigma</i> | 29 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 32 |
| 3.1. Jenis dan Sumber Data..... | 32 |
| 3.2. Metode Pengumpulan Data..... | 33 |
| 3.3. Teknik Analisis | 34 |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | 43 |
| 4.1. Pengumpulan Data | 43 |
| 4.2. Pengolahan Data..... | 57 |

| | |
|--|-----|
| BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN | 73 |
| 5.1. Analisis Pengolahan Data | 73 |
| 5.2. Tahap <i>Analyze</i> | 73 |
| 5.3. Tahap <i>Improve</i> | 76 |
| 5.4. Tahap <i>Control</i> | 79 |
| 5.2. Perbandingan DPMO dan Level Sigma | 85 |
| BAB VI PENUTUP | 86 |
| 6.1. Kesimpulan | 86 |
| 6.2. Saran | 86 |
| Daftar Pustaka..... | 102 |
| LAMPIRAN..... | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1. Sistem Produksi..... | 7 |
| Gambar 2. 2. Diagram SIPOC dari Proses Penyelesaian Kontrak Asuransi..... | 19 |
| Gambar 2. 3. Peta Kendali \bar{x} – R Dimensi Gap Bracket Seat | 23 |
| Gambar 2. 4. Diagram Sebab-Akibat..... | 26 |
| Gambar 2. 5. Diagram Histogram..... | 30 |
| Gambar 2. 6. Contoh Diagram Pareto..... | 31 |
| Gambar 3. 1. Kerangka Pemecahan Masalah..... | 34 |
| Gambar 4. 1. Struktur Organisasi di PT KRM..... | 47 |
| Gambar 4. 2. Jenis Mobil Colt Diesel (TD) | 51 |
| Gambar 4. 3. Jenis Mobil FUSO | 52 |
| Gambar 4. 4. Jenis Mobil FUSO Fighter | 52 |
| Gambar 4. 5. Tata Letak Proses Trimming | 53 |
| Gambar 4. 6. Diagram Alir Lini Trimming 1..... | 54 |
| Gambar 4. 7. Cacat <i>Gap</i> pada Produk <i>Head Lamp</i> dan <i>Combination Lamp</i> | 55 |
| Gambar 4. 8. Grafik Jumlah Cacat pada lini trimming 1 | 59 |
| Gambar 4. 9. Grafik Jumlah Cacat Tiap Part di Lini FC 7.2 | 61 |
| Gambar 4. 10. Diagram Pareto cacat pemasangan <i>Head Lamp</i> dengan..... <i>combination lamp</i> RH..... | 62 |
| Gambar 4. 11 Diagram SIPOC <i>Head Lamp</i> Dan <i>Combination Lamp</i> RH di PT..... KRM..... | 63 |
| Gambar 4. 12. Peta Kendali \bar{x} – R dimensi <i>gap</i> pada produk <i>Head lamp</i> dengan.... <i>combination lamp</i> RH..... | 68 |
| Gambar 4. 13. Peta Kendali \bar{x} – R dimensi <i>gap</i> produk <i>Head lamp</i> dengan..... <i>combination lamp</i> RH (Revisi)..... | 70 |
| Gambar 5. 1 Diagram <i>Fishbone</i> Cacat <i>Gap</i> | 75 |
| Gambar 5. 2. Peta Kendali P untuk cacat <i>Gap</i> Setelah Perbaikan | 83 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1. Klasifikasi Kualitas Produk Berdasarkan Cp..... | 24 |
| Tabel 2. 2. Penggunaan Metode 5W-1H..... | 27 |
| Tabel 3. 1. <i>State Of TheArt</i> | 41 |
| Tabel 4. 1 Jam Kerja di PT KRM..... | 46 |
| Tabel 4. 2. Jumlah Cacat pada pemasangan Head Lamp dan Combination..... Lamp RH..... | 55 |
| Tabel 4. 3. Data Pengukuran Dimensi Gap antara produk <i>Head lamp</i> dengan..... <i>Combination lamp</i> RH..... | 56 |
| Tabel 4. 4. Data Pengukuran Dimensi Gap antara produk <i>Head lamp</i> dengan..... <i>Combination lamp</i> RH..... | 57 |
| Tabel 4. 5. Data Jumlah Cacat dan Persentase cacat di lini Trimming 1..... | 58 |
| Tabel 4. 6. Jumlah cacat pemasangan <i>part</i> yang dilakukan di lini FC 7.2..... | 59 |
| Tabel 4. 7. Persentase cacat pemasangan <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp</i> RH.. | 61 |
| Tabel 4. 8. <i>Critical To Quality</i> | 65 |
| Tabel 4. 9. Hasil Pengolahan data dimensi gap head lamp dengan combination..... lamp..... | 67 |
| Tabel 4. 10. Hasil pengukuran dimensi gap head lamp dengan combination lamp.. RH (Revisi)..... | 68 |
| Tabel 4. 11. Hasil pengukuran dimensi gap head lamp dengan combination lamp.. RH (Revisi)..... | 69 |
| Tabel 5. 1. Penyebab dari cacat Gap antara <i>Head lamp</i> dengan <i>Combination</i> <i>Lamp</i> RH..... | 75 |
| Tabel 5. 2. Analisis 5W + 1 H Rencana Perbaikan Kualitas Pada Cacat Dimensi.... Gap antara <i>Head lamp</i> dengan <i>Combination lamp</i> RH..... | 80 |
| Tabel 5. 3. Pengukuran Dimensi gap <i>Head lamp</i> dengan <i>combination lamp</i> RH.. | 80 |
| Tabel 5. 4. Rekapitulasi hasil perhitungan cacat gap <i>head lamp</i> dengan..... <i>combination lamp</i> RH..... | 81 |
| Tabel 5. 5. Tabel Perbandingan Nilai DPMO dan Level <i>Sigma</i> Sebelum..... dan Sesudah Perbaikan..... | 85 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Tabel Nilai A2, d2, D3, D4

Lampiran B: Tabel Distribusi Normal Standar Z

Lampiran C: Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Persaingan industri di era globalisasi saat ini sangat pesat. Persaingan ini timbul sebagai salah satu dampak kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Persaingan industri di bidang otomotif juga mengalami peningkatan, baik perusahaan kecil maupun besar, swasta ataupun milik negara. Tiap perusahaan memiliki cara tersendiri agar mampu bersaing di dunia industri otomotif secara global. Persaingan industri ini menuntut sebuah perusahaan terus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan demi memenuhi tuntutan atau keinginan konsumen.

Kualitas merupakan jaminan yang diberikan perusahaan kepada konsumen karena kualitas suatu produk merupakan kriteria dalam mempertimbangkan kehandalan dan ketahanan produk. Hal-hal kecil yang adalah bagian dari suatu produk yang dihasilkan tidak boleh terlepas dari kondisi yang baik, karena kualitas bersifat menyeluruh dan total. Strategi yang dapat menjamin kualitas sebuah perusahaan adalah kestabilan proses, dikarenakan kestabilan proses dapat dikendalikan untuk mencapai jumlah produk yang cacat atau rusak dengan angka yang minimal. Untuk mencapai produk yang berkualitas, perusahaan harus selalu melakukan *controlling* dan peningkatan terhadap kualitas produknya, sehingga akan diperoleh hasil yang terbaik dan dapat memberikan kepuasan kepada konsumen.

PT Krama Yudha Ratu Motor (PT KRM) merupakan salah satu *group* perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif yang berlokasi di Jakarta Timur. Pada industri ini menghasilkan beberapa produk otomotif yang meliputi Colt Diesel (TD), Maru-P (FUSO), dan Fighter (TA). PT KRM memiliki tiga proses produksi yaitu *Welding*, *Painting*, dan *Trimming*. Selain ketiga proses tersebut, PT KRM memiliki bagian *Quality Control* yang terbagi atas dua bagian yaitu *Quality Inspection* dan *Quality Assurance* dimana bagian ini berfungsi untuk mengendalikan kualitas produk yang dihasilkan di PT KRM. Pada pelaksanaan

proses produksi, PT KRM selalu berusaha dalam menghasilkan produk otomotif yang berkualitas. Namun pada kenyatannya, di awal tahun 2019 terdapat banyak cacat yang ditemukan pada tiap ketiga bagian proses produksi. Proses produksi yang banyak mengalami masalah produk yang cacat adalah bagian *trimming*. Pada lini *trimming* 1 yang memproduksi produk Colt Diesel terdapat banyak cacat yang timbul, salah satunya adalah terdapat *Gap* antara *Head lamp* dan *Combination lamp Right Hand* (RH). Jenis cacat ini perlu dilakukan pengendalian kualitas, karena jika jarak antara *head lamp* dan *combination lamp* RH tidak sesuai spesifikasi maka dapat menyebabkan lampu tidak berfungsi yang mengakibatkan tidak adanya penerangan yang dapat membahayakan pengemudi saat berada di jalan.

Berdasarkan *report problem*, produk Colt Diesel memiliki spesifikasi di luar standar kualitas yaitu adanya dimensi *gap* antara kedua komponen rakitan yaitu *head lamp* dan *combination lamp* RH. Toleransi cacat yang diperbolehkan di PT KRM sebesar 2% dari jumlah produksi untuk setiap *partnya*, tetapi kenyataannya pada produksi Januari hingga Februari 2019 terdapat 200 unit cacat dari 2.468 unit yang diproduksi. Hal tersebut mengartikan bahwa persentase cacat pada bulan tersebut adalah 8,1%.

Persentase cacat pada bulan Januari hingga Februari melebihi dari batas toleransi yang diberikan oleh PT KRM. Maka dari itu, salah satu usaha untuk memperkecil cacat yang terjadi adalah dengan metode *Six Sigma* melalui tahap *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC) sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi di PT KRM khususnya pada produk Colt Diesel yang mengalami cacat dimensi *gap* pada proses *trimming*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan diatas, rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Apa jenis cacat tertinggi dan penyebab terjadinya cacat tersebut pada proses *trimming* 1 produk Colt Diesel di PT KRM?
2. Bagaimana usulan perbaikan untuk memperbaiki pada jenis kendaraan Colt Diesel di Lini *trimming* 1 ?

3. Bagaimana perbandingan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan Level *Sigma* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan pada proses *trimming* 1 di PT KRM?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis cacat tertinggi dan penyebab terjadinya cacat pada produk Colt Diesel di PT KRM.
2. Menentukan tindakan perbaikan untuk memperbaiki kualitas pada jenis kendaraan Colt Diesel di PT KRM.
3. Menetapkan perbandingan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan Level *Sigma* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan pada proses *trimming*.

1.4. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya bidang pada penelitian ini, keterbatasan kemampuan penulis dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Krama Yudha Ratu Motor dimana tempat permasalahan berada dan pada produk *Colt Diesel* di proses *trimming* 1.
2. Penelitian dilakukan pada *car pool* PT Krama Yudha Ratu Motor Pulo Gadung.
3. Penelitian ini tidak membahas perihal biaya.
4. Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode *Six Sigma*.
5. Alat kualitas yang digunakan dalam membantu penerapan *Six Sigma* adalah Peta kendali , Diagram Pareto dan Diagram *Fishbone*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Perusahaan dapat mengetahui penyebab terjadinya adanya gap antara komponen *head lamp* dan *combination lamp* RH di proses *trimming*.
 - b. Perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk Colt Diesel dengan adanya jaminan kualitas yang baik dari beberapa bagian komponen Colt Diesel yaitu *head lamp* dan *combination lamp* RH.
2. Bagi Peneliti
 - a. Penulis memiliki kontribusi yang baik bagi PT KRM dalam membantu penyelesaian masalah yang ada.
 - b. Peneliti dapat memahami teori dan penerapan *Six Sigma* dan DMAIC.
3. Bagi Pihak Lain
 - a. Pembaca dapat menjadikan penelitian ini sebagai tambahan ilmu dan pengetahuan serta pertimbangan dalam mengaplikasikan metode-metode pengendalian kualitas.
 - b. Pembaca dapat mengetahui gambaran kondisi aktual pada industri otomotif.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi hal-hal yang bersifat umum berupa latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori – teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas yaitu mengenai sistem produksi, kualitas, *Six Sigma*, dan metodologi DMAIC.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah – langkah sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah yang meliputi studi pustaka, tujuan penelitian, tahap pengumpulan dan pengolahan data, serta tindakan perbaikan yang dilakukan untuk menangani masalah yang sedang terjadi.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data umum perusahaan yang meliputi sejarah perusahaan, struktur organisasi, produk yang dihasilkan, kualitas produk, dan lain-lain. Selain itu dikumpulkan juga *problem information sheet* (PIS) dari bagian yang terkait (*staff trimming* PT KRM). Pengolahan data dimulai dengan adanya inspeksi terhadap seluruh unit *Colt Diesel* di *car pool* PT Krama Yudha Ratu Motor Pulo Gadung.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisis dan pembahasan dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah disampaikan pada bab sebelumnya melalui penerapan *Six Sigma*.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan hasil analisis dari seluruh pembahasan yang telah dilakukan dan saran bagi kasus yang terjadi dan diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan secara internal maupun pemasok secara eksternal dalam meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dengan menggunakan penerapan *Six Sigma*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Produksi

Sistem adalah keterkaitan antara satu elemen dengan elemen lain yang saling berinteraksi sehingga mencapai suatu tujuan (Hutahaean, 2014). Sistem harus memiliki elemen, lingkungan, interaksi antar elemen, interaksi antara elemen dengan lingkungannya, dan yang terpenting adalah sistem harus mempunyai tujuan yang akan dicapai. Dalam suatu sistem terdapat tiga unsur utama yakni *input*, proses, dan *output*, serta adanya umpan balik (*feedback*) sebagai bagian dari masukan pada sistem agar dapat melakukan perbaikan terus-menerus (*continous improvement*). *Input* (masukan) merupakan sumber daya yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk. *Input* tidak hanya berupa material, tetapi juga sumber daya manusia dan informasi.

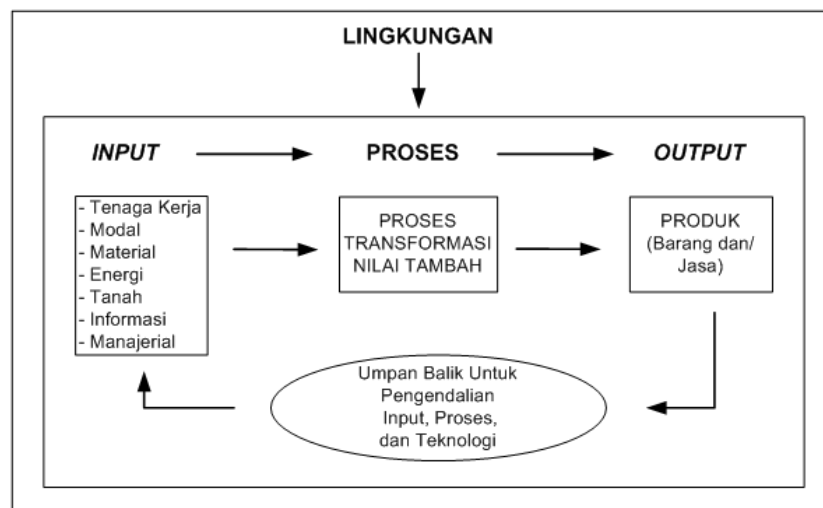
Sebagai contoh yang merupakan bagian dari *input* adalah material (bahan mentah, bahan setengah jadi), tenaga manusia, mesin atau alat, metode, dan energi. Selain itu, proses juga memegang peranan penting agar elemen-elemen yang ada pada *input* dapat diolah dengan baik. *Output* (keluaran) adalah hasil yang diperoleh setelah dilakukannya proses. *Output* dapat berupa barang jadi, barang setengah jadi, informasi, dan jasa.

Sedangkan produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, dimana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi. Produksi dan teknologi saling membutuhkan. Kebutuhan produksi untuk beroperasi dengan biaya yang lebih rendah, meningkatkan produktivitas, dan menciptakan produk baru telah menjadi kekuatan yang mendorong teknologi untuk melakukan terobosan dan penemuan baru. Produksi di dalam sebuah organisasi perusahaan merupakan inti yang paling dalam, spesifik, serta berbeda dengan bidang fungsional lain seperti: keuangan dan personalia.

Maka dari itu, sistem produksi adalah sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Di dalam sistem produksi terjadi transformasi

nilai tambah yang mengubah *input* menjadi *output* yang dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar. Berikut adalah karakteristik dari sistem produksi :

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya. Gambar skema sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Sistem Produksi
(Sumber: Gasperz,2005)

Berdasarkan Gambar 2.1. dapat disimpulkan bahwa elemen-elemen utama sistem produksi adalah *input*, *process*, dan *output*, serta adanya mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus.

2.2. Kualitas

Dalam memproduksi suatu barang dibutuhkan adanya kemampuan dalam menghasilkan kualitas/mutu yang dapat menjadi salah satu daya tarik untuk konsumen membeli barang yang diproduksi di perusahaan tersebut.

2.2.3. Pengertian Kualitas

Pengertian kualitas mengandung banyak makna dan definisi. Orang akan berlainan dan berbeda pula mengartikannya tergantung pada konteksnya. Mutu atau kualitas suatu barang pada umumnya 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 Haryono, 2015):

1. Menurut Genichi Taguchi

Kualitas sebagai kerugian yang ditimbulkan oleh suatu produk bagi masyarakat setelah produk tersebut dikirim, selain kerugian yang disebabkan fungsi intrinsik produk.

2. Menurut Philip P. Crosby

Kualitas sebagai pemenuhan persyaratan dengan meminimalkan kerusakan yang mungkin timbul atau dikenal *standard zero defect*. Pendekatan Crosby menaruh perhatian besar pada transformasi budaya kualitas. Ia mengemukakan pentingnya melihat setiap orang dalam organisasi pada proses, yaitu dengan jalan menekankan kesesuaian individual terhadap persyaratan/tuntutan. Pendekatan Crosby merupakan pendekatan *top down*.

3. Menurut W. Edwards Deming

Bahwa 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 mereka bayar.

4. Menurut Josep M. Juran

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

2.2.3. Faktor yang mempengaruhi kualitas

Kualitas dipengaruhi oleh faktor-faktor yang akan menentukan bahwa suatu barang dapat memenuhi tujuannya. Oleh karena itu, kualitas merupakan tingkatan

pemuasan suatu barang. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas (Nur,2017) :

1. Fungsi suatu barang

Suatu barang yang dihasilkan hendaknya memperhatikan fungsi untuk apa barang tersebut digunakan atau dimaksudkan, sehingga barang-barang yang dihasilkan harus dapat benar-benar memenuhi fungsi tersebut. Mutu yang hendak dicapai sesuai dengan fungsi untuk apa barang tersebut digunakan atau dibutuhkan, tercermin pada spesifikasi dari barang tersebut seperti kecepatan, tahan lamanya, kegunaannya, berat, bunyi, mudah atau tidaknya perawatan dan kepercayaannya.

2. Wujud luar

Wujud luar menjadi salah satu faktor yang penting dan sering dipergunakan oleh konsumen dalam melihat suatu barang pertama kalinya, untuk menentukan mutu suatu barang adalah wujud luar barang tersebut. Faktor wujud luar yang terdapat pada suatu barang tidak hanya terlihat dari bentuk, tetapi juga dari warna, susunan (seperti pembungkusan) dan hal-hal lainnya.

3. Biaya barang tersebut

Umumnya biaya dan harga suatu barang akan menentukan mutu barang tersebut. Mengenai biaya barang-barang ini perlu kiranya disadari bahwa tidak selamanya biaya suatu barang dapat menentukan kualitas dari barang tersebut, karena biaya yang diperkirakan tidak selamanya biaya yang sebenarnya. Jadi tidak selalu biaya atau harga barang itu lebih rendah dari nilai barang itu, tetapi terkadang terjadi bahwa biaya atau harga suatu barang lebih tinggi dari nilai yang sebenarnya.

2.2.3. Dimensi Kualitas

Ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. David Garvin mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, sebagai berikut (Irwan dan Haryono,2015) :

1. *Performance* yaitu karakteristik kerja pokok, misalnya kecepatan kapal melebihi 30 mil per jam.
2. *Timeliness* yaitu terjadi pada suatu waktu yang wajar, misalkan dalam suatu antrian, waktu untuk memperbaiki total, waktu penyediaan suku cadang dalam 48 jam.
3. *Reliability* yaitu panjang waktu sebelum perlu pergantian atau reparasi, misalkan panjangnya waktu sebelum roda F-14 (tomcat) perlu diganti atau direparasi
4. *Aesthetic* yaitu karakteristik yang berkaitan dengan keindahan yang dilihat oleh panca indera. Misalkan, kebersihan, keberhasilan, dan ketenangan.
5. *Personal Interface* yaitu hubungan antara manusia. Misalkan profesionalisme, kesopanan, dan akhlak.
6. *Perception* yaitu ukuran atau kesimpulan tindak yang langsung mengenai dimensi atau reputasi. Misalkan nilai reputasi suatu organisasi.
7. *Ease of Use* yaitu bebas dari kesukaran penggunaan. Misalkan buku pedoman atau alat tertentu.
8. *Features* yaitu ciri-ciri khusus. Misalkan power window pada sebuah mobil.
9. *Conformance to specification* yaitu derajat dimana suatu desain produk dan karakteristik kerja produk tersebut sesuai standar yang ditentukan.

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

1. *Market (Pasar)*

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

mendunia. Akhirnya bisnis harus lebih fleksibel dan mampu berubah arah dengan cepat.

2. *Money (Uang)*

Meningkatnya persaingan dalam banyak bidang bersamaan dengan fluktuasi ekonomi dunia, telah menurunkan batas (*margin*) laba. Pada waktu yang bersamaan, kebutuhan akan otomasi mendorong pengeluaran biaya yang besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Penambahan investasi pabrik, harus dibayar melalui naiknya produktivitas menimbulkan kerugian yang besar dalam berproduksi disebabkan oleh barang cacat dan pengulangan kerja yang sangat serius. Kenyataan ini memfokuskan perhatian pada manajer pada bidang biaya kualitas sebagai salah satu dari “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

3. *Management (manajemen)*

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

4. *Man (Manusia)*

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan seluruh bidang baru seperti elektronika komputer menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja dengan pengetahuan khusus. Pada waktu yang sama situasi ini menciptakan permintaan akan ahli teknik sistem yang akan

mengajak semua bidang spesialisasi untuk bersama merencanakan, menciptakan dan mengoperasikan berbagai sistem yang akan menjamin suatu hasil yang diinginkan.

5. *Motivation* (Motivasi)

Penelitian tentang motivasi manusia menunjukkan bahwa sebagai hadiah tambahan uang, para pekerja masa kini memerlukan sesuatu yang memperkuat rasa keberhasilan di dalam pekerjaan mereka dan pengakuan bahwa mereka secara pribadi memerlukan sumbangan atas tercapainya tujuan perusahaan. Hal ini membimbing ke arah kebutuhan yang tidak ada sebelumnya yaitu pendidikan kualitas dan komunikasi yang lebih baik tentang kesadaran kualitas.

6. *Material* (Bahan)

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

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

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

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

Evolusi teknologi komputer membuka kemungkinan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil kembali, memanipulasi informasi pada skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Teknologi informasi yang baru ini menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama proses produksi dan mengendalikan produk bahkan setelah produk sampai ke konsumen. Metode pemrosesan data yang baru dan konstan memberikan kemampuan untuk memanajemeni informasi yang bermanfaat, akurat, tepat

waktu dan bersifat ramalan mendasari keputusan yang membimbing masa depan bisnis.

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

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

2.2.4. Pengertian Pengendalian Kualitas

Kebutuhan akan pengendalian kualitas muncul setelah revolusi industri. Oleh karena proses produksi dikerjakan dengan mesin, maka menimbulkan dua persoalan yaitu:

1. Penggunaan mesin mulai menggantikan atau mengurangi kebutuhan dan penggunaan tenaga atau sumber daya manusia yang memiliki keahlian yang tinggi.
2. Produksi barang-barang secara besar-besaran memerlukan pertukaran, sehingga selanjutnya dibutuhkan keseragaman dari komponen-komponen untuk memudahkan merakitnya.

Agar supaya produksi dapat berjalan lancar, maka orang-orang dipekerjakan untuk menyortir pekerjaan yang tak memuaskan dan menyingkirkan ke suatu tempat. Pada saat itulah mulai dikenal pengendalian kualitas.

Pengendalian kualitas adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu (standar) dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan kata lain, pengendalian kualitas merupakan suatu usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

2.2.5. Maksud dan Tujuan Pengendalian Kualitas

Seperti telah dikatakan bahwa maksud dari pengendalian kualitas adalah agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standar dapat tercermin atau

terealisasi dalam produk/hasil akhir. Secara terperinci, dapat dikatakan tujuan dari pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

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

2.2.6. Ruang Lingkup Pengendalian Kualitas

Kegiatan pengendalian kualitas sangat luas, karena semua pengaruh terhadap mutu harus dimasukkan dan diperhatikan. Secara garis besar, pengendalian kualitas dapat dibedakan atau dikelompokkan ke dalam dua tingkatan, yaitu pengawasan selama pengolahan (proses) dan pengawasan dari hasil yang telah disesuaikan. Semua itu tergantung dari besar kecilnya suatu perusahaan dan jenis proses produksi dari perusahaan tersebut. Apabila bagian pengendalian kualitas tidak ada, maka fungsi pengendalian kualitas dilaksanakan oleh pimpinan produksi atau suatu bagian yang ada, yang ditunjuk untuk melaksanakan fungsi pengendalian kualitas disamping fungsi/tugas utamanya. Jika bagian pengendalian kualitas terdapat dalam suatu perusahaan, maka bagian ini yang membantu pimpinan produksi dengan memberikan saran/usulan yang dapat dipergunakan oleh pimpinan produksi untuk mengambil keputusan dalam kegiatan produksi.

Setiap orang atau bagian yang berhubungan dengan kegiatan produksi mempunyai tanggung jawab langsung atas pelaksanaan pekerjaan dan sesuainya barang hasil dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Oleh karena tugas dan bidang kegiatannya begitu beraneka ragam yang berhubungan dengan kualitas, maka perlu adanya koordinasi. Kegiatan pengkoordinasian yang dibutuhkan dalam pengawasan mutu sangat sulit karena menyangkut kegiatan dari berbagai bagian atau bidang, maka tanggung jawab atas pengendalian kualitas ini berada pada kepala bagian produksi atau manager produksi. Tugas dari bagian pengendalian kualitas secara terperinci adalah menyelenggarakan atau melihat kegiatan dan hasil

yang dikerjakan serta mengumpulkan dan menyalurkan kembali keterangan-keterangan yang dikumpulkan selama pekerjaan itu sesudah dianalisis. Tugas-tugas ini meliputi:

1. Pengawasan atas penerimaan dari bahan-bahan yang masuk
2. Pengawasan atas kegiatan di bermacam-macam tingkat proses dan di antara tingkat-tingkat proses jika perlu.
3. Pengawasan terakhir atas barang-barang hasil sebelum dikirimkan kepada langganan.
4. Uji coba dari pelanggan.
5. Penyelidikan atas sebab-sebab kesalahan yang timbul selama proses berlangsung.

2.3. *Six Sigma*

2.3.1 Pengertian Six Sigma

Six Sigma adalah bertujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan (Pande, dkk , 2002). *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa (Gaspersz,2005). Jadi *Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatic yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas.

Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Menurut (Soemohadiwidjojo, 2017) terdapat 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. Definisi proses

5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
6. Tingkatkan proses secara terus menerus menuju target *Six Sigma*

Menurut Gaspersz (2005) apabila konsep *Six Sigma* akan ditetapkan dalam bidang manufaktur, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

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

2.3.2. Tujuan *Six Sigma*

Tujuan *Six Sigma* adalah membantu orang dan proses guna memiliki aspirasi yang tinggi untuk mengirimkan produk dan layanan bebas cacat. Istilah *zero defect* tidak berlaku disini. *Six Sigma* menyadari bahwa selalu ada potensi terjadinya cacat, bahkan dalam proses yang berjalan dengan baik ataupun dalam produk yang dibuat dengan baik.

Fokus *Six Sigma* adalah mengedepankan pelanggan yang menggunakan data untuk mendapatkan fakta dan data untuk mendapatkan solusi-solusi yang lebih baik. Tiga bidang utama yang menjadi target *Six Sigma* yaitu:

1. Meningkatkan kepuasan pelanggan
2. Mengurangi waktu siklus
3. Mengurangi cacat (*defect*)

2.3.3. 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:

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan kesalahan dan cacat produksi
5. Pengembangan produk dan jasa
6. Meningkatnya pencegahan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas.

2.3.4. Tahap-Tahap Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma

Tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan Six sigma terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*.

A. *Define*

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci. Tanggung jawab dari definisi proses bisnis kunci berada pada manajemen. Tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti dan para pelanggan adalah (Pande, dkk, 2002):

1. Mendefinisikan proses inti mayor dari bisnis.
2. Menentukan *output* kunci dari proses inti tersebut, dan para pelanggan kunci yang mereka layani.
3. Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategis.

Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma* itu. Pada tingkat manajemen puncak, sasaran-sasaran yang ditetapkan akan menjadi tujuan strategi dari organisasi seperti: meningkatkan *return on investment* (ROI) dan pangsa pasar. Pada tingkat operasional, sasaran mungkin untuk meningkatkan *output* produksi,

produktivitas, menurunkan produk cacat, biaya operasional. Pada tingkat proyek, sasaran juga dapat serupa dengan tingkat operasional, seperti: menurunkan tingkat cacat produk, menurunkan *downtime* mesin, meningkatkan *output* dari setiap proses produksi.

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 mendefinisikan kebutuhan spesifik pelanggan dengan suara pelanggan (*Voice Of Customer* atau VOC). Berikut adalah penjelasan tentang masing-masing langkah dari *define*:

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 harus 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 (Gasperz, 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 (Gasperz, 2002):

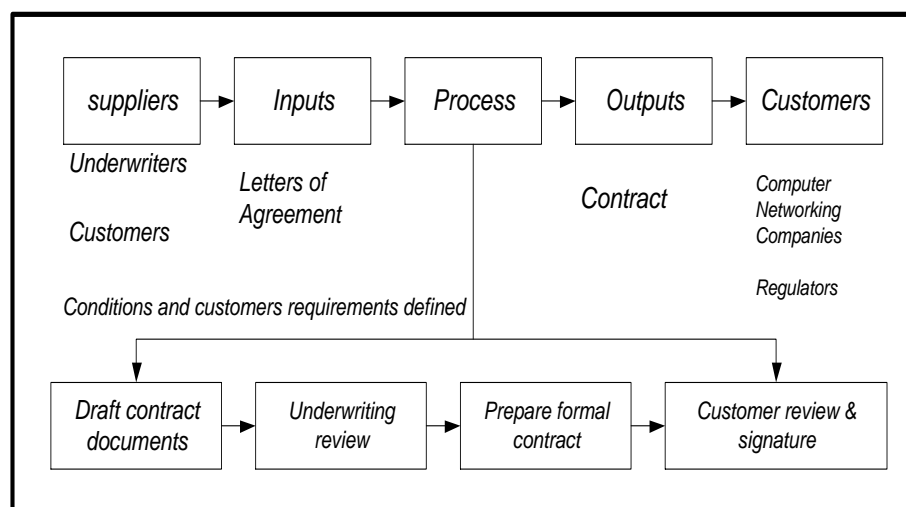
- a. Memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis.
- b. Kriteria kelayakan.
- c. Memberikan dampak positif kepada organisasi/perusahaan.

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:

- Supplier* merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses.
- Input* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses.
- Process* merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*)
- Output* merupakan produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*).
- Customer* merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima *output*. (Gaspersz, 2002)

Pada Gambar 2.2. di bawah ini adalah contoh diagram SIPOC dari proses penyelesaian kontrak asuransi, COLA.



Gambar 2. 2. Diagram SIPOC dari 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 (*Critical-to-Quality*) dalam proyek. (Gaspersz, 2002).

B. *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama yaitu:

1. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasikan masalah dan peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama.
2. Memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

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.

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 dianalisa menggunakan peta kendali, yaitu:

1) Atribut.

Atribut adalah karakteristik yang tidak dapat diukur atau jika dapat diukur pun tidak diperlukan ketepatan pengukuran karena keputusan yang akan diambil hanya berupa pernyataan diterima (baik dan memenuhi spesifikasi) atau ditolak (buruk atau cacat dan tidak memenuhi spesifikasi) (Kuswandi dan Mutiara, 2004). Pada dasarnya, peta kendali data atribut adalah data yang hanya memiliki 2 nilai atau pilihan yaitu OK dan NG (*Not Good*). Jenis-jenis peta kendali ini diantaranya adalah *p-Chart*, *np-Chart*, *c-Chart* dan *u-Chart*. Berikut adalah penjelasan tentang masing-masing peta kendali atribut:

a) Peta kendali p

Peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proses melalui perhitungan proporsi produk yang ditolak karena cacat setiap pengambilan sampel. Penolakan yang

dilakukan berdasarkan kualitas yang tidak memenuhi persyaratan atau standar yang ditetapkan perusahaan.

b) Peta kendali Np

Pembuatan dalam peta kendali-Np digunakan untuk mengukur jumlah unit yang rusak dan ditolak untuk setiap pengambilan sampel atau contoh yang jumlahnya sama atau tetap.

c) Peta kendali-c dan peta kendali-u

Tujuan dibuatnya peta kendali-c dan kendali-u adalah untuk mengetahui, menganalisis, dan mengendalikan proses atas dasar jumlah cacat, ketika parameter yang dikendalikan tidak dapat dinyatakan sebagai bagian seperti pada peta kendali-p dan kendali-np. Peta kendali-c untuk menganalisis jumlah cacat dalam setiap unit sampel yang jumlahnya sama. Sedangkan peta kendali-u untuk setiap sampel yang jumlah atau ukurannya berbeda.

2) Variabel.

Peta kendali data variabel, digunakan untuk mengendalikan proses dengan data variabel seperti panjang komponen, dimensi komponen dan data-data variabel lainnya. Jenis-jenis peta kendali ini diantaranya adalah *X bar - R Chart*, *X bar - S Chart* dan *I - MR Chart*. Adapun untuk laporan penelitian ini peta kendali yang digunakan adalah peta *X bar - R*. Langkah–langkah dalam pembuatan peta kendali *X bar - R* yaitu:

- a) Tentukan ukuran contoh/subgrup ($n = 3, 4, 5, \dots$)
- b) Kumpulkan banyaknya subgrup (k) sedikitnya 20 subgrup atau paling sedikit 100 titik data individu
- c) Hitung nilai rata-rata \bar{x} , dan *Range* (R)
- d) R (rentangan) = nilai terbesar – nilai terkecil
- e) \bar{x} (rata-rata) = $\sum x/n$; n = jumlah pengamatan

- f) Hitung nilai rata-rata dari semua R yaitu $\bar{\bar{x}}$ yang merupakan garis tengah (*central line*) dari peta kendali \bar{x}
- g) Hitung nilai rata-rata dari semua R yaitu \bar{R} yang merupakan garis tengah (*central line*) dari peta kendali $\bar{x} = \sum \bar{x}/k$,
 $\bar{R} = \sum R/k$

k = jumlah grup sampel

- h) Hitung batas-batas kendali 3 sigma dari peta kendali $\bar{x} - R$

Untuk bagan \bar{x} ; $UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$

$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

Untuk bagan R ; $UCL = D_4 \bar{R}$

$LCL = D_3 \bar{R}$

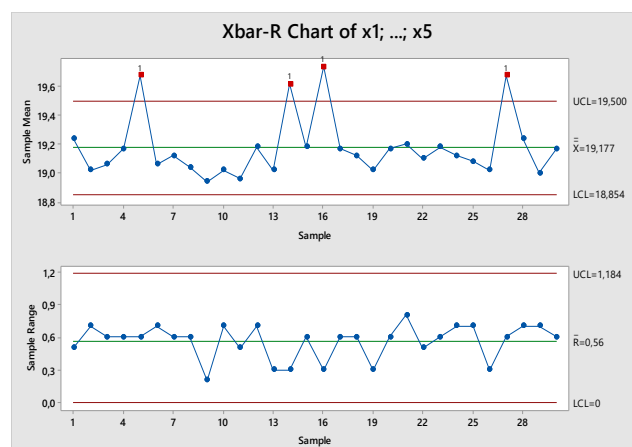
Dimana, $\bar{\bar{x}}$ = rata-rata dari rata-rata sampel

\bar{R} = rata-rata dari rentangan sampel

A_2, D_3 , dan, D_4 = konstanta

Adapun langkah–langkah Pengolahan data dengan menggunakan MINITAB 17 adalah sebagai berikut:

- ✓ Masukkan data cacat dan ukuran sampel dalam tabel
- ✓ Klik Stat->Control Chart->Variabels Charts for Subgroup
-> $\bar{x} - R$
- ✓ Klik *Multivel Variabel*
- ✓ Masukkan ukuran sampel dalam *Subgroups in*
- ✓ Klik OK, maka akan muncul grafik sebagai berikut:



Gambar 2. 3. Peta Kendali $\bar{x} - R$ Dimensi Gap Bracket Seat
 (Sumber : software minitab 17)

3. Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah proses kerja yang sedang berjalan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Langkah-langkah kapabilitas proses adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai C_p , apabila proses berada dalam batas pengendali normal dan rata-rata proses terpusat Indeks kemampuan proses (*process capability index*) adalah alat yang digunakan untuk mengukur kemampuan proses dengan membandingkan spesifikasi dan variabilitas proses. Indeks kemampuan proses C_p mengukur pada target, maka kemampuan proses dapat dihitung dengan:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Klasifikasi nilai kemampuan proses berdasarkan indeks kemampuan proses C_p adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Klasifikasi Kualitas Produk Berdasarkan C_p

| Nilai C_p | Kualitas |
|-------------|--------------------------------|
| < 1.00 | Kapabilitas proses rendah |
| 1,00 – 1,33 | Kapabilitas proses baik |
| > 1,33 | Kapabilitas proses sangat baik |

(Sumber: Gaspersz, 2002)

- b. Kemampuan Proses Kane (*Capability Process Kane/Cpk*)

Indeks performansi kane merefleksikan kedekatan nilai rata-rata dari proses sekarang terhadap salah satu batas spesifikasi atas (USL) atau batas spesifikasi bawah (LSL) rumus yang digunakan C_{pk} adalah:

$$C_{pk} = \min \{C_{pu}; C_{pl}\}$$

$$C_{PL} : \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

$$C_{PU} : \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$$

Dimana : C_{PL} adalah indeks kapabilitas bawah

C_{PU} adalah indeks kapabilitas atas

Sementara itu indeks kemampuan proses C_{pk} mengukur kecenderungan berpusat (*center tendency*) dari data yaitu seberapa

dekat proses yang berjalan dengan target yang ditentukan. Kriteria penilaian untuk indeks kemampuan proses Cpk ini yaitu:

1. Jika $Cpk = Cp$, maka proses terjadi ditengah
2. Jika $Cpk = 1$, maka proses menghasilkan produk sesuai spesifikasi
3. Jika $Cpk < 1$, maka proses menghasilkan produk tidak sesuai spesifikasi

4. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Pengukuran dasar kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang dan/atau jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan.

1) Perhitungan DPMO dan level sigma untuk data atribut

Rumus Perhitungan DPMO (Gasperz, 2002):

$$\left(\frac{\sum Output_{cacat}}{\sum Output_{diperiksa} \times CTQ_{potensial}} \right) \times 1.000.000$$

Adapun rumus level sigma untuk data atribut yang digunakan dalam program *Microsoft Excel* adalah sebagai berikut:

Nilai sigma = normsinv((1000000-DPMO)/(1000000)+1,5))

2) Perhitungan DPMO dan level sigma untuk data variabel

Menentukan nilai DPMO dan level sigma untuk data variabel:

a. Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL dengan rumus:

$$P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

b. Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus:

$$P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

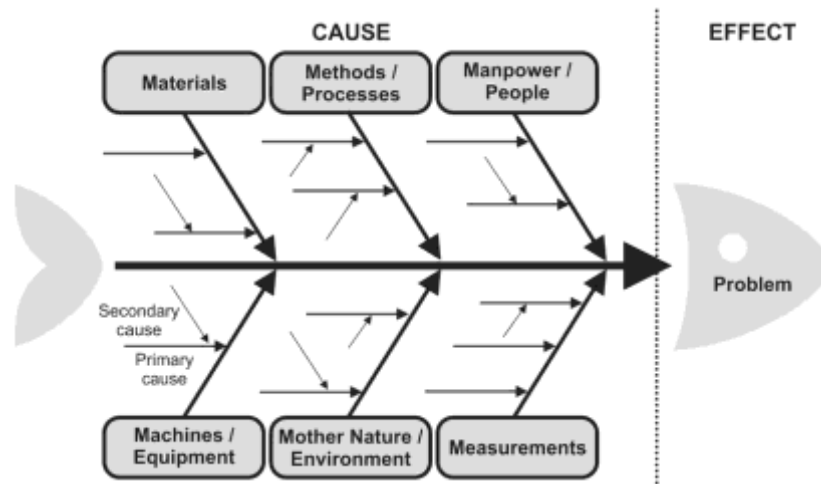
Sehingga DPMO diperoleh dengan:

((P (z>BPA) x 1.000.000)) + ((P (z<BPB) x 1.000.000)) yang kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel atau dapat juga menggunakan program *Microsoft Excel* adalah:

$$\text{Nilai sigma} = 1000000 - \text{normsdist}(-1,5 + \text{NILAISIGMA}) \times 1000000$$

C. *Analyze*

Merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahapan dalam *analyze* adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas, digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan.



Gambar 2. 4. Diagram Sebab-Akibat
(Sumber: Gasperz, 2005)

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7 M, yaitu: (Gasperz, 2005):

- Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam keterampilan dasar akibat yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, dan ketidakpedulian.
- Machine* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu rumit, dan terlalu panas.
- Method* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, dan tidak cocok.
- Material* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan,

ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu.

- e) Media, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memerhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang konduktif.
- f) *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan professional.
- g) *Money* (keuangan), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) untuk memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang akan ditetapkan.

D. *Improve*

Improve merupakan tahap keempat dalam peningkatan kualitas menggunakan metode DMAIC. 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 ini.

Tabel 2. 2. Penggunaan Metode 5W-1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

| Jenis | 5W+1H | Deskripsi | Tindakan |
|-----------------|---------------|--|---|
| Tujuan Utama | What (apa) | Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas | Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan |
| Alasan Kegunaan | Why (Mengapa) | Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan | |

Lanjutan...

Tabel 2. 3. Penggunaan Metode 5W-1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan (Lanjutan)

| Jenis | 5W+1H | Deskripsi | Tindakan |
|------------------|--------------------|---|---|
| Lokasi | Where (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) | When (Kapan) | Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian? | |
| Orang | Who (Siapa) | Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu? | |
| Metode | How (Bagaimana) | Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan adalah metode yang terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah? | Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada |

(Sumber: Gaspersz, 2002)

E. *Control*

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses. Terdapat dua alasan dalam melakukan standarisasi, yaitu:

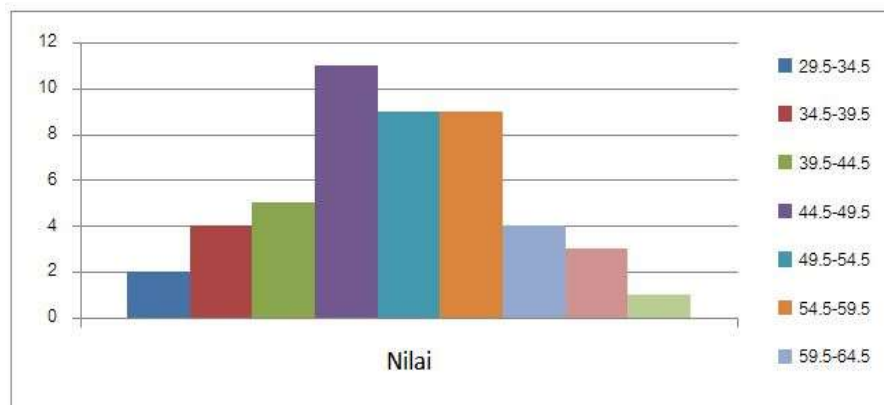
1. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan, terdapat kemungkinan bahwa setelah periode waktu tertentu, manajemen dan karyawan akan menggunakan kembali cara kerja yang lama sehingga memunculkan kembali masalah yang telah terselesaikan itu.
2. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan dan didokumentasikan, maka terdapat kemungkinan setelah periode waktu tertentu apabila terjadi pergantian manajemen dan karyawan, orang baru akan menggunakan cara kerja yang akan memunculkan kembali masalah yang sudah pernah terselesaikan oleh manajemen dan karyawan terdahulu.

2.4. *Tools Six Sigma*

Banyak *tools* yang digunakan dalam metode *Six Sigma*, antara lain diagram histogram dan diagram pareto.

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 Haryono, 2015)



Gambar 2. 5. Diagram Histogram
(Sumber: Irwan dan Haryono, 2015)

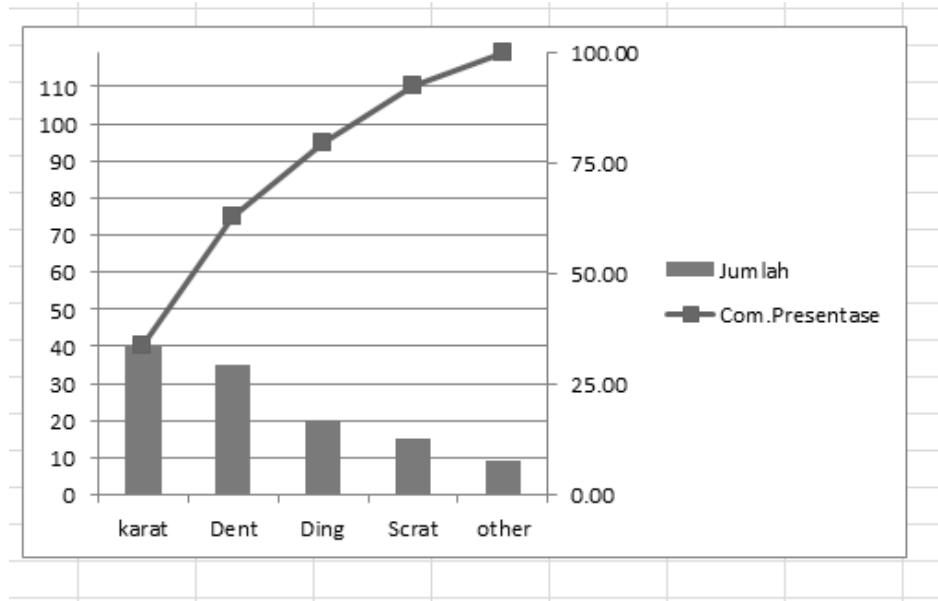
2.4.2. Diagram Pareto

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. 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

Contoh diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.3. Masalah dibuat dalam bentuk diagram menurut prioritas atau tingkat kepentinganya, dengan menggunakan formal grafik batang. Diagram Pareto digunakan untuk:

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.



Gambar 2. 6. Contoh Diagram Pareto
(Sumber: Irwan dan Haryono,2015)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggambarkan langkah-langkah atau kerangka berpikir yang akan dijalankan pada penelitian ini. Tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarannya.

Langkah-langkah metodologi penelitian ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian yaitu PT Krama Yudha Ratu Motor (PT KRM). Pada studi pendahuluan tersebut juga dibekali dengan studi literatur, yang juga diperlukan untuk setiap tahap pada penelitian ini. Selain itu, penelitian ini akan diakhiri dengan suatu rumusan kesimpulan dan saran ataupun masukan-masukan yang dapat diterapkan pada perusahaan. Untuk lebih jelasnya langkah-langkah metodologi penelitian yang akan ditempuh dalam penelitian ini dapat dilihat pada kerangka pemecahan masalah yang berada pada akhir bab ini.

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 yang diperoleh atau dikumpulkan secara langsung dari sumber datanya. Teknik yang dapat digunakan antara lain observasi, wawancara, dan diskusi. Dalam penelitian ini terdapat data yang menjadi data primer.

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 gambaran umum perusahaan, visi dan misi

perusahaan, data jumlah dan jenis cacat, data proses produksi *trimming colt diesel*, dan data pengukuran dimensi *gap head lamp to combination lamp RH*.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti di lapangan. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan sebagai berikut:

a. Wawancara (*Interview*)

Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data-data yang diperlukan kepada operator, *foreman*, *supervisor* FC 7.2 lini *trimming* 1.

b. Observasi langsung

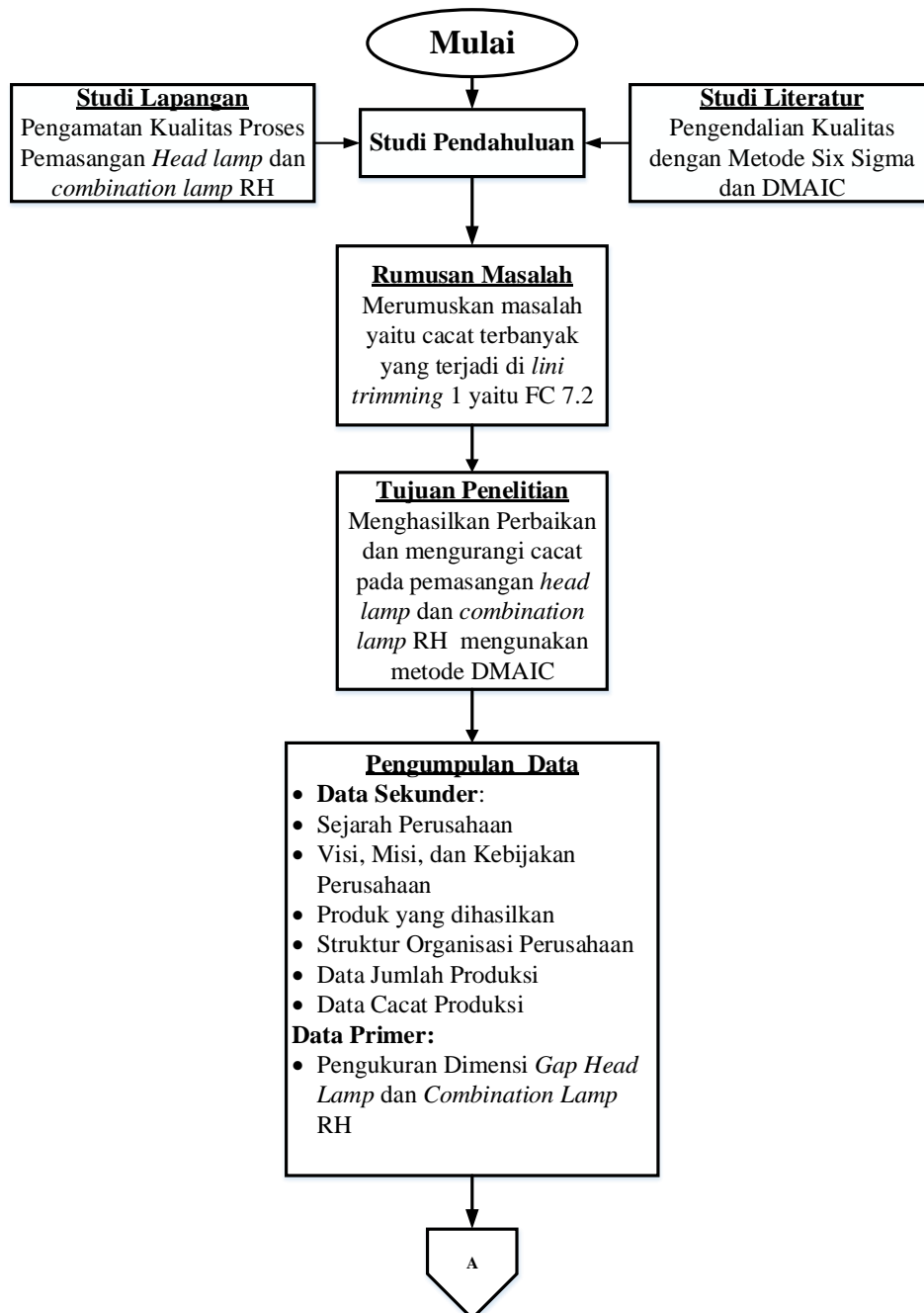
Observasi langsung dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data-data yang akurat. Dalam hal ini pengamatan proses di FC 7.2 lini *trimming* 1 khususnya dalam proses pemasangan *head lamp* dan *combination lamp* RH.

2. Studi Pustaka

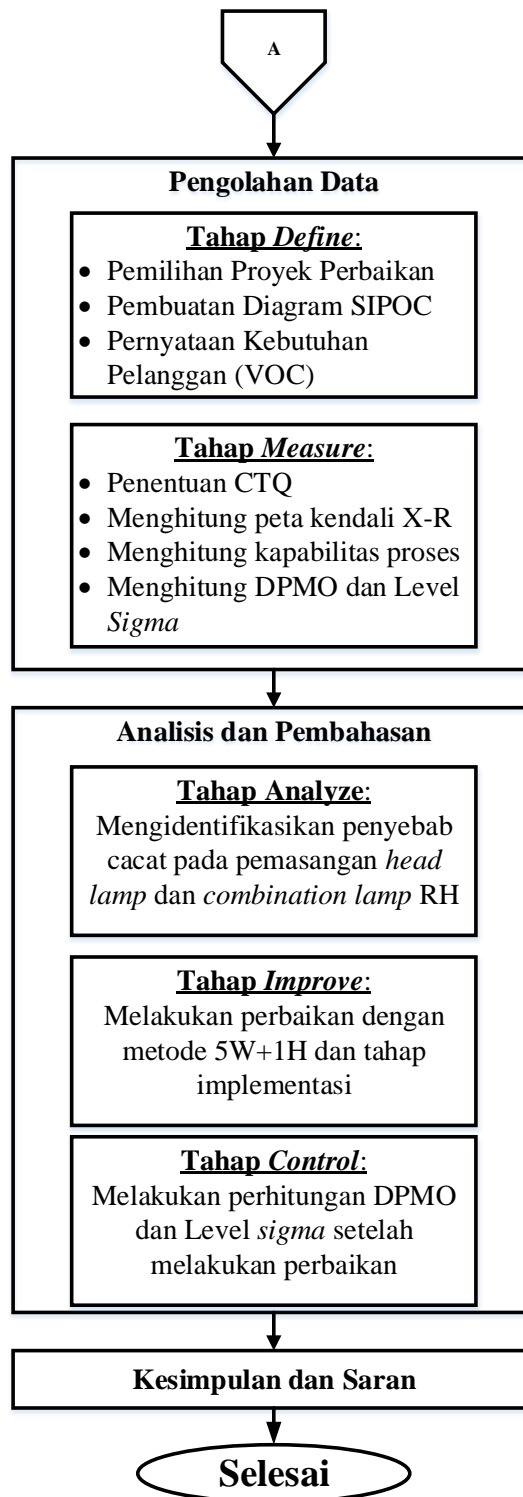
Studi pustaka dilakukan untuk menunjang penelitian dan memperoleh gambaran serta konsep-konsep yang akan digunakan dalam pengolahan data dalam memecahkan masalah. Studi pustaka dilakukan dengan membaca, mempelajari ketentuan-ketentuan yang berkaitan dengan permasalahan di dalam penelitian, yang berasal dari Buku, Jurnal dan Tugas Akhir.

3.3. Teknik Analisis

Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram kerangka pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Berikut adalah Kerangka permasalahan yang dibahas:



Gambar 3. 1.Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)

Adapun penjelasan tentang kerangka pemecahan masalah pada Gambar 3.1. adalah sebagai berikut:

3.3.1. Studi Pendahuluan

Studi Pendahuluan adalah studi yang dilakukan untuk memperoleh informasi tentang penelitian yang akan dilakukan. Studi pendahuluan terbagi menjadi dua, yaitu:

a. 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 dan bagian *quality control* mengenai keadaan dan masalah pada proses produksi *trimming colt diesel*.

b. 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 Tugas Akhir yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas seperti metode *Six Sigma* dan DMAIC.

3.3.2. Rumusan Masalah

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah yaitu menetapkan cacat tertinggi dan penyebab terjadinya cacat yang terjadi di lini *trimming 1*.

3.3.3. Tujuan Penelitian

Setelah melakukan identifikasi dan perumusan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian adalah menetapkan langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi jumlah cacat pada lini *trimming 1* di PT KRM.

3.3.4. 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 proyek *six sigma*

Pemilihan dan penentuan proyek dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Hal tersebut ditentukan berdasarkan frekuensi data cacat tertinggi dengan fokus masalah pada lini *trimming* 1. Setelah mendapatkan lini produksi yang menjadi objek penelitian, dilakukan pemilihan *part* yang akan dilakukan peningkatan kualitasnya.

2) Analisis Diagram Pareto

Setelah melakukan pemilihan proyek untuk melakukan peningkatan kualitas dengan metode *six sigma*. Langkah selanjutnya adalah menganalisis cacat tertinggi dari *part* yang telah ditentukan untuk dijadikan objek penelitian.

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.

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

“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.

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) Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Pada tahap ini dilakukan penentuan CTQ yang ditetapkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari pelanggan. Penetapan CTQ diperoleh dengan melihat hasil wawancara yang ditetapkan karakteristik kualitas.

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 variabel.

3) Perhitungan *Defect per Million Opprtunities* (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, *critical to quality*. 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 pembahasan 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 performansi yang ada dalam proses, dan target yang ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W + 1H dan implementasi.

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.

State Of The Art (SOTA)

Penelitian sebelumnya berfungsi untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta membedakan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini disertakan satu jurnal dan dua tugas akhir penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan konsep *Six Sigma* dan DMAIC. Jurnal dan tugas akhir tersebut antara lain:

1. Penelitian dengan judul Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma Pada Harian Tribun Timur yang diteliti oleh Achmad Muhaemin pada tahun 2012 di Makassar yang menceritakan tentang menerapkan metode six sigma dalam rangka mengetahui nilai six sigma di Harian Tribun Timur yang mana memproduksi surat kabar. Harian Tribun memiliki tingkat sigma 3.20 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 44.679 untuk sejuta produksi (DPMO). Hal ini tentunya menjadi sebuah kerugian yang sangat besar apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi. Setelah diketahui jumlah cacat, ditentukan prioritas perbaikan yang perlu dilakukan oleh Harian Tribun Timur untuk menekan atau mengurangi jumlah produk cacat yang terjadi dalam produksi dapat dilakukan dengan mengurutkan persentase penyebab kecacatan tertinggi berturut-turut yaitu cacat karena warna kabur (78 %), tidak register (12 %) dan terpotong (10 %).
2. Penelitian dengan judul Implementasi Metode *Six Sigma* DMAIC Untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X yang diteliti oleh Hanky Fransiscus, Cynthia Prithadevi Juwono, dan Isabelle Sarah Astari pada tahun 2014 di Bandug yang menceritakan tentang implementasi dari metode six sigma

terhadap produk *paint bucket* (ember cat) di PT X yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi biaya karena timbulnya banyak produk cacat. Setelah dilakukan perbaikan, terjadi penurunan nilai rata-rata DPMO pada bucket polos, lid dan bucket berlabel, yaitu berturut-turut sebesar 2.621,54, 1.169, dan 713,69.

3. Penelitian dengan judul Perbaikan Kualitas Produk *Bracket Seat 1 Wd – F1349 – 00* Pada Proses *Welding* dengan Menggunakan Metode DMAIC di PT Metindo Erasakti yang diteliti oleh Heni Puspitasari pada tahun 2018 di Bekasi yang menceritakan tentang melakukan perbaikan kualitas di PT Metindo Erasakti dengan menggunakan metode DMAIC pada kemunculan cacat terbesar di perusahaan tersebut. Cacat terbesar yang timbul di perusahaan terjadi pada produk *Bracket Seat*.
4. Penelitian dengan judul Penerapan Metode *Six Sigma* Pada Proses *Trimming 1* untuk meningkatkan kualitas pada produk *Head lamp* Jenis Mobil *Colt Diesel* di PT Krama Yudha Ratu Motor yang diteliti oleh Ade Septiani Sinurat pada tahun 2019 di Jakarta yang menceritakan tentang melakukan Penerapan metode *six sigma* di PT Krama Yudha Ratu Motor yang difokuskan untuk melihat cacat terbesar yang timbul di lini *trimming 1* pada jenis mobil *colt diesel*.

Tabel 3. 1. State Of The Art

| Tahun | Judul | Penulis |
|-------|--|-----------------|
| 2012 | Tugas Akhir tentang Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma Pada Harian Tribun Timur | Achmad Muhaemin |

Tabel 3. 2. State Of The Art (Lanjutan)

| Tahun | Judul | Penulis |
|--------------|---|--|
| 2014 | Jurnal tentang Implementasi Metode <i>Six Sigma</i> DMAIC Untuk Mengurangi <i>Paint Bucket</i> Cacat di PT X | Hanky Fransiscus, Cynthia Prithadevi Juwono, dan Isabelle Sarah Astari |
| 2018 | Tugas Akhir tentang Perbaikan Kualitas Produk <i>Bracket Seat 1 Wd – F1349 – 00</i> Pada Proses <i>Welding</i> dengan Menggunakan Metode DMAIC di PT Metindo Erasakti | Heni Puspitasari |
| 2019 | Tugas akhir tentang Penerapan Metode <i>Six Sigma</i> Pada Proses <i>Trimming</i> Untuk Meningkatkan Kualitas Pada Produk <i>Head lamp</i> Jenis Mobil Colt Diesel Di Pt Krama Yudha Ratu Motor | Ade Septiani Sinurat |

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian, data merupakan kunci untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi, dan pengumpulan data sangat berpengaruh untuk mendapatkan analisis yang baik. Pengumpulan data pada penelitian ini didapat dari lini *trimming* produk *colt diesel* di PT Krama Yudha Ratu Motor (PT KRM).

4.1.1. Sejarah Perusahaan

PT 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 (PT 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 (PT 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. Profil Perusahaan

Profil perusahaan dari PT KRM adalah sebagai berikut:

| | |
|--------------------|--|
| Nama Perusahaan | : PT Krama Yudha Ratu Motor |
| Alamat | : Jl. 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 ² |
| Luas Tanah | : 143.035 m ² |
| Bangunan Pendukung | : 6600 m ² |
| Produksi Komersial | : 1975 |
| Jenis Usaha | : Perakitan Kendaraaan Bermotor Merek Mitsubishi |

PT KRM didirikan mengacu pada manajemen mutu *International Automotive Task Force* (IATF 16949) dengan subjek utama perakitan kendaraan roda 4 dan atau lebih 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*, dan yang terakhir sampai pada proses perakitan pada bagian *trimming*. Seluruh proses produksi tersebut di kendalikan dengan inspeksi ketat, baik dari seluruh pelaku produksi ataupun dari *inspector*. Seluruh proses produksi di kendalikan dengan inspeksi ketat, baik dari seluruh pelaku proses produksi maupun dari bagian *inspector*, dengan pedoman bahwa proses

berikut adalah pelanggan sehingga ruang lingkup penerapan adalah dari penerimaan *part* proses perakitan sampai dengan *delivery* ke pelanggan dan diterapkan di seluruh *departemen*, dan ruang lingkup sistem manajemen lingkungan adalah seluruh area perusahaan.

4.1.3. Visi Misi Perusahaan

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

A. VISI

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

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

B. MISI

Misi yang telah dibuat dan ditetapkan oleh PT KRM untuk dapat mencapai visi yang telah dibuat adalah:

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

4.1.4. Sistem 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 Juni 2019 adalah sebanyak 637 orang. Tenaga kerja dibagi dua yaitu tenaga kerja tetap sebanyak 418 orang dan tenaga kerja tidak tetap sebanyak 219 orang.

Waktu kerja di PT KRM menggunakan sistem kerja satu *shift* yaitu 8 jam kerja, sehingga dalam waktu sepekan durasi kerja 40 jam, dengan syarat minimal setiap bulannya durasi kerja 154 jam. Apabila terjadi *over time* (OT) yang dapat dilakukan pada hari Sabtu, sedangkan untuk hari minggu libur kerja.

Berikut Jam kerja perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

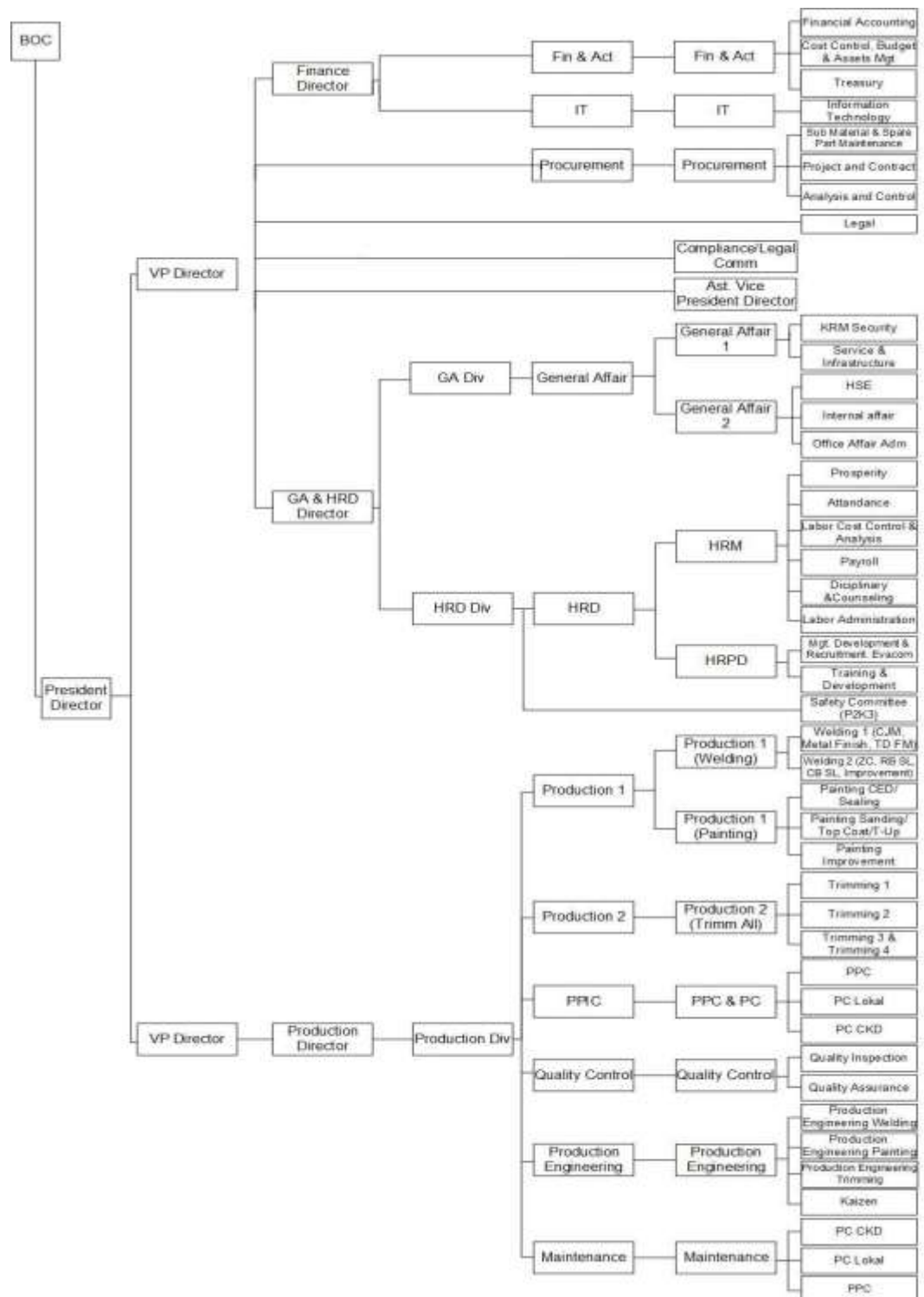
Tabel 4. 1 Jam Kerja di PT KRM

| No. | Jam Kerja | | Keterangan |
|-----|---------------|---------------|------------|
| | Senin – Kamis | Jumat | |
| 1 | 07.10 – 10.00 | 07.10 – 10.00 | 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)

4.1.5. Struktur Organisasi dan Deskripsi Pekerjaan

Struktur organisasi merupakan kerangka dari hubungan antara bagian-bagian yang dimana bagian-bagian ini terjalin dalam suatu sistem interaksi yang saling berkaitan dan saling membutuhkan satu sama lain. Struktur organisasi yang tepat merupakan suatu alat yang penting di dalam pencapaian tujuan perusahaan sebab berhasil tidaknya suatu perusahaan ditentukan oleh struktur organisasi yang dapat digunakan sebagai alat komunikasi yang baik antara atasan dan bawahan. Hal ini dikarenakan struktur organisasi mempunyai peran yang sangat besar di dalam mengatur dan mengelola suatu perusahaan secara sistematis.



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

Pada struktur organisasi di PT KRM memiliki tugas dan fungsi (*job description*) masing-masing dalam menduduki posisi jabatannya sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, adapun penjelasan secara garis besar 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 Commisionner*
- 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 dibawah 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 dibawah 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 dibawah oleh:

1) *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*, terbagi atas:

- *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*

4.1.6. Jenis produk yang dihasilkan

Produk yang dihasilkan oleh PT KRM merupakan produk yang digolongkan sama dengan produk Krama Yudha Group yaitu Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation (MFTBC). Jenis produk yang diproduksi antara lain adalah Colt Diesel

(TD), Maru-P, Fighter, L300 (SL), T120SS (CJM), Outlander Sport, Mirage, Pajero Sport, dan Triton. Akan tetapi pada 2019, PT KRM hanya melakukan perakitan pada beberapa produk yaitu TD, Maru-P, Fighter. Berikut adalah jenis produk yang dihasilkan di PT KRM:

A. Colt Diesel (TD)

TD atau yang biasa dikenal Colt Diesel mulai diproduksi oleh PT KRM 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. TD lebih dikenal dengan sebutan “*Kepala Kuning*”. Di Jepang, model TD memiliki nama “*Canter*”, sedangkan di Indonesia diberi nama New Colt Diesel.



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

B. FUSO (FM/FN)

Fuso mulai diproduksi oleh PT KRM pada tahun 1975. Namun 2 tahun berikutnya, produksi FUSO oleh KRM terhenti selama 10 tahun. KRM kembali memproduksi FUSO pada tahun 1987. FUSO dibagi menjadi 2 tipe, yaitu FM dan FN. FN memiliki bentuk yang lebih besar dari FM, dikenal dengan nama tronton. FN memiliki 10 roda sedangkan FM memiliki hanya 6 roda.



Gambar 4. 3. Jenis Mobil FUSO
(Sumber: PT KRM)

C. FIGHTER

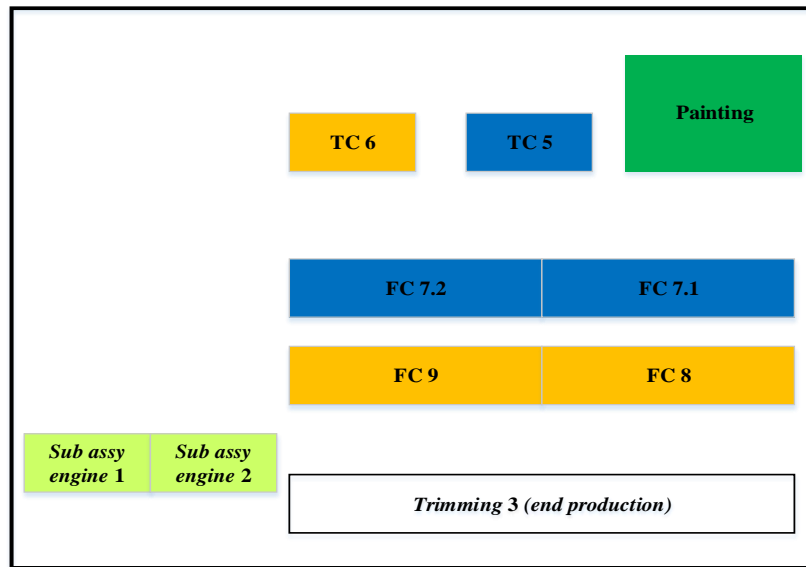
Mitsubishi FUSO memperkenalkan FUSO Fighter Series yang merupakan generasi penerus dari model sebelumnya yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan para pelaku bisnis di Indonesia. Fighter mulai dilakukan *production trial* oleh PT Krama Yudha Ratu Motor pada Februari – Maret 2018. Seiring berjalannya waktu fighter mengalami perbaikan dan peningkatan baik dalam bentuk model ataupun mesin yang digunakan.



Gambar 4. 4. Jenis Mobil FUSO Fighter
(Sumber: PT KRM)

4.1.7. Tata Letak Proses *Trimming*

Pada Departemen *Trimming*, terdapat 2 (dua) lini *trimming* dengan total 8 (delapan) *section* yang terdiri dari TC 5, TC 6, FC 7.1, FC 7.2, FC 8, FC 9, *Sub Assy Engine 1* dan *Sub Assy Engine 2*.



Gambar 4. 5 Tata Letak Proses *Trimming*
(Sumber: PT KRM)

1. Lini *Trimming* 1 (Satu)

Pada lini ini hanya memproduksi jenis mobil *Colt Diesel* (TD). Aliran dari lini *trimming* 1 dimulai dari kabin yang telah selesai dicat oleh *painting* dirakit di seksi *Trimming Cabin* (TC) 5. Saat kabin sedang dirakit di TC 5, dilakukan proses *frame assy* di seksi *Front Cabin* (FC) 7.1. Setelah itu hasil perakitan TC 5 dan FC 7.1 dirakit untuk proses *final assy* di seksi FC 7.2. Hasil perakitan pada *sub assy engine* akan dilanjutkan ke seksi-seksi di lini *trimming* 1 dan *trimming* 2.

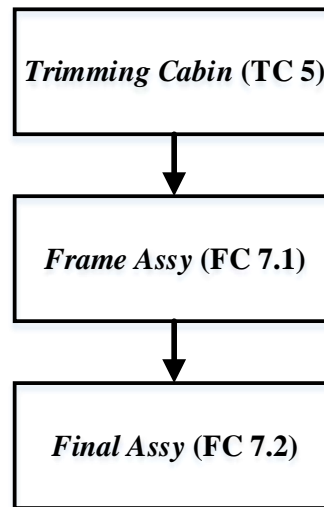
2. Lini *Trimming* 2

Pada lini ini memproduksi varian tipe *Colt Diesel* (TD), *Fuso*, dan *Fighter* (TA). Aliran dari lini *trimming* 2 dimulai dari kabin yang telah selesai dicat oleh *painting* dirakit di seksi TC 6. Saat kabin sedang dirakit di TC 6, dilakukan proses *frame assy* di seksi FC 8. Setelah itu hasil perakitan TC 6 dan FC 8 dirakit untuk proses *final assy* di seksi FC 9.

3. Lini *Trimming* 3

Pada lini ini memproduksi varian tipe *Car Joint Mitsubishi* (CJM) atau dikenal dengan merek dagang T120ss. Tetapi CJM sudah tidak diproduksi (*end production*) sejak Januari 2019.

4.1.7. Diagram Alir Lini *Trimming* 1 produk *Colt Diesel*



Gambar 4. 6. Diagram Alir Lini *Trimming* 1
(Sumber: PT KRM)

Berikut adalah penjelasan tiap aliran proses di lini *trimming* 1:

a. *Trimming Cabin* (TC 5)

TC 5 merupakan bagian yang memproduksi Kabin TD. Lini tersebut berbentuk lurus persegi panjang yang terdiri dari 9 (sembilan) stasiun kerja yang terbagi menjadi dua bagian yaitu *Right Hand* (RH) dan *Left Hand* (LH). Proses perakitan *Cabin* di TC 5 dimulai dari proses *drop cabin* yang materialnya ditransfer dari proses *painting*. Kemudian kabin dirakit sesuai dengan urutan pekerjaan terakhir yang dilakukan di stasiun kerja terakhir yaitu stasiun kerja 9. Setelah selesai kabin tersebut dirakit, kemudian kabin ditransfer untuk melewati proses selanjutnya, yaitu bagian FC 7.2.

b. *Frame Assy* (FC 7.1)

FC 7.1 merupakan lini *Assy Frame* TD. Lini tersebut berbentuk lurus persegi panjang yang terdiri dari 9 stasiun kerja yang terbagi menjadi dua bagian yaitu RH dan LH. FC 7.1 adalah lini untuk merakit frame yang nantinya akan dirakit bersama dengan *front cabin* yang dirakit di TC 5. Setelah melalui proses FC 7.1, maka selanjutnya adalah merakit *cabin* dengan *frame* di FC 7.2.

c. *Final Assy* (FC 7.2)

FC 7.2 merupakan lini *Final Assy* TD. Lini tersebut berbentuk lurus persegi panjang yang terdiri dari 9 (sepuluh) stasiun kerja yang terbagi menjadi dua bagian yaitu RH dan LH. Pada lini FC 7.2 ini adalah menggabungkan hasil perakitan dari *cabin* yang dirakit di TC 5 dan *frame* yang dirakit di FC 7.1. Proses perakitan di lini FC 7.2 dimulai dari *Cabin drop* sampai ke *checkman* untuk melakukan inspeksi atau mencari temuan cacat sebelum dilanjutkan dengan proses *line off* dan *under check*.

4.1.8. Data Jumlah Cacat pada Pemasangan *Head Lamp* dan *Combination*

Lamp RH Jenis Mobil Colt Diesel

Pemasangan *Head Lamp* dan *Combination Lamp* RH terjadi di lini FC 7.2 atau pada perakitan *Final Assy* yaitu merakit antara bagian *Front Cabin* dan *Frame* mobil. Data Jumlah Cacat pada pemasangan *head lamp* dan *combination lamp* RH Jenis Mobil Colt Diesel dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Jumlah Cacat pada pemasangan *Head Lamp* dan *Combination Lamp* RH

| No. | Nama Part | Jumlah Cacat (Unit) | |
|-----|---|---------------------|--------------|
| | | <i>Gap</i> | <i>Touch</i> |
| 1. | <i>Head Lamp</i> dan <i>Combination Lamp</i> RH | 162 | 38 |

(Sumber: PT KRM)

Dari Tabel 4.2. dapat dilihat bahwa pemasangan *Head Lamp* dan *combination lamp* RH adalah bagian pemasangan yang memiliki jumlah cacat terbesar yaitu jenis cacat *gap* sebesar 162 unit dan *touch* sebesar 38 unit. Berikut ini adalah Gambar 4.7. yang merupakan gambar *part Head Lamp* dengan *combination lamp* yang memiliki kriteria cacat.



Gambar 4. 7. Cacat *Gap* pada Produk *Head Lamp* dan *Combination Lamp*

(Sumber: PT KRM)

Berdasarkan Gambar 4.7. dapat dijelaskan bahwa spesifikasi jarak antara *head lamp* dan *combination lamp RH* adalah 1-4 mm akan tetapi yang terlihat pada gambar 4.7. pada posisi A jarak dari kedua komponen tersebut adalah 5-6 mm dan pada posisi B adalah 4-5 mm. Adanya jarak yang tidak sesuai spesifikasi antara kedua komponen ini dapat diartikan memiliki cacat *Gap*. Sedangkan jika jarak antara *head lamp* dan *combination lamp RH* di bawah dari 1 mm, maka dapat diartikan memiliki cacat *Touch*. Alat yang digunakan dalam mengukur jarak antara *Head Lamp* dengan *Combination Lamp RH* adalah *Taper Gauge*.

4.1.9. Data Pengukuran Dimensi Gap antara produk *Head lamp* dengan *Combination lamp RH*

Pada tahap *measuring inspection* dilakukan pengecekan dengan menggunakan alat ukur taper gauge. Setiap pengukuran dimensi jarak antara *Head lamp* dengan *Combination lamp RH* yang telah dirakit menjadi satu unit yang berfungsi sebagai penerangan yang berada di kabin mobil, dilakukan pengukuran terhadap 5 *sample* yang diambil saat dilakukan pengecekan. Standar spesifikasi dimensi jarak antara *Head lamp* dengan *Combination lamp RH* yang telah dirakit menjadi satu unit ditetapkan dalam batas minimum sebesar **1,0 mm** dan batas maksimum **4,0 mm**. Namun, pada aktualnya didapat hasil pengukuran sebesar **2,2 mm** hingga **5,9 mm**. Berikut adalah hasil pengukuran *gap* yang telah dikelompokkan menjadi 10 subgrup dan terdapat 5 sampel pengukuran pada bulan Januari 2019. seperti tampak pada Tabel 4.8. (dalam satuan milimeter):

Tabel 4. 3. Data Pengukuran Dimensi Gap antara produk *Head lamp* dengan *Combination lamp RH*

| Sub group (k) | Hasil pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 |
| 1 | 4,5 | 2,2 | 5,7 | 5,5 | 4,0 |
| 2 | 4,8 | 5,9 | 4,1 | 3,3 | 4,1 |
| 3 | 5,3 | 4,2 | 3,3 | 5,9 | 4,9 |
| 4 | 4,7 | 3,8 | 3,5 | 4,8 | 5,1 |
| 5 | 3,8 | 3,1 | 4,1 | 5,0 | 5,6 |
| 6 | 5,7 | 3,3 | 2,3 | 4,1 | 2,7 |
| 7 | 3,1 | 5,4 | 3,9 | 2,2 | 4,0 |

Tabel 4. 4. Data Pengukuran Dimensi Gap antara produk *Head lamp* dengan *Combination lamp* RH

| Sub group (k) | Hasil pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | |
|------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₅ |
| 8 | 5,0 | 2,7 | 2,2 | 5,9 | 3,7 |
| 9 | 5,6 | 3,4 | 5,3 | 5,0 | 3,9 |
| 10 | 5,2 | 5,9 | 3,5 | 4,3 | 4,6 |

(Sumber: PT KRM)

Setelah semua data terkumpul, baik dari data produksi hingga data jumlah cacat untuk masing-masing jenis cacat. Selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan tahapan dari metode DMAIC yang berupa *define* dan juga *measure*.

4.2. Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode atau konsep DMAIC, yang mana di dalam DMAIC terdapat *tools* atau alat yang membantu dalam melakukan pengolahan data serta analisis data. Dalam melakukan pengolahan data ini, menggunakan dua tahapan pada konsep DMAIC yaitu tahap *define* dan tahap *measure*.

4.2.1 Define (Pendefinisian)

Tahap *define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Dalam tahap *define* dilakukan identifikasi proyek yang potensial, mendefinisikan peran orang-orang yang terlibat dalam proyek *Six Sigma*, mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan dan menentukan tujuan.

1. Menentukan Kriteria Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Kriteria pemilihan proyek dalam penelitian *Six Sigma* ini dilakukan dengan memprioritaskan masalah yang sering muncul dalam penelitian tersebut. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pemilihan proyek ini akan dilakukan berdasarkan dari hasil pemilihan *section* produksi di bagian

painting. Maka, hasil pemilihan tersebut akan dijadikan proyek dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*.

a. Pemilihan Lini Produksi

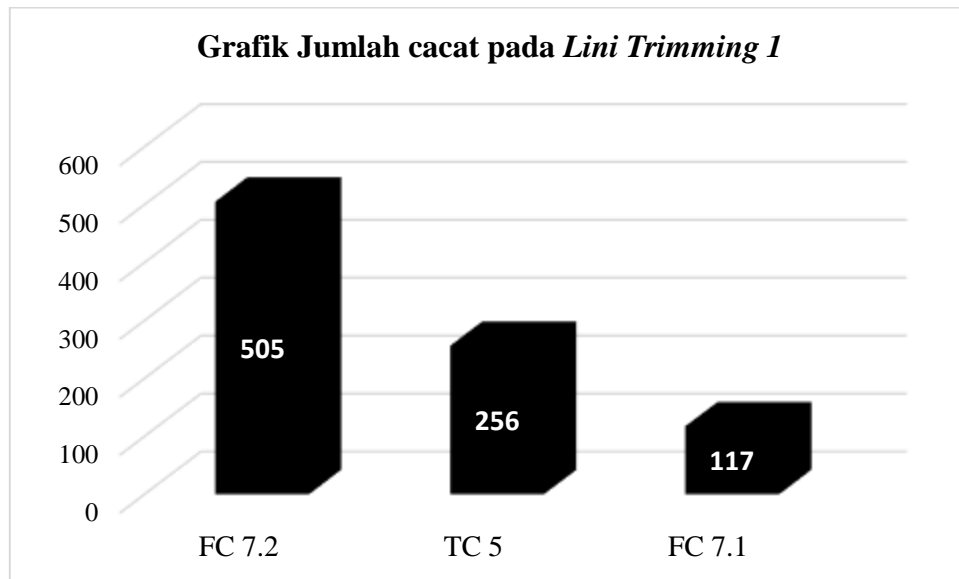
Pemilihan lini produksi dalam melakukan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *lini* produksi mana di bagian *trimming* 1 yang terjadi jumlah *defect* (cacat) terbanyak selama proses produksi untuk bulan Januari hingga Februari 2019. Dalam melakukan pemilihan *lini* produksi adalah dengan menggunakan Diagram Pareto untuk mengetahui lini produksi mana yang menyumbangkan. Untuk mengetahui lini produksi mana yang akan dipilih diperlukan Diagram Pareto sebagai alat untuk mengidentifikasi. Sebelum membuat Diagram Pareto, terlebih dahulu mengurutkan lini produksi yang memiliki jumlah cacat terbesar hingga terkecil dan juga menentukan persentase cacat dari masing masing lini. Tabel 4.8 dibawah merupakan data jumlah cacat dan persentase cacat untuk keseluruhan *part* dari semua lini produksi di bagian *trimming* 1 untuk bulan Januari hingga Februari 2019 berdasarkan dari jumlah cacat terbesar hingga terkecil.

Tabel 4. 5. Data Jumlah Cacat dan Persentase cacat di lini *Trimming* 1

| No | Lini <i>Trimming</i> 1 | Jumlah Cacat (Unit) | Kumulatif (Unit) | Persentase (%) | Kumulatif (%) |
|--------|------------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------|
| 1 | FC 7.2 | 505 | 505 | 0,575 | 0,575 |
| 2 | TC 5 | 256 | 761 | 0,292 | 0,867 |
| 3 | FC 7.1 | 117 | 878 | 0,133 | 1 |
| Jumlah | | 878 | | 1 | |

(Sumber: Pengolahan Data)

Langkah selanjutnya adalah membuat grafik berdasarkan data dari Tabel 4.8.



Gambar 4. 8. Grafik Jumlah Cacat pada lini *trimming* 1
(Sumber: PT KRM)

Berdasarkan grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa lini *trimming* FC 7.2 merupakan lini produksi yang terjadinya produk cacat terbanyak dengan jumlah cacat sebanyak 505 unit. Maka lini FC 7.2 ini yang dijadikan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*.

b. Pemilihan Part

Selanjutnya adalah dengan membuat analisa untuk mengetahui *part* mana yang memiliki jumlah cacat terbanyak pada lini FC 7.2.

Tabel 4. 6. Jumlah cacat pemasangan *part* yang dilakukan di lini FC 7.2.

| No | Nama Part | Jumlah Cacat (Unit) |
|----|---|---------------------|
| 1 | <i>Head Lamp</i> dengan combination lamp RH | 200 |
| 2 | <i>Lable Cabin Tilt</i> | 43 |
| 3 | <i>Indicator Hand Brake</i> | 40 |
| 4 | <i>Stiker Door Panel</i> | 47 |
| 5 | <i>Indicator Vacum</i> | 35 |
| 6 | <i>Fuel Tank</i> | 40 |
| 7 | <i>Cover Cable</i> | 47 |
| 8 | <i>Head Lining</i> | 30 |
| 9 | <i>Cabin Tilting Operation</i> | 9 |

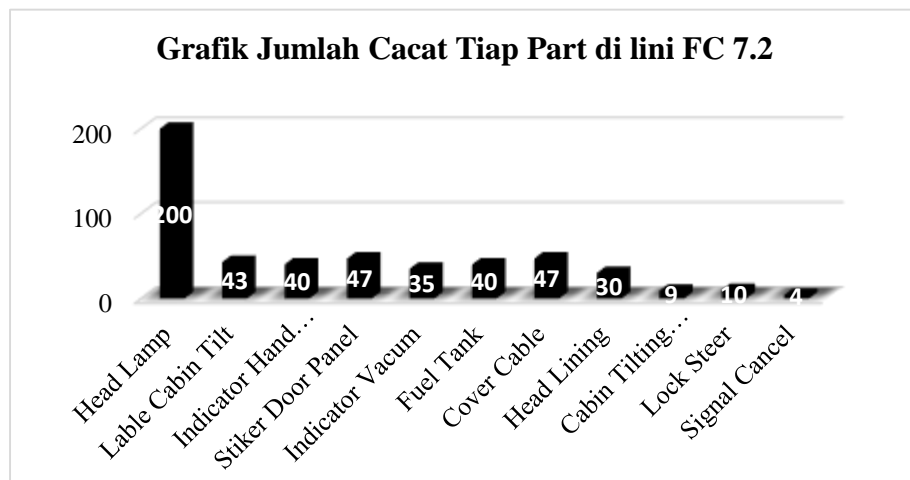
| | | |
|-------|----------------------|-----|
| 10 | <i>Lock Steer</i> | 10 |
| 11 | <i>Signal Cancel</i> | 4 |
| Total | | 505 |

(Sumber:PT KRM)

Berikut adalah penjelasan tentang *part colt diesel* di lini FC 7.2:

- a) *Head Lamp* RH adalah lampu utama penerang jalan. *Head Lamp* RH pada *colt diesel* berada di bagian depan yang terletak di *front cabin* sebelah kanan.
- b) *Label Cabin Tilt* adalah petunjuk yang berada di dekat *Cabin Tilt* yang berisi tentang cara mengangkat dan menurunkan *cabin* mobil.
- c) *Indicator Hand Brake* adalah indikator atau petunjuk tentang rem tangan yang berada pada instrumen panel mobil.
- d) *Stiker Door Panel* adalah stiker petunjuk yang ada di pintu mobil.
- e) *Indicator Vacuum* adalah indikator atau petunjuk yang berada di instrumen mobil. Pada saat mobil dinyalakan, *indicator vacuum* akan menyala selama 3 detik.
- f) *Fuel Tank* adalah tangki bahan bakar yang berfungsi untuk menampung seluruh bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan.
- g) *Cover cable* adalah *part* untuk penutup setiap beberapa kabel yang terpasang.
- h) *Head Lining* adalah bagian dalam mobil yang berfungsi sebagai atap mobil.
- i) *Cabin Tilting Operation* adalah *part* yang digunakan untuk membuka *cabin* mobil.
- j) *Lock Steer* adalah tempat untuk mengunci atau menyalakan mobil yang berada di samping stir mobil.
- k) *Signal Cancel* adalah *part* yang berfungsi untuk memberi sinyal jika mobil ingin ke arah kanan atau ke kiri.

Langkah selanjutnya adalah membuat grafik atau diagram untuk mengetahui *part* mana yang memiliki jumlah cacat terbanyak pada lini FC 7.2.



Gambar 4. 9. Grafik Jumlah Cacat Tiap Part di Lini FC 7.2
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa part yang memiliki jumlah cacat terbanyak adalah pada saat pemasangan *Head Lamp* dan *combination lamp* RH dengan jumlah cacat sebanyak 200 unit. Maka pemasangan *Head Lamp* dan *combination lamp* RH ini yang dijadikan sebagai *part* untuk peningkatan kualitas *Six Sigma*.

2. Analisis Diagram Pareto

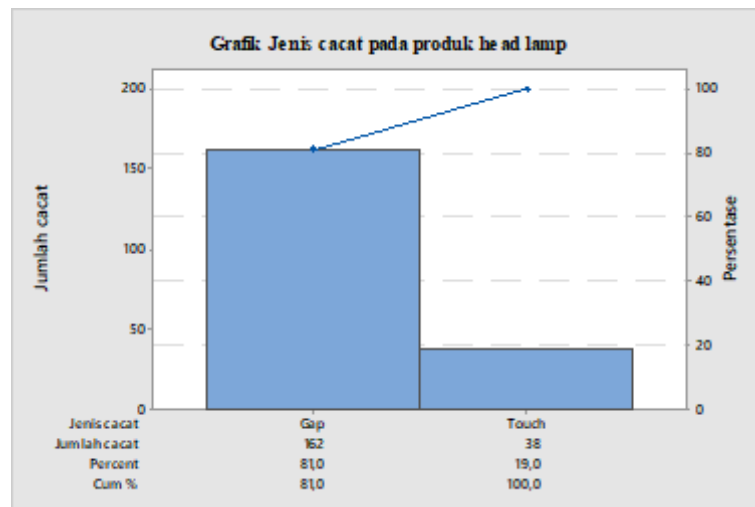
Langkah selanjutnya adalah pemilihan jenis cacat yang terdapat pada *part Head Lamp* RH pada lini FC 7.2 untuk mengetahui jenis cacat terbesar yang akan dilakukan perbaikan dengan menggunakan Diagram Pareto. Berikut ini adalah persentase cacat *part Head Lamp* RH pada lini FC 7.2 yang terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 7. Persentase cacat pemasangan *head lamp* dan *combination lamp* RH

| No | Jenis Cacat | Jumlah Cacat (Unit) | Persentase Cacat (%) | Persentase Kumulatif (%) |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | <i>Gap</i> | 162 | 0,81 | 0,81 |
| 2 | <i>Touch</i> | 38 | 0,19 | 1 |
| Total | | 200 | 1 | |

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari data diatas dapat ditentukan jenis cacat yang akan menjadi prioritas masalah yang akan diperbaiki dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Dan untuk mengetahui jenis cacat yang dominan dapat ditunjukkan dengan menggunakan Diagram Pareto. Berikut Diagram Pareto jumlah cacat pemasangan *part Head Lamp* dan *Combination Lamp* RH pada kendaraan niaga jenis TD yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.

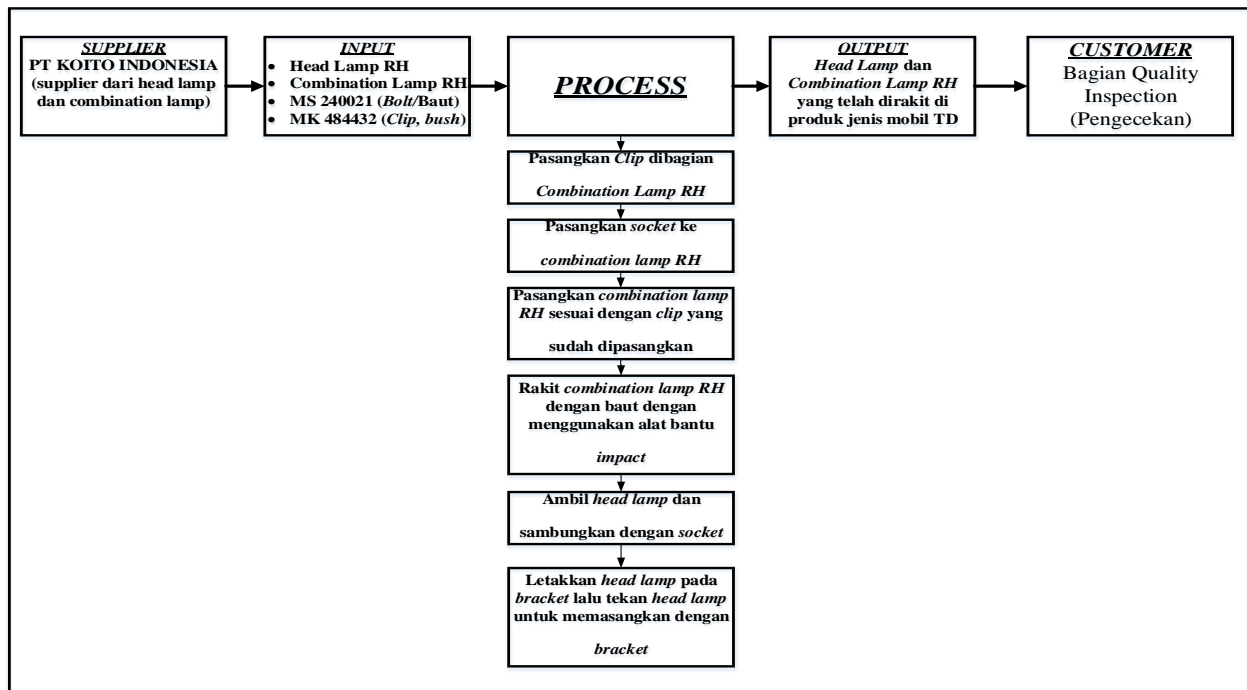


Gambar 4. 10. Diagram Pareto cacat pemasangan Head Lamp dengan combination lamp RH
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.10. dapat disimpulkan bahwa jenis cacat *Gap* merupakan jenis cacat yang dominan dengan persentase cacat sebesar 81% lebih besar persentasenya dibanding jenis cacat *touch*. Oleh karena itu, perbaikan diprioritaskan dan difokuskan pada jenis cacat *Gap* dengan mengidentifikasi penyebab-penyebab serta cara penyelesaian masalah tersebut.

3. Pembuatan Diagram SIPOC

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



Gambar 4. 11 Diagram SIPOC *Head Lamp Dan Combination Lamp RH* di PT KRM
(Sumber: PT KRM)

Pembuatan Diagram SIPOC untuk proses *trimming part Head lamp RH* dapat diuraikan sebagai berikut:

- Untuk *supplier* produksi *trimming head lamp* serta *combination lamp RH* kendaraan jenis TD di PT Krama Yudha Ratu Motor adalah PT KOITO INDONESIA.
- Input* adalah material yang digunakan untuk dalam proses *trimming* yaitu, *head lamp* dan *combination lamp RH*, MS 240021 (*Bolt/Baut*), dan MK 484432 (*Clip, bush*).
- Process* merupakan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*). Pada proses *trimming part combination lamp* terdiri dari memasang *clip* dibagian *combination lamp RH*, lalu memasang *socket*

ke bagian *combination lamp* RH, setelah *socket* dipasang, pasangkan *combination lamp* RH ke bagian yang sudah diletakkan *clip*, lalu pasangkan baut dan kencangkan baut dengan menggunakan alat bantu *impact*. Setelah *combination lamp* RH terpasang, pasangkan *head lamp* RH ke *socket*, lalu letakkan *head lamp* RH yang telah terpasang dengan *socket* ke *bracket* lalu dirakit dengan cara ditekan.

- d. *Output* merupakan produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). *Output* dari proses *trimming* adalah telah terpasangnya *combination lamp* dan *head lamp* RH.
- e. *Customer* merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima *output*. *Customer* dari proses produksi di bagian *trimming* yaitu proses selanjutnya yaitu proses *quality inspection* (pengecekan).

4. *Voice of Customer (VOC)*

Voice of Customer (suara pelanggan) merupakan kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Terdapat berbagai cara yang dapat dilakukan untuk menjalankan proses ini, seperti wawancara (*interview*). Namun pada pelaksanaannya yang dilakukan adalah dengan melakukan wawancara mendalam terhadap *foremen* (pengawas) serta operator *trimming* 1 untuk lini FC 7.2 yang terfokus kepada kebutuhan spesifik dari pelanggan. Berikut yang dapat diambil dari hasil wawancara tentang hal kebutuhan spesifik dari pelanggan :

- 1) Jarak *Bracket* sesuai standar
- 2) Dimensi lubang baut sesuai standar

4.2.2. *Measure (Pengukuran)*

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Ada 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu:

- 1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas atau *Critical To Quality* (CTQ) yaitu kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.

2. Peta kendali p untuk melihat apakah semua data berada pada Upper Control Limit (UCL) dan Low Control Limit (LCL).
3. Mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses (perhitungan nilai DPMO dan level sigma)

1. Penentuan Karakteristik Kualitas (*Critical to Quality*)

a. *Critical to Quality (CTQ)*

Penentuan *Critical to Quality* (CTQ) ditetapkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari pelanggan. Penetapan CTQ dilihat berdasarkan data yang diperoleh dari *voice of customer* dengan melihat hasil wawancara yang ditetapkan karakteristik kualitas.

Tabel 4. 8. *Critical To Quality*

| No. | <i>Critical to Quality</i> | Kriteria Cacat |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1. | Jarak <i>bracket</i> sesuai standar | Terjadinya <i>bracket</i> yang tidak memiliki celah sehingga saat memasang <i>head lamp</i> ke <i>bracket</i> , pada saat ditekan <i>head lamp</i> dapat pecah/rusak sehingga dapat mengakibatkan timbulnya cacat pada produk tersebut. |
| 2. | Dimensi lubang baut sesuai standar | Terjadinya ketidaksesuaian lubang baut dengan baut yang akan dipasang ke <i>combination lamp</i> sehingga baut yang terpasang tidak kencang/kendor. Hal ini dapat mengakibatkan <i>combination lamp</i> akan turun dan akan terjadinya <i>gap</i> dengan <i>head lamp</i> . |

(Sumber: Pengolahan Data)

2. Pengukuran Dengan Peta kendali $\bar{x} - R$

Untuk mengetahui apakah data pengukuran dimensi *gap* berada di dalam batas kendali, perlu dilakukan pembuatan peta kendali. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dimensi *gap* produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH pada Tabel 4.7 , data tersebut tergolong jenis data variabel sehingga peta kendali $\bar{x} - R$ yang tepat untuk digunakan dalam teknik pengendalian kualitas secara

statistik. Peta kendali didasarkan dari data hasil pengukuran dimensi *gap* produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH pada Tabel 4.7 dan Rekapitulasi data pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

| | |
|------------------------------|-------------|
| Jumlah populasi | : 50 |
| Jumlah subgrup sampel | : 10 |
| Jumlah pengukuran sampel (n) | : 5 |
| Lebar batas kendali | : 3σ |

Perhitungan \bar{x} dan $\bar{\bar{x}}$ didasarkan data pengukuran dimensi *gap* produk *Head lamp* dengan *Combination lamp* RH pada Tabel 4.7, sehingga didapat proses perhitungan sebagai berikut:

- Rata-rata subgrup sampel 1
- $\bar{x}_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{n_1}$
 $\bar{x}_1 = \frac{2,6 + 2,8 + 3,2 + 4,2 + 3,8}{5} = 3,32 \text{ mm}$
- Rata-rata subgrup sampel 2 dan seterusnya, cara pengerjaan sama dengan diatas.

Sedangkan untuk rata-rata keeluruhan subgrup:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{42,28}{10} = 4,228 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk perhitungan \bar{R} didapat dari:

- Rentangan subgrup sampel 1
 $R = \text{rentangan sampel} = \text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil}$
 $R_1 = 4,2 - 2,6 = 1,6 \text{ mm}$
 Rentangan subgrup sampel 2 dan seterusnya, cara pengerjaannya sama dengan diatas.

- Sedangkan untuk rata-rata keseluruhan subgrup:

$$\begin{aligned} \bar{\bar{R}}_1 &= \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \dots + R_{30}}{k} \\ &= \frac{1,6 + 1,4 + 1,6 + 1,9 + 3,3 + \dots + 1,3}{10} \\ &= 2,14 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4. 9. Hasil Pengolahan data dimensi *gap head lamp* dengan *combination lamp*

| Subgroup (k) | Hasil Pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | | \bar{x} (mm) | R (mm) |
|-----------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------------|------------------|
| | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | | |
| 1 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 4,2 | 3,8 | 3,32 | 1,6 |
| 2 | 5,9 | 4,8 | 6,2 | 5,8 | 4,9 | 5,52 | 1,4 |
| 3 | 5,2 | 6,4 | 4,8 | 5,9 | 5,8 | 5,62 | 1,6 |
| 4 | 4,1 | 3,8 | 3,9 | 4,9 | 5,7 | 4,48 | 1,9 |
| 5 | 3,4 | 3,1 | 2,5 | 5,8 | 4,2 | 3,8 | 3,3 |
| 6 | 4,1 | 2,7 | 3,7 | 5,6 | 2,6 | 3,74 | 3,0 |
| 7 | 5,9 | 4,3 | 4,9 | 3,8 | 2,9 | 4,36 | 3,0 |
| 8 | 4,6 | 2,5 | 2,9 | 3,6 | 3,3 | 3,38 | 2,1 |
| 9 | 4,3 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 4,6 | 3,34 | 2,2 |
| 10 | 5,4 | 4,6 | 4,1 | 5,2 | 4,3 | 4,72 | 1,3 |
| Jumlah (mm) | | | | | | $\sum \bar{x} = 42,28$ | $\sum R = 21,4$ |
| Rata-rata (mm) | | | | | | $\bar{\bar{x}} = 4,228$ | $\bar{R} = 2,14$ |

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan pada hasil perhitungan sebelumnya (Tabel 4.12), maka dapat dibuat batas-batas kendali \bar{x} dan R sehingga didapat proses perhitungan:

1. Batas kendali \bar{x}

Nilai Tengah (CL atau $\bar{\bar{x}}$)

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ &= 4,228 + (0,577 \times 2,14) \\ &= 5,46 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \\ &= 4,228 - (0,577 \times 2,14) \\ &= 2,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

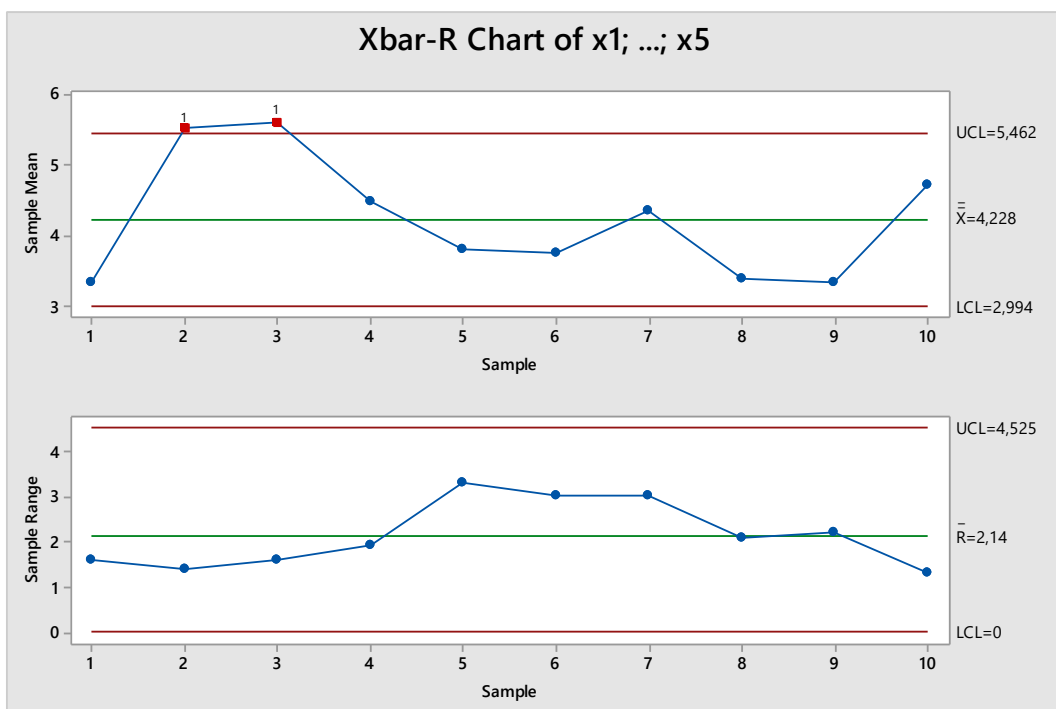
2. Batas kendali R

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= D_4 \bar{R} \\ &= 2,114 \times 2,14 \\ &= 4,52 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= D_3 \bar{R} \\ &= 0 \times 2,14 = 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan batas-batas kendali maka langkah selanjutnya adalah memplotkan data menjadi sebuah Peta Kendali $\bar{x} - R$ dilakukan dengan menggunakan program Minitab, dengan langkah-langkah pengerjaan:

- ✓ Masukkan data cacat dan ukuran sampel dalam Tabel
- ✓ Klik Stat -> Control Chart -> *Variables Charts for Subgroups* -> $\bar{x} - R$
- ✓ Klik *Multivel Variabel*
- ✓ Masukkan ukuran sampel dalam *Subgroups in*
- ✓ Klik OK



Gambar 4. 12. Peta Kendali $\bar{x} - R$ dimensi *gap* pada produk *Head lamp* dengan *combination lamp* RH
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Terlihat pada Gambar 4.11. Peta kendali $\bar{x} - R$ dimensi *gap* produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH bahwa data subgrup kedua dan ketiga keluar dari batas kendali atas (UCL) sehingga data harus dihilangkan. Dengan cara perhitungan yang sama, maka didapat hasil pengolahan data seperti berikut:

Tabel 4. 10. Hasil pengukuran dimensi *gap head lamp* dengan *combination lamp* RH (Revisi)

| Subgroup (k) | Hasil Pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | | \bar{x} (mm) | R (mm) |
|-----------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------------|--------|
| | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | | |
| 1 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 4,2 | 3,8 | 3,32 | 1,6 |
| 2 | 4,1 | 3,8 | 3,9 | 4,9 | 5,7 | 4,48 | 1,9 |

Tabel 4. 11. Hasil pengukuran dimensi gap *head lamp* dengan *combination lamp* RH (Revisi)

| Subgroup (k) | Hasil Pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | | \bar{x} (mm) | R (mm) |
|-----------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----------------|
| | x1 | | | x4 | x5 | | |
| 3 | 3,4 | 3,1 | 2,5 | 5,8 | 4,2 | 3,80 | 3,3 |
| 4 | 4,1 | 2,7 | 3,7 | 5,6 | 2,6 | 3,74 | 3,0 |
| 5 | 5,9 | 4,3 | 4,9 | 3,8 | 2,9 | 4,36 | 3,0 |
| 6 | 4,6 | 2,5 | 2,9 | 3,6 | 3,3 | 3,38 | 2,1 |
| 7 | 4,3 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 4,6 | 3,34 | 2,2 |
| 8 | 5,4 | 4,6 | 4,1 | 5,2 | 4,3 | 4,72 | 1,3 |
| Jumlah (mm) | | | | | | $\sum \bar{x} = 31,14$ | $\sum R = 18,4$ |
| Rata-rata (mm) | | | | | | $\bar{\bar{x}} = 3,89$ | $\bar{R} = 2,3$ |

(Sumber: Pengolahan Data)

Karena ada sampel yang dihilangkan maka untuk revisi Peta Kendali \bar{x} – R akan dilakukan perhitungan kembali garis pusat dan batas pengendali atas (UCL) serta batas pengendali bawah (LCL), seperti berikut :

1. Batas kendali \bar{x}

Nilai Tengah (CL atau $\bar{\bar{x}}$)

$$\bar{\bar{x}}_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$

$$\bar{\bar{x}}_1 = \frac{2,6 + 2,8 + 3,2 + 4,2 + 3,8}{5} = 3,32 \text{ mm}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{31,14}{8} = 3,89$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ &= 3,89 + (0,577 \times 2,3) \\ &= 5,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \\ &= 3,89 - (0,577 \times 2,3) \\ &= 2,56 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Batas kendali R

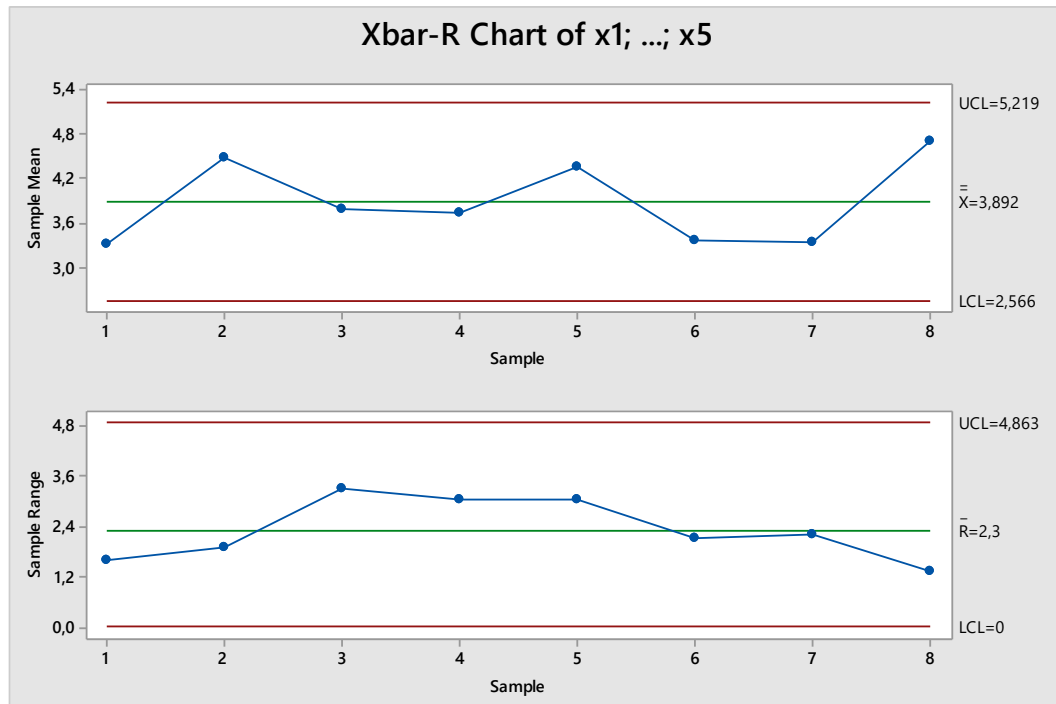
$$R_1 = 4,2 - 2,6 = 1,6$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{18,4}{8} = 2,3$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= D_4 \bar{R} \\ &= 2,114 \times 2,3 = 4,86 \end{aligned}$$

$$\text{LCL} = D_3 \bar{R} = 0 \times 2,3 = 0 \text{ mm}$$

Apabila di Gambarkan dalam suatu grafik, kondisi peta pengendali tersebut adalah seperti Gambar 4.12.



Gambar 4. 13. Peta Kendali $\bar{x} - R$ dimensi *gap* produk *Head lamp* dengan *combination lamp* RH (Revisi)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah dilakukan revisi maka dapat dilihat bahwa hasil perhitungan peta kendali sudah berada dalam batas kendali.

1. Perhitungan Kapabilitas Proses

Berdasarkan pengolahan data sebelumnya, dari pengukuran dimensi *gap head lamp* dan *combination lamp* RH didapat nilai \bar{x} adalah 3,89 mm dan nilai \bar{R} adalah 2,3 mm. Batas spesifikasi *head lamp* dengan *combination lamp* RH yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

$$USL = 4,0$$

$$LSL = 1,0$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{2,3}{2,326} = 0,98$$

Maka nilai dari indeks kapabilitas (C_p dan C_{pk}) dapat dihitung dengan rumus:

- $$C_p = \frac{\text{Toleransi proses}}{\text{kapabilitas}} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$= \frac{4,0 - 1,0}{6(0,98)} = 0,510$$

Ket: nilai d_2 dapat dilihat pada Lampiran A tabel *control chart constant*

- $$C_{pk} = \min \left[\frac{USL - \bar{\bar{x}}}{3\sigma} ; \frac{\bar{\bar{x}} - LSL}{3\sigma} \right]$$

$$= \min \left[\frac{4,00 - 3,89}{3(0,98)} ; \frac{3,89 - 1,00}{3(0,98)} \right]$$

$$= \min [0,037 ; 0,982]$$

2. Mengukur kinerja sekarang untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *Six Sigma* (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 variabel 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 level sigma untuk data variabel dapat dilihat sebagai berikut:

Diketahui:

$$\bar{R} = 2,3$$

$$\bar{\bar{X}} = 3,89$$

$$Spec = 1,0 \text{ mm} - 4,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 2,326 \text{ (table } d_2 \text{ dengan ukuran sampel} = 5)$$

- a. Mencari nilai standar deviasi

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{2,3}{2,326} = 0,98$$

- b. Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL

$$P \left[Z \leq \left(\frac{1,00 - 3,89}{0,98} \right) \right] = -2,94$$

$$P (Z \leq -2,94) = 0,0016$$

- c. Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL

$$P \left[Z \geq \left(\frac{4,00-3,89}{0,98} \right) \right] = 0,11$$

$$P (Z \geq 0,11) = 0,4562$$

Ket: nilai Z dapat dilihat pada tabel Z (Lampiran B)

- d. Perhitungan nilai DPMO

$$defect = (0,0016 + 0,4562) \times 1.000.000 = 457.800 \text{ DPMO}$$

- e. Perhitungan Level *Sigma*

Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam Tabel Level *Sigma*. Dari perhitungan sebelumnya, telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk proses produksi *Bracket Seat* adalah sebesar 457.800 DPMO. Pada Tabel Level *Sigma* (Lampiran C), nilai DPMO 457.800 berada pada Level *Sigma* 1,60-1,61, maka untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 1,60 = 460.172 dan 1,61 = 456.205 maka Level *Sigma* perusahaan dihitung sebagai berikut:

$$\frac{460.172 - 457.800}{457.800 - 456.205} = \frac{1,61 - x}{x - 1,60}$$

$$\frac{2.372}{1.595} = \frac{1,61 - x}{x - 1,60}$$

$$2.372 (x - 1,60) = 1.595 (1,61 - x)$$

$$2.372 x - 3.818,92 = 2.567,95 - 1.595x$$

$$2.372x + 1.595x = 3.818,92 + 2.567,95$$

$$3967x = 6.386,87$$

$$x = 6.386,87 / 3.967$$

$$x = 1,60$$

Dari hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk proses Pemasangan *Head lamp* dengan *Combination lamp* RH pada saat ini berada pada level 1,60.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Pengolahan Data

Analisis pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahapan. Tahap *analyze* (analisis), *improve* (perbaikan) dan *control* (pengendalian).

5.1.1 Analisis Peta Kendali $\bar{x} - R$

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan melakukan pengukuran dimensi *gap* yang telah dilakukan dengan menggunakan peta kendali $\bar{x} - R$ pada bab sebelumnya, menunjukkan bahwa kualitas produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH tidak stabil, sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki kualitas produk tersebut. Hal ini dikarenakan terdapat 2 data yang keluar dari batas kendali yaitu data kedua dan ketiga yang berada di luar batas kendali atas (*Upper Control Limit*), data tersebut terjadi karena jarak *head lamp* dengan *combination lamp* RH tidak sesuai spesifikasi yaitu sebesar 1,0 mm – 4,00 mm.

\

5.1.2 Analisis Kemampuan Proses

Analisis kemampuan proses mendefinisikan kemampuan proses dalam memenuhi spesifikasi serta mengukur kinerja proses. Analisis kemampuan proses ini hanya dapat dilakukan hanya bila proses dalam keadaan terkendali secara statistik (proses stabil).

1. Indeks Kemampuan Proses Cp

Dari hasil perhitungan pada pengolahan data diketahui bahwa nilai Cp untuk pemasangan *head lamp* dan *combination lamp* RH adalah 0,510. Berdasarkan kriteria penilaian indeks Cp, nilai Cp sebesar 0,510 ($Cp < 1$) menunjukkan bahwa kapabilitas proses tersebut rendah.

2. Indeks Kemampuan Proses Cpk

Dari hasil perhitungan pada pengolahan data diketahui bahwa nilai $Cpk = \min [0,037 ; 0,982]$ berarti nilai indeks kapabilitas menunjukkan proses

menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Karena nilai minimum Cpk $0,037 < 1$.

5.1.3 Analisis Nilai DPMO dan Level Sigma

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, bahwa Nilai DPMO produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH pada proses *trimming* pada saat ini berada pada nilai 457.800 DPMO, artinya masih banyak jumlah cacat dimensi *gap* pada produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH dan untuk Level Sigma berada pada level 1,60.

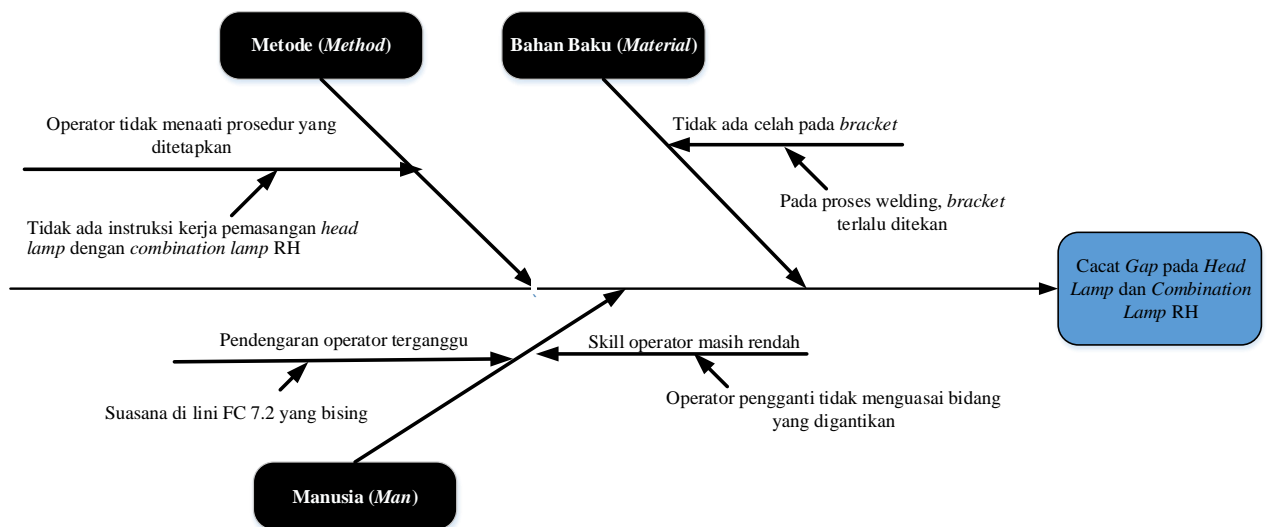
5.2. Tahap Analyze

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 *head lamp* dengan *combination lamp* RH yang telah dilakukan proses pemasangan kemudian dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya cacat dominan berdasarkan hasil pareto menggunakan diagram *fishbone*.

a. Analisis Diagram *Fishbone*

Dalam pembuatan *Diagram Fishbone* ini, jenis cacat yang akan dianalisa adalah jenis cacat yang paling dominan yaitu jenis cacat *Gap* dengan persentase sebesar 81%. Maka dari itu, untuk mencari faktor penyebab cacat *Gap* ada tiga faktor utama yaitu utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu, Manusia (*Man*), Metode Kerja (*Method*), dan Lingkungan Kerja (*Work Environment*).

Pembuatan *Diagram Fishbone* ini didasarkan pada hasil *brainstroming* dengan *supervisor improvement trimming 1*, *foreman proses trimming 1*, dan operator di lini FC 7.2 pada produk *head lamp* dengan *combination lamp* RH. *Diagram Fishbone* penyebab cacat dimensi *gap* dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5. 1 Diagram *Fishbone* Cacat *Gap* pada komponen *Head lamp* dengan *Combination lamp RH*
(Sumber: Analisis Pengolahan Data)

Dari Diagram *Fishbone* diketahui bahwa terdapat beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan cacat *Gap* dan untuk tabel penyebab dari terjadinya cacat *Gap* dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1. Penyebab dari cacat *Gap* antara *Head lamp* dengan *Combination lamp RH*

| No. | Aspek | Penyebab |
|-----|---------------------------|--|
| 1. | Manusia (<i>Man</i>) | Bila dilihat dari faktor manusia, skill operator rendah yang menyebabkan masih terdapat kesalahan operator saat proses pemasangan <i>head lamp</i> dengan <i>combination lamp RH</i> . Skill tersebut masih kurang baik karena kurang adanya pelatihan. Operator yang seringkali cuti juga membuat peluang untuk terjadinya kesalahan saat melakukan proses pemasangan <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp RH</i> karena operator pengganti tidak menguasai metode kerja pada lini yang digantikan. |

| No. | Aspek | Penyebab |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1. | Manusia (<i>Man</i>) | Penyebab kedua dari faktor manusia adalah pendengaran operator terganggu hal ini dapat menyebabkan operator tidak dapat mengetahui apakah baut yang akan dikencangkan pada saat pemasangan <i>combination lamp</i> RH sudah terpasang dengan baik atau tidak. Terganggunya pendengaran operator disebabkan karena suasana di lini FC 7.2 yang sangat bising. |
| 2. | <i>Method</i> (Metode) | Bila dilihat dari faktor metode, operator tidak menaati prosedur yang ditetapkan adalah penyebab terjadinya kesalahan saat pemasangan <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp</i> RH. Penyebab tidak menaati prosedur yang ditetapkan dikarenakan belum adanya instruksi kerja yang dibuat dari perusahaan agar dijadikan pedoman saat dilakukannya pemasangan. Jika proses pemasangan dilakukan tidak menaati prosedur yang ditetapkan yang benar, maka saat melakukan pemasangan akan terjadi kesalahan pada proses pemasangan, yaitu jarak antara <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp</i> RH tidak sesuai spesifikasi yang ditentukan oleh perusahaan. |
| 3. | Bahan Baku (<i>Material</i>) | Pada aspek bahan baku, penyebab utamanya adalah tidak adanya celah pada <i>bracket</i> . Hal ini terjadi karena pada saat proses <i>welding</i> terlalu banyak penekanan. Ketika <i>bracket</i> tidak memiliki celah, artinya <i>head lamp</i> yang akan dipasangkan ketika akan ditekan akan pecah, hal ini menyebabkan jarak antara <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp</i> tidak sesuai standar. |

(Sumber: Analisa Pengolahan Data)

5.3. Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah *improve* atau peningkatan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan perbaikan untuk melaksanakan peningkatan kualitas.

Ada dua tahapan untuk melakukan tahap *Improve* yaitu menggunakan analisis 5W + 1H dan Implementasi yang dilakukan.

5.3.1. Tahap Analisis 5W + 1H

Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *Improve* adalah memberikan usulan perbaikan dengan metode metode 5W+1H. Pada tahap *improve* ini, yang dilakukan pengembangan adalah penyebab yang harus diselesaikan permasalahannya.

Tabel 5. 2. Analisis 5W + 1 H Rencana Perbaikan Kualitas Pada Cacat Dimensi *Gap* antara *Head lamp* dengan *Combination lamp RH*

| Faktor | What | Why | Where | How | When | Who |
|----------|---|---|-------------|--|-------------------------|----------------------------|
| | Masalah yang terjadi | Alasan | Tempat | Tindakan | Waktu | Penanggung jawab |
| Manusia | <i>Skill</i> Operator masih rendah | Karena operator pengganti tidak menguasai bidang yang digantikan | Lini FC 7.2 | Melakukan <i>briefing</i> ±20 menit khusus untuk operator | Minggu ke-1 Bulan Maret | <i>Supervisor trimming</i> |
| | Pendengaran operator terganggu | Karena suasana di lini FC 7.2 yang bising | Lini FC 7.2 | Mewajibkan operator menggunakan <i>ear plug</i> untuk mengurangi resiko gangguan pendengaran | Minggu ke-1 Bulan Maret | <i>Supervisor trimming</i> |
| Metode | Operator tidak menaati prosedur yang ditetapkan | Karena tidak ada instruksi kerja pemasangan <i>head lamp</i> dan <i>combination lamp RH</i> | Lini FC 7.2 | Membuat instruksi kerja agar memudahkan operator dalam melakukan pemasangan | Minggu ke-1 Bulan Maret | <i>Supervisor trimming</i> |
| Material | Tidak adanya celah pada <i>bracket</i> | Karena pada proses <i>welding</i> , <i>bracket</i> terlalu ditekan | Lini FC 7.2 | Membuat spesifikasi jarak celah antara <i>bracket</i> | Minggu ke-1 Bulan Juni | <i>Foreman trimming</i> |

(Sumber: Analisis Pengolahan Data)

5.3.2. Tahap Implementasi

Pada tahap ini melakukan perbaikan dengan melihat analisis 5W+1H yang dijadikan saran atau solusi dalam memperbaiki atau mengurangi cacat dimensi *gap* pada *Head lamp RH*, adapun implementasi yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Dilakukan *briefing* khusus untuk operator pengganti sebelum melakukan pekerjaan di *section* tertentu.

Operator pengganti yang ada di perusahaan tidak diberikan pelatihan oleh pihak perusahaan, melainkan belajar mandiri dengan cara belajar langsung di lapangan. Hal ini menyebabkan operator pengganti belum memahami betul secara rinci prosedur pada setiap *section* yang akan digantikan. Operator hanya menebak-nebak langkah-langkah di proses *trimming*. Kurangnya mengenai pemahaman akan langkah-langkah proses yang akan digantikan akan membuat adanya cacat produk. Maka dari itu, Tindakan untuk memberikan *briefing* kepada operator adalah langkah awal dalam perbaikan, hal ini bertujuan agar operator mengetahui secara rinci langkah-langkah dalam bagian yang digantikan. *Briefing* dapat dilakukan selama ± 20 Menit yang membahas secara detail tentang proses yang digantikan.

2. Membuat instruksi kerja proses pemasangan *head lamp* secara terstruktur.
Urutan proses pemasangan *head lamp* sebelumnya dimulai dari memasang clip dibagian *combination lam*, lalu memasang *socket* ke *combination lamp*, setelah itu memasang *combination lamp* sesuai dengan clip yang dipasangkan sebelumnya, lalu merakit *combination lamp* dengan baut yang dikencangkan menggunakan alat bantu yaitu *impact*. Setelah *combination lamp* terpasang, ambil *head lamp* dan sambungkan dengan *socket*, setelah itu letakkan *head lamp* pada *bracket* lalu dipasangkan dengan cara ditekan. Proses ini terkadang dilakukan sesuai tetapi terkadang dilakukan secara acak. Maka dari itu penting adanya tindakan perbaikan untuk teknik urutan proses pemasangan yaitu dimulai dari memasang clip ke *combination lamp* lalu memasang *socket* ke *combination lamp* setelah itu memasang *combination lamp* ke clip yang sudah dipasangkan. Lalu langkah selanjutnya adalah mengambil *head lamp* dan memasangkannya

dengan *socket* lalu meletakkannya di *bracket*, setelah itu pasang *head lamp* ke *bracket* dengan cara ditekan. Setelah *head lamp* terpasang, kencangkan baut untuk memasang *combination lamp* dengan menggunakan *impact*. Perbedaan urutan proses pemasangan *head lamp* terletak pada pemasangan baut *combination lamp*. Proses diletakkan paling akhir, agar mengetahui seberapa kencang baut yang akan dipasang agar jarak antara *combination lamp* dan *head lamp* sesuai standar yang ditentukan perusahaan.

3. Operator wajib menggunakan *ear plug*

Tindakan mewajibkan menggunakan *ear plug* saat proses produksi khususnya dalam pemasangan *head lamp* dikarenakan masih terdapat beberapa operator yang seharusnya menggunakan *ear plug* tetapi tidak menggunakannya. Suasana tempat kerja yang sangat bising akan menyebabkan gangguan pada telinga operator, maka dari itu dapat menghambat proses produksi khususnya pada saat pemasangan *combination lamp* yang menggunakan alat bantu *impact* saat proses pengencangan baut. Jika terdapat gangguan telinga pada operator hal ini dapat menyebabkan operator tidak dapat memastikan apakah baut sudah terpasang dengan baik atau tidak.

5.4. 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 $\bar{x} - R$ 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 $\bar{x} - R$ Setelah Perbaikan

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian statistik. Untuk pembuatan Peta $\bar{x} - R$ ini, data pengukuran yang dilakukan adalah pada bulan Agustus 2019. Berikut adalah hasil pengukuran dimensi *gap* yang telah dikelompokkan menjadi 10 subgrup dan terdapat 5 sampel pengukuran pada bulan Agustus 2019 seperti tampak pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3. Pengukuran Dimensi *gap* pada produk *Head lamp* dengan *combination lamp* RH

| Subgroup (k) | Hasil Pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₅ |
| 1 | 3,8 | 3,5 | 4,5 | 3,5 | 4,6 |
| 2 | 3,1 | 4,2 | 4,7 | 2,6 | 3,8 |
| 3 | 3,8 | 3,9 | 3,8 | 2,4 | 1,2 |
| 4 | 3,3 | 3,2 | 3,6 | 1,4 | 3,5 |
| 5 | 3,5 | 3,7 | 2,7 | 3,2 | 1,9 |
| 6 | 3,1 | 2,9 | 1,7 | 4,3 | 2,8 |
| 7 | 3,8 | 4,1 | 3,2 | 1,9 | 2,4 |
| 8 | 1,0 | 3,8 | 2,9 | 2,3 | 1,4 |
| 9 | 2,3 | 3,2 | 3,4 | 2,8 | 3,6 |
| 10 | 3,5 | 1,8 | 4,2 | 1,9 | 4,1 |

(Sumber: Pengolahan Data)

Peta kendali didasarkan dari data hasil pengukuran dimensi *gap* produk *Head lamp* dengan *combination lamp* RH pada tabel 4.6 dan Rekapitulasi data pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

Jumlah populasi : 50
 Jumlah subgrup sampel : 10
 Jumlah pengukuran sampel (n) : 5
 Lebar batas kendali : 3σ

Perhitungan \bar{x} dan $\bar{\bar{x}}$ didasarkan data pengukuran dimensi *gap* produk *Head lamp* dengan *combination lamp* RH pada tabel 4.6, sehingga didapat proses perhitungan sebagai berikut:

- Rata-rata subgrup sampel 1
- $\bar{x}_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$

$$\bar{x}_1 = \frac{3,8 + 3,5 + 4,5 + 3,5 + 4,6}{5} = 3,98 \text{ mm}$$

- Rata-rata subgrup sampel 2 dan seterusnya, cara pengerjaan sama dengan diatas.

Sedangkan untuk rata-rata keeluruhan subgrup:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{31,16}{10} = 3,116 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk perhitungan \bar{R} didapat dari:

- Rentangan subgrup sampel 1

R = rentangan sampel = nilai terbesar – nilai terkecil

$$R_1 = 4,60 - 3,50 = 1,10 \text{ mm}$$

- Sedangkan untuk rata-rata keseluruhan subgrup:

$$\bar{R}_1 = \frac{\sum R}{k}$$

$$= \frac{21,20}{10} = 2,12 \text{ mm}$$

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan subgrup lainnya dengan pengerjaan yang sama, seperti tampak pada tabel 5.4 berikut:

Tabel 5. 4. Rekapitulasi hasil perhitungan cacat *gap head lamp* dengan *combination lamp* RH

| Subgroup (k) | Hasil Pengukuran Sampel Ke - (mm) | | | | | \bar{x} (mm) | R (mm) |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------|
| | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₅ | | |
| 1 | 3,8 | 3,5 | 4,5 | 3,5 | 4,6 | 3,98 | 1,10 |
| 2 | 3,1 | 4,2 | 4,7 | 2,6 | 3,8 | 3,68 | 2,10 |
| 3 | 3,8 | 3,9 | 3,8 | 2,4 | 1,2 | 3,02 | 2,70 |
| 4 | 3,3 | 3,2 | 3,6 | 1,4 | 3,5 | 3,00 | 2,20 |
| 5 | 3,5 | 3,7 | 2,7 | 3,2 | 1,9 | 3,00 | 1,80 |
| 6 | 3,1 | 2,9 | 1,7 | 4,3 | 2,8 | 2,96 | 2,60 |
| 7 | 3,8 | 4,1 | 3,2 | 1,9 | 2,4 | 3,08 | 2,20 |
| 8 | 1,0 | 3,8 | 2,9 | 2,3 | 1,4 | 2,28 | 2,80 |
| 9 | 2,3 | 3,2 | 3,4 | 2,8 | 3,6 | 3,06 | 1,30 |
| 10 | 3,5 | 1,8 | 4,2 | 1,9 | 4,1 | 3,10 | 2,40 |
| Jumlah (mm) | | | | | | $\sum \bar{x} = 31,16$ | $\sum R = 21,20$ |
| Rata-rata (mm) | | | | | | $\bar{\bar{x}} = 3,116$ | $\bar{R} = 2,120$ |

(Sumber: Pengolahan data)

Berdasarkan pada hasil perhitungan sebelumnya (tabel 5.4), maka dapat dibuat batas-batas kendali \bar{x} dan R sehingga didapat proses perhitungan:

1. Batas kendali \bar{x}

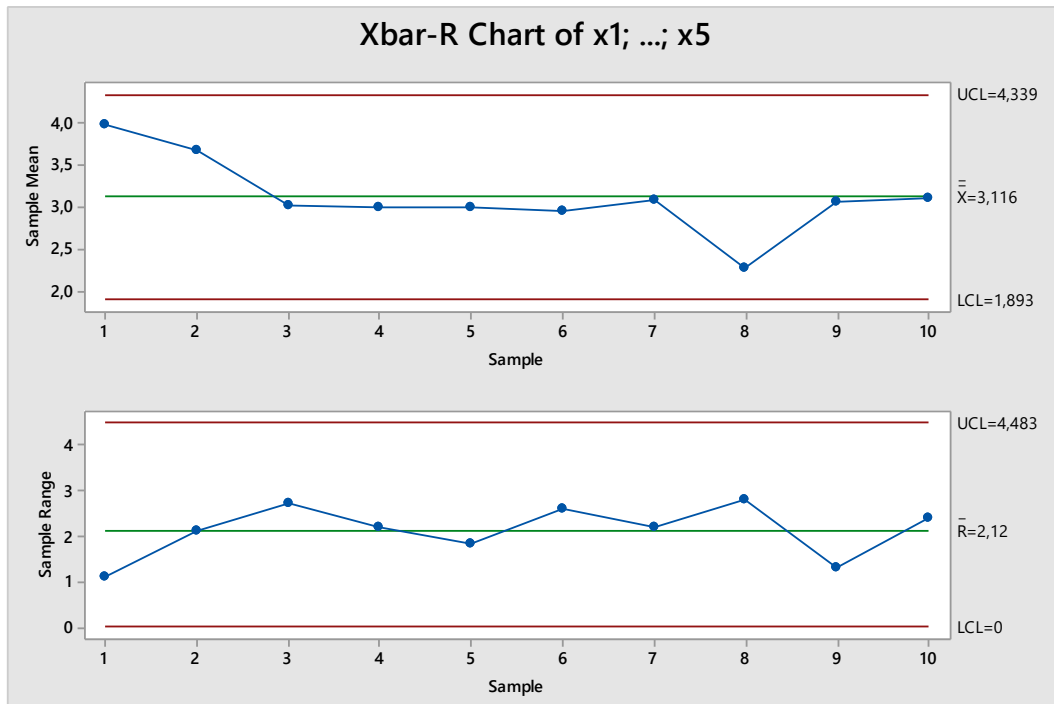
$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ &= 3,116 + (0,577 \times 2,12) \\ &= 4,339 \text{ mm} \\ \text{LCL} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \\ &= 3,116 - (0,577 \times 2,12) \\ &= 1,893 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Batas kendali R

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= D_4 \bar{R} \\ &= 2,114 \times 2,12 \\ &= 4,48 \text{ mm} \\ \text{LCL} &= D_3 \bar{R} \\ &= 0 \times 2,12 \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan batas-batas kendali maka langkah selanjutnya adalah memplotkan data menjadi sebuah Peta Kendali $\bar{x} - R$ dilakukan dengan menggunakan program Minitab, dengan langkah-langkah pengerjaan:

- ✓ Masukkan data cacat dan ukuran sampel dalam tabel
- ✓ Klik Stat -> Control Chart -> *Variabels Charts for Subgroups* -> $\bar{x} - R$
- ✓ Klik *Multivel Variabel*
- ✓ Masukkan ukuran sampel dalam *Subgroups in*
- ✓ Klik OK



Gambar 5. 2. Peta Kendali $\bar{x} - R$ untuk cacat *Gap* Setelah Perbaikan

(Sumber:Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali pada Gambar 5.2 diketahui bahwa semua data masuk dalam batas kontrol, artinya proses yang berjalan setelah adanya implementasi dapat terkendali secara statistik.

3. Nilai DPMO Setelah Perbaikan

Pengukuran *baseline* kinerja merupakan perhitungan besarnya nilai *Sigma* produk 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* yaitu:

Diketahui:

$$\bar{R} = 2,12$$

$$\bar{\bar{X}} = 3,12$$

$$Spec = 1,00 - 4,00$$

$$d_2 = 2,326 \text{ (table } d_2 \text{ dengan ukuran sampel} = 5)$$

- a. Mencari nilai standar deviasi

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{2,12}{2,326} = 0,911$$

- b. Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL

$$P \left[Z \leq \left(\frac{1,00-3,12}{0,911} \right) \right] = -2,32$$

$$P (Z \leq -2,32) = 0,0102$$

- c. Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL

$$P \left[Z \geq \left(\frac{4,00-3,12}{0,911} \right) \right] = 0,96$$

$$P (Z \geq 0,96) = 0,1685$$

- d. Perhitungan nilai DPMO

$$defect = (0,0179 + 0,1685) \times 1.000.000 = 186.400 \text{ DPMO}$$

- e. Perhitungan Level *Sigma*

Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam Tabel Level *Sigma* yang ada di lampiran B. Dari perhitungan sebelumnya, telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk proses produksi *Bracket Seat* adalah sebesar 186.400 DPMO. Pada Tabel Level *Sigma*, nilai DPMO 186.400 berada pada Level *Sigma* 2,39-2,40, maka untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 2,39= 186.733 dan 2,40=184.060, maka Level *Sigma* perusahaan dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{186.733-186.400}{186.400-184.060} &= \frac{2,40-x}{x-2,39} \\ \frac{333}{2.340} &= \frac{2,40-x}{x-2,39} \\ 333(x-2,39) &= 2.340 (2,40-x) \\ 333x-795,87 &= 5.616-2.340x \\ 333x+2.340x &= 5.616+795,87 \\ 2.673x &= 6.411,87 \\ x &= 6.411,87/2.673 \\ x &= 2,39 \end{aligned}$$

5.2. 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 *trimming*. Perbandingan DPMO dan Level *Sigma* Sebelum dan Setelah Data yang keluar dibuang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 5. Tabel Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Sesudah Data yang keluar dibuang

| No | Perbandingan | Nilai | | Selisih | Keterangan |
|----|--------------|-----------------|-----------------------------|--------------|------------|
| | | Data diatas UCL | Data diatas UCL dihilangkan | | |
| 1 | DPMO | 457.800 Unit | 186.400 Unit | 271.400 Unit | Turun |
| 2 | Level Sigma | 1,60 | 2,39 | 0,79 | Naik |

(Sumber: Pengolahan Data)

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, pengolahan data dan analisis masalah yang dilakukan pada bab - bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 2 (dua) jenis cacat yang ditemukan pada lini *trimming* FC 7.2 untuk *part head lamp RH* jenis kendaraan niaga Mitsubishi Jenis TD, yaitu *touch* dan *Gap*. Dari 2 (dua) jenis cacat yang telah disebutkan, cacat *gap* merupakan jenis cacat yang paling dominan dengan persentase sebesar 81% oleh karena itu, cacat *gap* adalah jenis cacat yang dianalisis menggunakan Diagram *Fishbone* untuk mencari faktor penyebab terjadinya dan usulan perbaikannya. Faktor penyebab pada jenis cacat *gap* adalah *skill* operator yang masih rendah, instruksi kerja masih kurang spesifik, tidak adanya celah pada *bracket* dan keadaan tempat kerja yang sangat bising.
2. Perbaikan yang dilakukan dalam mengurangi cacat produk yang terjadi di PT Krama Yudha Ratu Motor adalah melakukan *briefing* khusus dengan operator pengganti sebelum melakukan pekerjaan, membuat instruksi kerja pemasangan *head lamp* dengan *combination lamp* RH, dan mewajibkan setiap operator untuk memakai *ear plug* karena keadaan tempat kerja yang bising.
3. Melalui Metode DMAIC yang dilakukan pada pemasangan *Head lamp* dengan *combination lamp* RH dapat dilihat perbandingan nilai DPMO dan Level Sigma. Nilai DPMO turun sebesar 271.400 unit, sedangkan nilai Level *Sigma* naik sebesar 0,79.

6.2. Saran

Dari hasil pengolahan data, analisis dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat diberikan kepada perusahaan sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada PT Krama Yudha Ratu Motor, khususnya untuk manajemen departemen *trimming* dapat terus mengawasi proses pemasangan yang dilakukan di setiap lini produksi yang berada di perusahaan, agar setiap terjadinya kesalahan saat proses pemasangan dapat dilakukan perbaikan secara cepat untuk mengurangi jumlah cacat di perusahaan.
2. Diharapkan pihak PT Krama Yudha Ratu Motor, khususnya untuk manajemen departemen *trimming* dapat mempertahankan dan terus menjalankan perbaikan yaitu melakukan *briefing* secara khusus untuk operator pengganti, membuat instruksi kerja, dan mewajibkan operator menggunakan *ear plug*. Hal ini dilakukan karena kualitas produk sangat berpengaruh terhadap kepuasan konsumen dalam memakai produk yang diproduksi oleh perusahaan itu sendiri.
3. Diharapkan seluruh karyawan manajemen maupun operator agar selalu menjaga kebersihan lingkungan perusahaan dan area kerja setiap bidang masing-masing. Karena apabila lingkungan perusahaan selalu terjaga kebersihannya, operator dan karyawan akan merasa nyaman dalam bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2005. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hutahaean, Jeperson. 2014. *Konsep Sistem Informasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Irwan dan Haryono, Didi. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis&Aplikatif)*. Bandung: Alfabeta.
- Kuswandi dan Mutiara, Erna. 2004. *Delapan Langkah dan Tujuh Alat Statistik untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Nur, Rusdi dan Arsyad, Muhammad. 2017. *Pengantar Sistem Manufaktur*. Yogyakarta: Deepublish.
- Pande, Peter S., Neuman, R.P., dan Cavanagh, R.R. 2002. *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta.
- Soemohadiwidjojo, Arini T. 2017. *Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik*. Jakarta: Raih Asa Sukses.

LAMPIRAN ATabel Nilai A₂, d₂, D₃, D₄

| Subgroup Size | A ₂ | d ₂ | D ₃ | D ₄ |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 | 1.880 | 1.128 | ----- | 3.268 |
| 3 | 1.023 | 1.693 | ----- | 2.574 |
| 4 | 0.729 | 2.059 | ----- | 2.282 |
| 5 | 0.577 | 2.326 | ----- | 2.114 |
| 6 | 0.483 | 2.534 | ----- | 2.004 |
| 7 | 0.419 | 2.704 | 0.076 | 1.924 |
| 8 | 0.373 | 2.847 | 0.136 | 1.864 |
| 9 | 0.337 | 2.970 | 0.184 | 1.816 |
| 10 | 0.308 | 3.078 | 0.223 | 1.777 |
| 11 | 0.285 | 3.173 | 0.256 | 1.744 |
| 12 | 0.266 | 3.258 | 0.283 | 1.717 |
| 13 | 0.249 | 3.336 | 0.307 | 1.693 |
| 14 | 0.235 | 3.407 | 0.328 | 1.672 |
| 15 | 0.223 | 3.472 | 0.347 | 1.653 |
| 16 | 0.212 | 3.532 | 0.363 | 1.637 |
| 17 | 0.203 | 3.588 | 0.378 | 1.622 |
| 18 | 0.194 | 3.640 | 0.391 | 1.608 |
| 19 | 0.187 | 3.689 | 0.403 | 1.597 |
| 20 | 0.180 | 3.735 | 0.415 | 1.585 |
| 21 | 0.173 | 3.778 | 0.425 | 1.575 |
| 22 | 0.167 | 3.819 | 0.434 | 1.566 |
| 23 | 0.162 | 3.858 | 0.443 | 1.557 |
| 24 | 0.157 | 3.895 | 0.451 | 1.548 |
| 25 | 0.153 | 3.931 | 0.459 | 1.541 |

LAMPIRAN B

Tabel Distribusi Normal Standar Z

| z | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .5000 | .4960 | .4920 | .4880 | .4840 | .4801 | .4761 | .4721 | .4681 | .4641 |
| 0.1 | .4602 | .4562 | .4522 | .4483 | .4443 | .4404 | .4364 | .4325 | .4286 | .4247 |
| 0.2 | .4207 | .4168 | .4129 | .4000 | .4052 | .4013 | .3974 | .3936 | .3897 | .3859 |
| 0.3 | .3821 | .3783 | .3745 | .3707 | .3669 | .3632 | .3594 | .3557 | .3520 | .3483 |
| 0.4 | .3446 | .3409 | .3372 | .3336 | .3300 | .3264 | .3228 | .3192 | .3156 | .3121 |
| 0.5 | .3085 | .3050 | .3015 | .2981 | .2946 | .2912 | .2877 | .2843 | .2810 | .2776 |
| 0.6 | .2743 | .2709 | .2676 | .2643 | .2611 | .2578 | .2546 | .2514 | .2483 | .2451 |
| 0.7 | .2420 | .2389 | .2358 | .2327 | .2290 | .2266 | .2236 | .2206 | .2177 | .2148 |
| 0.8 | .2119 | .2090 | .2061 | .2033 | .2005 | .1977 | .1949 | .1922 | .1894 | .1867 |
| 0.9 | .1841 | .1814 | .1788 | .1762 | .1736 | .1771 | .1685 | .1660 | .1635 | .1611 |
| 1.0 | .1587 | .1562 | .1539 | .1515 | .1492 | .1469 | .1446 | .1423 | .1401 | .1379 |
| 1.1 | .1357 | .1335 | .1314 | .1292 | .1271 | .1251 | .1230 | .1210 | .1190 | .1170 |
| 1.2 | .1151 | .1131 | .1112 | .1093 | .1075 | .1056 | .1038 | .1020 | .1003 | .0985 |
| 1.3 | .0968 | .0951 | .0934 | .0918 | .0901 | .0885 | .0869 | .0853 | .0838 | .0823 |
| 1.4 | .0808 | .0793 | .0778 | .0764 | .0749 | .0735 | .0721 | .0708 | .0694 | .0681 |
| 1.5 | .0668 | .0655 | .0643 | .0630 | .0618 | .0606 | .0594 | .0582 | .0571 | .0559 |
| 1.6 | .0548 | .0537 | .0526 | .0516 | .0505 | .0495 | .0485 | .0475 | .0465 | .0455 |
| 1.7 | .0446 | .0436 | .0427 | .0418 | .0409 | .0401 | .0392 | .0384 | .0375 | .0367 |
| 1.8 | .0359 | .0351 | .0344 | .0336 | .0329 | .0322 | .0314 | .0307 | .0301 | .0294 |
| 1.9 | .0287 | .0281 | .0274 | .0268 | .0262 | .0256 | .0250 | .0244 | .0239 | .0233 |
| 2.0 | .0228 | .0222 | .0217 | .0212 | .0207 | .0202 | .0197 | .0192 | .0188 | .0183 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.1 | .0179 | .0174 | .0170 | .0166 | .0162 | .0158 | .0154 | .0150 | .0146 | .0143 |
| 2.2 | .0139 | .0136 | .0132 | .0129 | .0125 | .0122 | .0119 | .0116 | .0113 | .0110 |
| 2.3 | .0107 | .0104 | .0102 | .0099 | .0096 | .0094 | .0091 | .0089 | .0087 | .0084 |
| 2.4 | .0082 | .0080 | .0078 | .0075 | .0073 | .0071 | .0069 | .0068 | .0066 | .0064 |
| 2.5 | .0062 | .0060 | .0059 | .0057 | .0055 | .0054 | .0052 | .0051 | .0049 | .0048 |
| 2.6 | .0047 | .0045 | .0044 | .0043 | .0041 | .0040 | .0039 | .0038 | .0037 | .0036 |
| 2.7 | .0035 | .0034 | .0033 | .0032 | .0031 | .0030 | .0029 | .0028 | .0027 | .0026 |
| 2.8 | .0026 | .0025 | .0024 | .0023 | .0023 | .0022 | .0021 | .0021 | .0020 | .0019 |
| 2.9 | .0019 | .0018 | .0018 | .0024 | .0016 | .0016 | .0015 | .0015 | .0014 | .0014 |
| 3.0 | .0013 | .0013 | .0013 | .0012 | .0012 | .0011 | .0011 | .0011 | .0010 | .0010 |

LAMPIRAN C1

Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

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

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

LAMPIRAN C2

Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

| Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO |
|-------------|---------|-------------|---------|-------------|--------|-------------|--------|
| 2,04 | 294.598 | 2,55 | 146.859 | 3,06 | 59.380 | 3,57 | 19.226 |
| 2,05 | 291.160 | 2,56 | 144.572 | 3,07 | 58.208 | 3,58 | 18.763 |
| 2,06 | 287.740 | 2,57 | 142.310 | 3,08 | 57.053 | 3,59 | 18.309 |
| 2,07 | 284.339 | 2,58 | 140.071 | 3,09 | 55.917 | 3,60 | 17.864 |
| 2,08 | 280.957 | 2,59 | 137.857 | 3,10 | 54.799 | 3,61 | 17.429 |
| 2,09 | 277.595 | 2,60 | 135.666 | 3,11 | 53.699 | 3,62 | 17.003 |
| 2,10 | 274.253 | 2,61 | 133.500 | 3,12 | 52.616 | 3,63 | 16.586 |
| 2,11 | 270.931 | 2,62 | 131.357 | 3,13 | 51.551 | 3,64 | 16.177 |
| 2,12 | 267.629 | 2,63 | 129.238 | 3,14 | 50.503 | 3,65 | 15.778 |
| 2,13 | 264.347 | 2,64 | 127.143 | 3,15 | 49.471 | 3,66 | 15.386 |
| 2,14 | 261.086 | 2,65 | 125.072 | 3,16 | 48.457 | 3,67 | 15.003 |
| 2,15 | 257.846 | 2,66 | 123.024 | 3,17 | 47.460 | 3,68 | 14.629 |
| 2,16 | 254.627 | 2,67 | 121.001 | 3,18 | 46.479 | 3,69 | 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 | 3,83 | 9.903 |
| 2,31 | 208.970 | 2,82 | 93.418 | 3,33 | 33.625 | 3,84 | 9.642 |
| 2,32 | 206.108 | 2,83 | 91.759 | 3,34 | 32.884 | 3,85 | 9.387 |
| 2,33 | 203.269 | 2,84 | 90.123 | 3,35 | 32.157 | 3,86 | 9.137 |
| 2,34 | 200.454 | 2,85 | 88.508 | 3,36 | 31.443 | 3,87 | 8.894 |
| 2,35 | 197.662 | 2,86 | 86.915 | 3,37 | 30.742 | 3,88 | 8.656 |
| 2,36 | 194.894 | 2,87 | 85.344 | 3,38 | 30.054 | 3,89 | 8.424 |
| 2,37 | 192.150 | 2,88 | 83.793 | 3,39 | 29.379 | 3,90 | 8.198 |
| 2,38 | 189.430 | 2,89 | 82.264 | 3,40 | 28.716 | 3,91 | 7.976 |
| 2,39 | 186.733 | 2,90 | 80.757 | 3,41 | 28.067 | 3,92 | 7.760 |
| 2,40 | 184.060 | 2,91 | 79.270 | 3,42 | 27.429 | 3,93 | 7.549 |
| 2,41 | 181.411 | 2,92 | 77.804 | 3,43 | 26.803 | 3,94 | 7.344 |
| 2,42 | 178.786 | 2,93 | 76.359 | 3,44 | 26.190 | 3,95 | 7.143 |
| 2,43 | 176.186 | 2,94 | 74.934 | 3,45 | 25.588 | 3,96 | 6.947 |
| 2,44 | 173.609 | 2,95 | 73.529 | 3,46 | 24.998 | 3,97 | 6.756 |
| 2,45 | 171.056 | 2,96 | 72.145 | 3,47 | 24.419 | 3,98 | 6.569 |
| 2,46 | 168.528 | 2,97 | 70.781 | 3,48 | 23.852 | 3,99 | 6.387 |
| 2,47 | 166.023 | 2,98 | 69.437 | 3,49 | 23.295 | 4,00 | 6.210 |
| 2,48 | 163.543 | 2,99 | 68.112 | 3,50 | 22.750 | 4,01 | 6.037 |
| 2,49 | 161.087 | 3,00 | 66.807 | 3,51 | 22.215 | 4,02 | 5.868 |
| 2,50 | 158.655 | 3,01 | 65.522 | 3,52 | 21.692 | 4,03 | 5.703 |
| 2,51 | 156.248 | 3,02 | 64.256 | 3,53 | 21.178 | 4,04 | 5.543 |
| 2,52 | 153.864 | 3,03 | 63.008 | 3,54 | 20.675 | 4,05 | 5.386 |
| 2,53 | 151.505 | 3,04 | 61.780 | 3,55 | 20.182 | 4,06 | 5.234 |
| 2,54 | 149.170 | 3,05 | 60.571 | 3,56 | 19.699 | 4,07 | 5.085 |

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

LAMPIRAN C3

Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

| Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO | Nilai Sigma | DPMO |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------|--|------|
| 4,08 | 4.940 | 4,59 | 1.001 | 5,10 | 159 | 5,61 | 20 |
| 4,09 | 4.799 | 4,60 | 968 | 5,11 | 153 | 5,62 | 19 |
| 4,10 | 4.661 | 4,61 | 936 | 5,12 | 147 | 5,63 | 18 |
| 4,11 | 4.527 | 4,62 | 904 | 5,13 | 142 | 5,64 | 17 |
| 4,12 | 4.397 | 4,63 | 874 | 5,14 | 136 | 5,65 | 17 |
| 4,13 | 4.269 | 4,64 | 845 | 5,15 | 131 | 5,66 | 16 |
| 4,14 | 4.145 | 4,65 | 816 | 5,16 | 126 | 5,67 | 15 |
| 4,15 | 4.025 | 4,66 | 789 | 5,17 | 121 | 5,68 | 15 |
| 4,16 | 3.907 | 4,67 | 762 | 5,18 | 117 | 5,69 | 14 |
| 4,17 | 3.793 | 4,68 | 736 | 5,19 | 112 | 5,70 | 13 |
| 4,18 | 3.681 | 4,69 | 711 | 5,20 | 108 | 5,71 | 13 |
| 4,19 | 3.573 | 4,70 | 687 | 5,21 | 104 | 5,72 | 12 |
| 4,20 | 3.467 | 4,71 | 664 | 5,22 | 100 | 5,73 | 12 |
| 4,21 | 3.364 | 4,72 | 641 | 5,23 | 96 | 5,74 | 11 |
| 4,22 | 3.264 | 4,73 | 619 | 5,24 | 92 | 5,75 | 11 |
| 4,23 | 3.167 | 4,74 | 598 | 5,25 | 88 | 5,76 | 10 |
| 4,24 | 3.072 | 4,75 | 577 | 5,26 | 85 | 5,77 | 10 |
| 4,25 | 2.980 | 4,76 | 557 | 5,27 | 82 | 5,78 | 9 |
| 4,26 | 2.890 | 4,77 | 538 | 5,28 | 78 | 5,79 | 9 |
| 4,27 | 2.803 | 4,78 | 519 | 5,29 | 75 | 5,80 | 9 |
| 4,28 | 2.718 | 4,79 | 501 | 5,30 | 72 | 5,81 | 8 |
| 4,29 | 2.635 | 4,80 | 483 | 5,31 | 70 | 5,82 | 8 |
| 4,30 | 2.555 | 4,81 | 467 | 5,32 | 67 | 5,83 | 7 |
| 4,31 | 2.477 | 4,82 | 450 | 5,33 | 64 | 5,84 | 7 |
| 4,32 | 2.401 | 4,83 | 434 | 5,34 | 62 | 5,85 | 7 |
| 4,33 | 2.327 | 4,84 | 419 | 5,35 | 59 | 5,86 | 7 |
| 4,34 | 2.256 | 4,85 | 404 | 5,36 | 57 | 5,87 | 6 |
| 4,35 | 2.186 | 4,86 | 390 | 5,37 | 54 | 5,88 | 6 |
| 4,36 | 2.118 | 4,87 | 376 | 5,38 | 52 | 5,89 | 6 |
| 4,37 | 2.052 | 4,88 | 362 | 5,39 | 50 | 5,90 | 5 |
| 4,38 | 1.988 | 4,89 | 350 | 5,40 | 48 | 5,91 | 5 |
| 4,39 | 1.926 | 4,90 | 337 | 5,41 | 46 | 5,92 | 5 |
| 4,40 | 1.866 | 4,91 | 325 | 5,42 | 44 | 5,93 | 5 |
| 4,41 | 1.807 | 4,92 | 313 | 5,43 | 42 | 5,94 | 5 |
| 4,42 | 1.750 | 4,93 | 302 | 5,44 | 41 | 5,95 | 4 |
| 4,43 | 1.695 | 4,94 | 291 | 5,45 | 39 | 5,96 | 4 |
| 4,44 | 1.641 | 4,95 | 280 | 5,46 | 37 | 5,97 | 4 |
| 4,45 | 1.589 | 4,96 | 270 | 5,47 | 36 | 5,98 | 4 |
| 4,46 | 1.538 | 4,97 | 260 | 5,48 | 34 | 5,99 | 4 |
| 4,47 | 1.489 | 4,98 | 251 | 5,49 | 33 | 6,00 | 3 |
| 4,48 | 1.441 | 4,99 | 242 | 5,50 | 32 | <p><i>Catatan:</i> Tabel konversi ini mencakup penggeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z</p> | |
| 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 | | |

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