

**PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UNTUK MEMINIMALISASI CACAT
PART MUFFLER TIPE XE621/631 PADA MAIN MUFFLER DENGAN
METODE DMAIC DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR**

TUGAS AKHIR

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

OLEH :

NAMA : Maulana Yusuf

NIM : 1113045



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
JAKARTA
2017**

ABSTRAK

PT Suzuki Indomobil Motor merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan kendaraan motor roda dua. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam komponen/*part* kendaraan bermotor, salah satunya *part muffler* (knalpot) tipe XE621/631 dengan tahapan proses *pressing*, *welding*, *plating* dan *painting*. Pada proses *welding* di *main muffler*, Permasalahan yang dialami adalah ditemukan 141 produk cacat pada produk Muffler tipe XE621/631 dari jumlah produksi 3045 unit dengan presentase cacat 4,6% pada bulan Maret 2017, Sedangkan target maksimal perusahaan mengenai cacat/*defect* yang dihasilkan adalah 1,29%. perusahaan membutuhkan penerapan konsep *Six Sigma* untuk mendapatkan sebab-sebab terjadinya temuan produk cacat dan bagaimana untuk mengatasi temuan tersebut. Hal yang menjadi perhatian temuan cacat dalam penentuan *Critical to Quality* (CTQ) adalah *spatter*, keropos, bocor dan las kurang. Berdasarkan hasil analisis pada diagram Pareto, jenis cacat yang memiliki jumlah cacat tertinggi yaitu bocor dan *spatter*. Akar penyebab terjadinya cacat bocor dan *spatter* dengan menggunakan *fishbone* adalah proses penyemprotan anti *spatter* tidak fokus di area *apperience*, tidak ada alat bantu transportasi serta mesin las sudah usia diatas 10 tahun. Perbaikan yang direkomendasikan dalam meningkatkan kualitas proses produksi adalah dengan merngubah posisi gerakan penyemprotan anti *spatter* dalam proses pengelasan *bracket muffler*, memberikan alat bantu dalam transportasi dari *proses leak test* ke proses *buffing* berupa rak berjalan. Setelah dilakukan perbaikan, proses produksi *Muffler* tipe XE621/631 berjalan lebih efisien. Hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai sigma secara signifikan dari 3,77 menjadi 4,04.

Kata Kunci : *Six Sigma*, *defect*, *sigma*, *Critical to Quality* (CTQ), diagram Pareto, *fishbone*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul, **“PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UNTUK MEMINIMALISASI CACAT PART MUFFLER TIPE XE621/631 PADA MAIN MUFFLER DENGAN METODE DMAIC DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR”**

Penulisan tugas akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI yaitu Program Studi Teknik Industri Otomotif. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.

Ucapan terimakasih yang pertama saya ucapkan kepada kedua orang tua yaitu Bapak H. Djajat dan Ibu Hj. Siti Asiyah yang tiada henti-hentinya berdoa dan memberi motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Kemudian saya ucapkan pula rasa terimakasih saya sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT, selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S. Kom. MT, selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.
- Bapak Muhamad Agus, ST. MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Wilda Sukmawati, MT , selaku dosen pembimbing selama penulis membuat tugas akhir.
- Ibu Dr. Hendrastuti H. Agung, MT, selaku pembimbing akademik.
- Bapak Ohashi Tomohisa selaku *Dept Head Production 2W* PT Suzuki Indomobil Motor.
- Ibu Ana, selaku bagian HRD Suzuki Indomobil Motor.

- Bapak Dwi Urip selaku *Head of Molding Section* PT Suzuki Indomobil Motor.
- Bapak Kuswara, selaku *Head of Welding Section* PT Suzuki Indomobil Motor.
- Bapak Abdul Mukid selaku pembimbing lapangan yang telah banyak membagikan ilmunya kepada penulis.
- Bapak Lukman Hakim, Bapak Juanda dan tim *Welding Section* PT Suzuki Indomobil Motor lainnya, atas bimbingan serta saran yang diberikan selama penulis melaksanakan praktik kerja lapangan.
- Syarif Hidayatullah, Try Setiawan, Dini Amalia, serta rekan-rekan keluarga besar Lembaga Pers Mahasiswa Industria.
- Muhammad Adnan Fauzi, Hendra Dwi Putranto, Aidil Dwi Satria, Aditya Ramadhan, Adhe Tri Septianingsih, Hanni Andani Putri, Teman-teman seperjuangan angkatan 2013 yang selalu memberikan kebersamaan, kekompakan dan kerjasama selama hampir 4 (empat) tahun ini.
- Izzati Prabawani Putri, Irwan Setiawan, Miftah Handrika dan rekan-rekan *avengers* yang telah membantu dan memberi dukungan dalam tugas akhir ini.
- Ahmad Fariz Rizky dan Muhammad Ridwan Mas selaku rekan-rekan kerja lapangan yang telah bertukar inspirasi dalam menyusun tugas akhir ini.
- Bapak Tata Wahyudin, Sandi Legowo dan Tubagus selaku rekan kerja di Kadin Indonesia yang telah mendukung dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

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

Jakarta, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR SAMPUL

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan 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	
2.1 Pengertian Kualitas	6
2.2 Pengertian <i>Six Sigma</i>	8
2.3 Metode DMAIC dalam <i>Six Sigma</i>	11
2.6 Konsep Dasar Sistem Produksi	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis Data	31
3.2 Sumber Data.....	32
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	32

3.3 Tahapan Metodologi Penelitian	33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	40
4.2 Pengolahan Data	56
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1 Tahap <i>Analyze</i>	69
5.2 Tahap <i>Improve</i>	72
5.3 Tahap <i>Control</i>	75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	77
6.2 Saran	78
Daftar Pustaka	79
Lampiran-lampiran	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan <i>True Six Sigma</i> dengan Motorola <i>Six Sigma</i>	11
Tabel 2.2 Bagan Ketidaksesuaian untuk Komponen Mesin Listrik.....	21
Tabel 2.3 Metode 5W+1H Pengembangan Rencana Tindakan	27
Tabel 4.1. Jam Kerja Operator Shift I	47
Tabel 4.2. Jam Kerja Operator Shift III.....	47
Tabel 4.3. Data jumlah cacat divisi <i>welding</i> dari masing-masing tipe.....	49
Tabel 4.4. Data jumlah cacat proses produksi <i>Part Muffler</i> tipe XE621/631 di bagian <i>welding</i>	55
Tabel 4.5. Jenis <i>Part Muffler</i> tipe XE621/631 pada <i>main muffler</i>	56
Tabel 4.6 Jumlah produksi dan presentasi cacat di <i>Main Muffler</i> PT Suzuki Indomobil Motor.	57
Tabel 4.7 Perhitungan Batas Kendali Peta Kendali <i>p</i> Proses <i>Welding Muffler</i> tipe XE621/631 di <i>Main Muffler</i>	64
Tabel 4.8 Perhitungan Batas Kendali Peta Kendali <i>p</i> Setelah Perbaikan Proses <i>Welding Muffler</i> tipe XE621/631 di <i>Main Muffler</i>	67
Tabel 5.1 Sebab akibat terjadi bocor dan <i>spatter</i>	70
Tabel 5.2. Usulan tindakan perbaikan bocor dan mengurangi <i>spatter</i>	72
Tabel 5.3 Bukti <i>Improve</i> Proses <i>Welding Part Muffler</i> tipe XE621/631 pada <i>Main Muffler</i>	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konsep <i>Six Sigma</i>	11
Gambar 2.2 Siklus DMAIC	12
Gambar 2.3 Format Diagram SIPOC	14
Gambar 2.4 Diagram Pareto	17
Gambar 2.5 Contoh Peta Kendali <i>p</i>	20
Gambar 2.6 Peta Control <i>p</i>	23
Gambar 2.7 Contoh Diagram sebab akibat	25
Gambar 2.8 Skema Sistem Produksi	28
Gambar 2.9 Roda Deming	29
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah	38
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Indomobil Suzuki Internasional	44
Gambar 4.2 Sepeda motor Suzuki Adress	47
Gambar 4.3 Sepeda motor GSX R 150	47
Gambar 4.4 Sepeda motor Suzuki Smash FI	48
Gambar 4.5 Sepeda motor Suzuki FU Injeksi	48
Gambar 4.6 Sepeda motor Suzuki Nex	48
Gambar 4.7 Skema proses produksi <i>Muffler</i> tipe XE621/631	50
Gambar 4.8 Diagram SIPOC proses pembuatan <i>Muffler</i> tipe XE621/631	58
Gambar 4.9 Diagram Alir Proses proses pembuatan produk <i>Muffler</i> tipe XE621/631	59
Gambar 4.10 Diagram Pareto Proses <i>Welding Muffler</i> tipe XE621/631 di <i>Main Muffler</i>	63
Gambar 4.11 Peta Kendali <i>p</i> Proses <i>Welding Muffler</i> tipe XE621/631 di <i>Main Muffler</i>	65
Gambar 5.1. Diagram <i>Fishbone Part Muffler</i> tipe XE621/631	71
Gambar 5.2 Pemberian label pada alat indikator mesin las proses las <i>full bracket muffler</i>	74

Gambar 5.3 Peta Kendali p Setelah Perbaikan Proses *Welding Muffler* tipe XE621/631 di *Main Muffler*75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Persaingan Industri otomotif di Indonesia semakin ketat akibat tingginya pergerakan arus di era pasar bebas. Untuk dapat bersaing, kepuasan pelanggan menjadi salah satu indikator utama perusahaan. Salah satu faktor pendorong kepuasan pelanggan adalah kualitas produk.

Produk yang berkualitas adalah produk yang bernilai tinggi dan tahan lama. Pelanggan akan merasa puas bila menggunakan produk berkualitas. Kualitas merupakan salah satu indikator penting bagi perusahaan untuk dapat bertahan di tengah ketatnya persaingan dalam dunia industri. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas proses produksi secara terus-menerus dari perusahaan agar produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan.

PT Suzuki Indomobil Motor adalah anak cabang perusahaan dari Suzuki Group yang berpusat di Jepang sehingga masih dikontrol secara terpusat oleh Suzuki Group. Perusahaan ini bergerak di bidang pembuatan kendaraan motor roda dua merek Suzuki. Perusahaan ini memproduksi berbagai *part* dari berbagai jenis merek motor serta merakitnya. *Part* motor di produksi dengan tahapan *pressing, welding, plating dan painting*.

Pada tahap *welding*, terdapat berbagai jenis *part* motor yang di hasilkan yaitu *part muffler, part swing arm, part fuel tank* dan *part main frame*. Pada *part muffler* terdapat tipe-tipe yang diproduksi yaitu tipe XE621/631, tipe XB972CD, tipe XE352NE, tipe XE514LE dan tipe XE612MI.

Permasalahan yang dialami oleh PT. Suzuki Indomobil Motor ditemukan 141 produk cacat pada produk *Muffler* tipe XE621/631 dari jumlah produksi 3045 unit dengan presentase cacat 4,6% pada bulan Maret 2017. produk *Muffler* tipe tersebut merupakan tipe yang memiliki presentase cacat terbesar dari semua tipe yang terdapat dalam tahap *welding*. Produk cacat tersebut disebabkan oleh faktor-faktor produksi sehingga harus dilakukan *repair* atau harus dibuang.

Permasalahan ditemukannya cacat tersebut tentu menjadi sebuah kerugian bagi perusahaan, karena jika terdapat produk cacat, maka produk tersebut harus di *repair* untuk mencapai target cacat *scrap* perusahaan maksimal sebesar 1,29%. Hal ini akan membutuhkan waktu tambahan yang banyak bagi operator untuk proses *repair* sehingga mengakibatkan target produksi harian menjadi tidak terpenuhi.

Dari berbagai masalah tersebut perusahaan membutuhkan penerapan konsep *Six Sigma* untuk mendapatkan sebab-sebab terjadinya temuan produk cacat dan bagaimana untuk mengatasi temuan tersebut. Konsep *Six Sigma* didalamnya terdapat tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*). Menurut Gasperz (2015) penerapan *Six Sigma* merupakan solusi yang ampuh untuk memberikan bagaimana terobosan-terobosan harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Untuk itu diperlukan Penerapan *Six Sigma* yang bertujuan untuk menghilangkan berbagai macam penyimpangan yang terjadi pada produk, sehingga produk dihasilkan dalam kualitas yang baik dan tidak mengalami cacat.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas, yaitu:

- 1 Apa saja jenis cacat yang terdapat pada proses *welding* produk *Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* di PT Suzuki Indomobil Motor?
- 2 Bagaimana menentukan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma Part Muffler* tipe XE621/631?
- 3 Apa saja akar penyebab terjadinya cacat pada proses *welding Part Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* di PT Suzuki Indomobil Motor?
- 4 Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengurangi produk cacat pada *Part Muffler* tipe XE621/631?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai permasalahan yang dihadapi, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Mendapatkan jenis cacat yang terdapat pada proses *welding Part Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* di PT Suzuki Indomobil Motor.
- 2 Mendapatkan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan Level *Sigma Part Muffler* tipe XE621/631.
- 3 Mendapatkan akar penyebab terjadinya cacat pada proses *welding Part Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* di PT Suzuki Indomobil Motor.
- 4 Mendapatkan usulan yang direkomendasikan untuk mengurangi produk cacat pada *Part Muffler* tipe XE621/631.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini dibutuhkan batasan masalah, agar materi pembahasan tidak melebar dan menyimpang dari cakupan bahasan. Adapun batasan masalah dalam laporan penelitian ini adalah:

- 1 Penelitian dilakukan di PT Suzuki Indomobil Motor pada bulan Maret – Mei 2017 di *main muffler*.
- 2 Produk yang diamati adalah produk *Muffler* tipe XE621/631.
- 3 Penelitian yang dilakukan tidak membahas mengenai biaya.
- 4 Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data jumlah produksi dan jumlah cacat seluruh komponen *Muffler* yang diproduksi di *main muffler* pada bulan Maret sampai Mei 2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan, maka terdapat beberapa manfaat yang akan diperoleh dari penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagi perusahaan, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan bagi *main muffler* PT Suzuki Indomobil Motor. untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya cacat (*defect*) pada produk dan upaya dalam menekan jumlah cacat (*defect*) yang terjadi pada produk.
2. Bagi mahasiswa, penelitian yang dilakukan dapat memberikan kesempatan bagi mahasiswa lain untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini

didapat secara akademis selama kuliah di Politeknik STMI Jakarta d.h. Sekolah Tinggi Manajemen Industri serta menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai perbaikan kualitas produk dan proses dengan menggunakan *Six Sigma* melalui praktik secara langsung di rantai produksi.

3. Bagi pembaca, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik, lebih mendalam dan lebih kompleks.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan masalah, penulis membuat sistematika berdasarkan pokok-pokok permasalahan yang terbagi menjadi enam bab dan beberapa sub bab, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar terhadap masalah yang dibahas, seperti latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini merupakan bagian yang berisi dasar-dasar teori atau konsep yang digunakan sebagai dasar pemikiran ilmiah untuk membahas dan menganalisis permasalahan yang ada.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam memecahkan masalah yang ada serta tentang sumber data, metode pengumpulan data, dan metodologi pemecahan masalah.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini terdiri atas dua bagian, yaitu pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data berisi data yang dibutuhkan untuk pengolahan data sesuai dengan metode yang dipilih. Pengolahan data tersebut akan digunakan dalam analisis data. Adapun data-data yang diambil seperti sejarah perusahaan, visi misi

perusahaan, struktur organisasi, tahapan proses produksi, jumlah produksi, dan jumlah cacat.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas analisis serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh dari pengolahan data melalui metode yang diterapkan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, serta saran-saran yang diperlukan perusahaan dan peneliti selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan uraian mengenai teori yang digunakan dalam penelitian. Teori terdapat dalam bab ini seperti, definisi kualitas, definisi *Six Sigma*, metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*), dan pembuatan peta kendali, serta nilai *sigma*.

2.1. Pengertian Kualitas

Menurut Herjanto (2008) Kualitas merupakan suatu faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu produk menembus pasarnya, disamping faktor utama yang lain seperti harga dan pelayanan. Produk yang bermutu akan memiliki daya saing yang besar dan tingkat keberterimaan yang tinggi. Kualitas menjadi salah satu tolok ukur keberthasilan suatu perusahaan. Kualitas tidak semata-mata menjadi tanggung jawab bagian produksi namun menjadi perhatian semua pihak dalam perusahaan.

Dalam situasi perdagangan terbuka, setiap perusahaan harus dapat menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan kualitas minimal yang ditetapkan, yang biasanya menggunakan standar nasional sebagai acuannya. Produk yang tidak dapat memenuhi persyaratan mutu minimal akan sulit untuk bersaing dengan perusahaan sejenis di dalam negeri, apalagi untuk menembus pasar ekspor. Di samping persyaratan teknis, mutu suatu produk juga harus mampu mencakup berbagai faktor lain yang diinginkan konsumen untuk dapat dipenuhi, seperti kesesuaiannya dengan kebutuhan dan penggunaan, pemuasan terhadap keinginan pemakai, kesesuaiannya dengan ketentuan hukum yang berlaku, ketepatan waktu pengiriman, dan biaya yang wajar.

Pengendalian kualitas tidak lagi hanya dilakukan di bagian produksi tetapi juga dilakukan di semua kegiatan operasi perusahaan. Sejak penentuan pemasok bahan baku (*supplier, vendor*), pengendalian selama proses produksi, sampai ke proses pengiriman barang dan pelayanan pasca penjualan. Saat ini, kegiatan pengendalian mutu telah berkembang menjadi suatu manajemen mutu, yang melibatkan semua unsur operasi perusahaan.

Ada beberapa definisi pengertian kualitas dikutip oleh Herjanto (2008), pengertian kualitas menurut beberapa ahli antara lain:

1. Juran (1962) mendefinisikan “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”
2. Crosby (1979) mendefinisikan “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.”
3. Feigenbaum (1983) mendefinisikan “kualitas adalah karakteristik produk dan layanan gabungan total dari pemasaran, pembuatan mesin, manufaktur, dan pemeliharaan yang digunakan oleh produk dan layanan yang akan digunakan untuk memenuhi harapan pelanggan.”

Tidak ada suatu definisi tentang kualitas yang secara universal dapat diterapkan pada semua jenis organisasi atau perusahaan. Setiap perusahaan perlu mendefinisikan arti mutu bagi dirinya dalam melayani pelanggan, karyawan, pemilik saham, pasar, dan masyarakat. Pengertian mutu sedapat mungkin mencerminkan visi organisasi, misi, dan nilai-nilai yang dianut perusahaan.

Menurut Purnomo (2004) pengendalian kualitas adalah aktivitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Aktivitas pengendalian kualitas umumnya akan meliputi kegiatan - kegiatan:

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

2.2 Pengertian Six Sigma

Gaspersz (2015) menyatakan bahwa *Six Sigma* Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang ditetapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. APICS Dictionary (2005) mendefinisikan Kualitas *Six Sigma* sebagai sekumpulan konsep dan praktik terbaik dalam bisnis yang bertujuan :

1. Menurunkan variabilitas dalam proses dan mengurangi cacat dalam produk.
2. Hanya memproduksi 3,4 cacat untuk setiap satu juta kesempatan atau operasi (3,4 DPMO).
3. Melakukan inisiatif-inisiatif peningkatan proses untuk mencapai target kinerja *Six Sigma*.
4. Meningkatkan kinerja *bottom-line*.
5. Menciptakan dan memonitor aktivitas-aktivitas bisnis agar mengurangi pemborosan (*waste*) dan kebutuhan sumber-sumber daya.
6. Meningkatkan kepuasan pelanggan.

Menurut Gaspersz (2015), Berbagai upaya peningkatan menuju target *six sigma* dapat dilakukan menggunakan dua metodologi, yaitu *Six Sigma-DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), dan *Design For Six Sigma-DFSS DMADV* (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*).

DMAIC Digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada, sedangkan DMADV digunakan untuk menciptakan desain proses baru dan/atau desain produk baru dalam cara sedemikian rupa agar menghasilkan kinerja bebas kesalahan (*zero defect/errors*).

2.2.1 Sejarah Six Sigma

Sekitar tahun 1980 dan awal 1990, Motorola merupakan salah satu perusahaan Amerika Serikat yang bersaing ketat dengan perusahaan Jepang. Pemimpin puncak Motorola, Robert Galvin, menyadari bahwa kualitas produk mereka rendah. Sejak saat itu para pakar di Motorola, mulai memikirkan cara untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih tinggi tetapi dengan biaya

yang rendah. Pada tahun 1987, ada pendekatan baru yang muncul dari bagian komunikasi Motorola. Konsep inovatif ini dinamakan *six sigma*, yaitu suatu inisiatif yang pada awalnya berfokus pada perbaikan kualitas melalui pemakaian ukuran-ukuran yang eksak (*exact measurement*) untuk mengantisipasi masalah, bukan untuk bereaksi terhadap masalah. Dengan kata lain, *six sigma* mengharuskan perusahaan menjadi produktif bukan hanya reaktif terhadap masalah kualitas.

Puncak dari awal kesuksesan Motorola adalah dengan keluarnya produk *Pager* yang dibuat dengan menerapkan *six sigma*. Produk ini memiliki waktu yang sangat singkat, sangat handal dan mempunyai rata-rata umur pakai yang diperkirakan sampai dengan 150 tahun. Selain itu, karena prosesnya sudah didesain untuk memproduksi hampir tanpa cacat, Setelah empat tahun menerapkan *six sigma*, penghematan yang diterima perusahaan mencapai \$2,2 juta. Pada tahun 1992, rata-rata proses yang ada di Motorola sudah mencapai tingkat enam *sigma*.

2.2.2 Pengendalian Kualitas *Six Sigma* Motorola

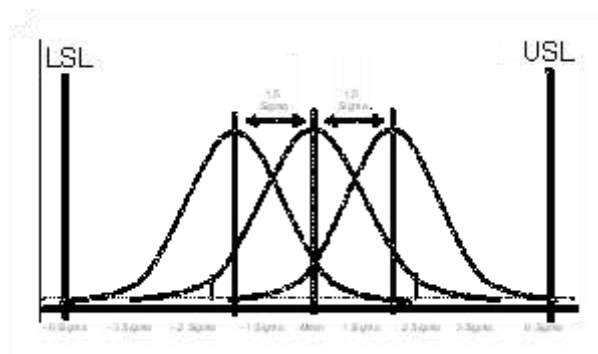
Six Sigma Motorola merupakan suatu metode untuk teknik pengendalian dan peningkatan kualitas secara dramatis, yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Sistem tersebut dianggap tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas lain hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen. Upaya tersebut tanpa memberikan solusi yang ampuh dalam hal terobosan-terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini. Perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* terbukti telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*—kegagalan per sejuta kemungkinan).

Setelah Motorola memenangi penghargaan MBNQA (*Malcolm Baldrige National Quality Award*) pada tahun 1988, sejak saat itu program *Six Sigma* yang diterapkan Motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Banyak perusahaan-perusahaan kelas dunia, seperti: General Electric, Allied Signal, Dupont Chemical, Kodak, Texas Instruments, dan lain-lain, mulai melakukan revolusi dalam sistem manajemen kualitas mereka mengikuti prinsip-prinsip *Six Sigma*. Kelompok perusahaan Astra (*Astra Group*) yang di Indonesia sangat terkenal merupakan perusahaan dengan manajemen terbaik, serta telah memiliki program “*Astra Total Quality Control*”, Texmaco, dan lainnya juga mulai menerapkan metode pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma*.

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada pada produk itu. Semakin tinggi target *Sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. *Six Sigma* juga bisa dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (*dramatic*) di tingkat bawah. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*).

Pendekatan pengendalian proses 6-*Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5-*Sigma*. Konsep *Six Sigma* Motorola berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses.

Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebaik-baiknya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut. Gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *Sigma* pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Konsep *Six Sigma*
(Sumber: Gaspersz, 2002)

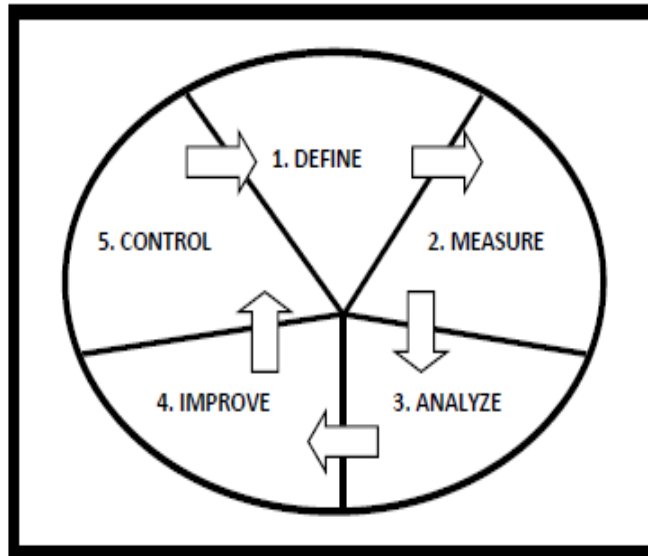
Tabel 2.1 Perbedaan *True Six Sigma* dengan *Motorola Six Sigma*

<i>True Six Sigma process</i> (Normal Distribution Centered)			<i>Motorola's Six Sigma process</i> (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)		
Batas spesifikasi (LSL-USL)	Presentation Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/ Sejuta Kesempatan)	Batas spesifikasi (LSL-USL)	Presentation Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/ Sejuta Kesempatan)
$\pm 1 \text{ Sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1 \text{ Sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2 \text{ Sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2 \text{ Sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3 \text{ Sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3 \text{ Sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4 \text{ Sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4 \text{ Sigma}$	93,3790%	6.210
$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,999943%	0,57	$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,999998%	0,002	$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,99966%	3.4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.3 Metode DMAIC dalam *Sixsigma*

Ada beberapa model struktur dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*, salah satunya yang paling banyak digunakan adalah metode DMAIC. DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis menurut ilmu pengetahuan dan fakta. Tahapan DMAIC merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *Six Sigma*. Siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut (Pande, 2002):



Gambar 2.2 Siklus DMAIC
(Sumber: Pande, 2002)

2.3.1. *Define* (Pendefinisian)

Gasperz (2015) menyatakan Tahap *Define* adalah tahap pertama dari proses DMAIC. Dalam tahap ini dilakukan pendefinisian secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.

2.3.1.1. Pemilihan Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Gasperz (2002) menyatakan bahwa kata kunci dalam *Define* adalah prioritas, artinya kita harus menetapkan prioritas utama tentang masalah-masalah atau kesempatan-kesempatan peningkatan kualitas mana yang akan ditangani terlebih dahulu.

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: Memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis, kelayakan, dan memberikan dampak positif kepada organisasi.

2.3.1.2. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

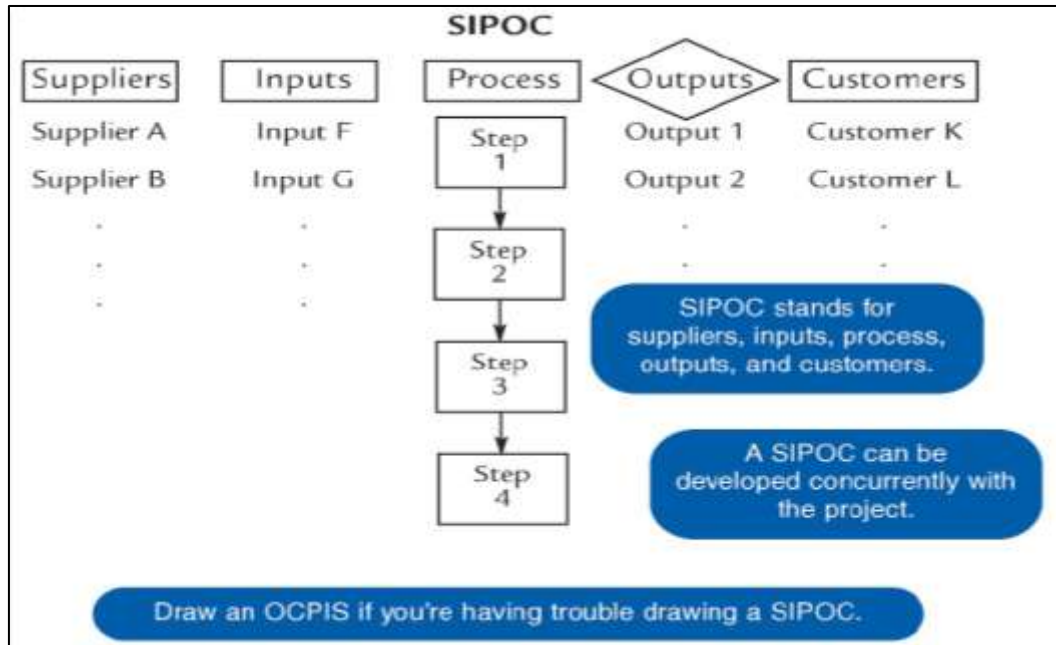
Syukron dan Kholil, (2013) menyatakan bahwa setiap proyek *Lean Six Sigma* yang telah dipilih, harus didefinisikan proses-proses kunci, sekuens proses

beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam proses itu. Pelanggan di sini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan di dalamnya, perlu diketahui model proses “SIPOC (*Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers*)”. SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Nama SIPOC merupakan akronim dari elemen-elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu:

- a. *Suppliers*, merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*)
- b. *Inputs*, adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.
- c. *Process*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasikan dan secara ideal menambah nilai kepada inputs (proses transformasi nilai tambah kepada inputs). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.
- d. *Outputs*, merupakan produk (barang dan/atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk ke dalam outputs adalah informasi-informasi kunci dari proses.
- e. *Customers*, merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima outputs. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*). Proses berikut merupakan pelanggan Anda (*the next process is your customers*).

Menurut Evan dan Lindsay (2007) dalam buku *Six Sigma Quality for Business Improvement* (Syukron dan Kholil, 2013) Peta tingkat tinggi menentukan batasan proyek *Six Sigma* dengan cara mengidentifikasi proses yang sedang terjadi. Peta SIPOC memberikan garis besar elemen-elemen penting di dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, bagaimana cara mendapatkan *input*, serta bagaimana cara meningkatkan nilai.

Berikut ini merupakan format diagram SIPOC secara umum dapat ditunjukkan seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Format Diagram SIPOC
(Sumber: Rasmusson, 2006)

2.3.1.3. Diagram Alir

Diagram alir adalah sebuah diagram yang menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan sifat dan aliran urutan dari sebuah proses (Syukron & Kholil, 2013). Nama lain dari alat ini adalah *flow* diagram. Simbol-simbol yang bisa digunakan dalam *flow* diagram secara spesifik maksud yang dihubungkan dengan sebuah panah yang menandakan aliran dari satu langkah ke langkah yang lain. Masing-masing simbol akan dijelaskan di bawah ini:

1. Oval, menandakan titik awal dan akhir dari urutan proses.
2. Kotak, menunjukkan sebuah langkah tunggal atau aktivitas dalam proses.
3. Belah ketupat, menunjukkan titik keputusan seperti ya atau tidak, atau lanjut atau berhenti. Setiap jalan yang dihasilkan dari belah ketupat harus diberi keterangan dengan jawaban yang masuk akal.
4. Lingkaran, menandakan beberapa langkah akan dihubungkan dengan halaman lain atau bagian *flow* diagram. Huruf yang diletakkan di dalam lingkaran menjelaskan kelanjutan dari proses.

5. Segitiga, menunjukkan di mana proses pengukuran berlangsung.

Manggala (2005) dalam buku *Six Sigma Quality for Business Improvement* (Syukron dan Kholil, 2013) mengatakan bahwa diagram alir menunjukkan aktivitas yang perlu dilakukan dalam suatu proses. Diagram alir ini penting sekali untuk menganalisis aktivitas yang perlu diperbaiki atau menghilangkan suatu masalah. Penghilangan salah satu langkah dalam proses tanpa mengurangi kualitas merupakan salah satu prinsip dalam konsep *Lean* (*reduce non value added activities*).

2.3.2. Measure (Pengukuran)

Tahap *Measure* merupakan tahap untuk mengukur kinerja proses pada saat sekarang (*baseline measurements*) agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan.

2.3.2.1. Check Sheet

Check sheet (lembar pemeriksaan) adalah lembar yang dirancang sederhana berisi daftar hal-hal yang diperlukan untuk tujuan perekaman data sehingga pengguna dapat mengumpulkan data dengan mudah, sistematis, dan teratur pada saat data itu muncul di lokasi kejadian. Data dalam check sheet baik berbentuk data kuantitatif maupun kualitatif dapat dianalisis secara cepat (langsung) atau menjadi masukan data untuk peralatan kualitas lain, misal untuk masukan data Pareto chart.

Menurut Ishikawa (1989), *check sheet* memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Pemeriksaan distribusi proses produksi (*production process distribution checks*)
2. Pemeriksaan item cacat (*defective item checks*)
3. Pemeriksaan lokasi cacat (*defective location checks*)
4. Pemeriksaan penyebab cacat (*defective cause checks*)
5. Pemeriksaan konfirmasi pemeriksaan (*check-up confirmation checks*)
6. Dan lain-lain.

2.3.2.2. Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Critical To Quality (CTQ) kunci yang ditetapkan berhubungan langsung dengan kebutuhan fisik dan pelanggan, yang diturunkan secara langsung dari persyaratan-persyaratan output dan pelanggan, dapat menggunakan (moment of truth). Terhadap setiap proyek six sigma yang telah dipilih, harus didefinisikan proses-proses kunci, sekuen proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan disini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal (Gaspersz, 2002).

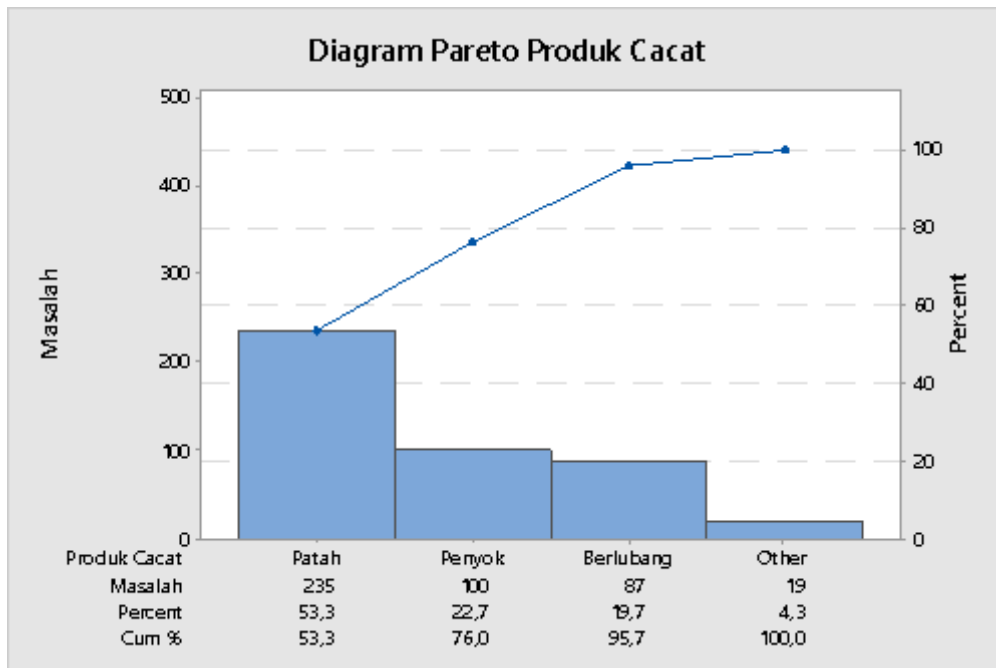
Adapun proses identifikasi CTQ antara lain mendapatkan dan menginterpretasikan data dari *key customer* (*customer feedback*) untuk proses produksi, mengidentifikasi *stakeholders* yang relevan dan perencanaan bisnis, menentukan hal-hal (isu) penting

atau permasalahan Contoh *customer feedback/translation methods* (Syukron dan Kholil, 2013):

- a. *Complains*
- b. *Scorecards*
- c. *Dashboard*
- d. *Survey*
- e. *bechmarking*
- f. *Business goals*
- g. *Market strategies*
- h. *Output from other project*
- i. *Quality Assurance data*

2.3.2.2. Diagram Pareto

Menurut Syukron dan Kholil (2013) distribusi pareto adalah salah satu jenis distribusi dimana sifat-sifat yang diobservasi diurutkan dari yang frekuensinya paling besar hingga terkecil. Pareto diagram adalah histogram data yang mengurutkan data dari frekuensinya yang terbesar hingga terkecil.



Gambar 2.4 Diagram Pareto
(Sumber: Syukron dan Kholil, 2013)

Bentuk diagram pareto tidak berbeda jauh dengan histogram. Pada sumbu *horizontal* adalah *variable* bersifat kualitatif yang menunjukkan jenis cacat, sedangkan pada sumbu *vertical* adalah jumlah cacat dan presentase cacat. Dalam diagram pareto jumlah atau prosentase cacat diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil.

Josep Juran pernah menyebutkan bahwa sebagian permasalahan kualitas hanya berasal dari beberapa penyebab fokus usaha yang digunakan pada hal-hal penting mengenai suatu masalah. Secara khusus 80% masalah adalah disebabkan 20% isu. Contoh, dalam sebuah analisis mengenai 200 jenis kegagalan mesin mobil dilapangan hanya lima yang menjadi penyebab sepertiga dari semua kegagalan, sementara 25 menjadi penyebab dari dua pertiga kegagalan.

2.3.2.3. Peta Kendali

Peta kontrol atau grafik pengendali sangat penting dalam pengendalian kualitas secara statistik di dalam industri. Peta kontrol merupakan alat untuk mengawasi kualitas dengan mudah sehingga mudah untuk menentukan keputusan apa yang harus diambil jika terjadi produk yang menyimpang. Peta

kontrol di tentukan juga untuk membuat batas-batas di mana hasil produksi menyimpang dari mutu yang diinginkan. Selain penyimpangan kualitas, juga banyaknya variasi suatu produk perlu diawasi. Makin besar variasi tentunya produk kurang baik.

Membuat produk lebih dari satu tidak dapat tepat sama. Dengan demikian konsep variasi merupakan hukum alam, kadang variasi besar dan kadang variasi kecil. Jika variasi kecil, maka produk yang dibuat nampak tidak ada perbedaan atau serupa, hanya dengan alat yang baik, variasi atau perbedaan dapat ditunjukkan. Macam dari variasi tersebut adalah sebagai berikut.

1. variasi di dalam objek sendiri. Sebagai contoh, sebuah meja yang tingkat kehalusannya tidak sama antara sisi atas dengan sisi samping, lebar meja sebelah kiri tidak sama dengan sebelah kanan, dan sebagainya.
2. Variasi antar objek. Antara satu objek dengan objek lainnya. yang diproduksi pada saat yang sama terjadi variasi.
3. Variasi timbul dari perbedaan waktu produksi.

Faktor penyebab variasi ini adalah sebagai berikut.

a) Proses

Yang termasuk faktor proses adalah alat produksi, getaran mesin, posisi alat, fluktuasi aliran listrik, dan lain-lain.

b) Bahan baku

Bahan baku yang tidak sama kualitasnya. Misalnya, kadar air dalam tepung, elastis benang, kekerasan kayu, dan sebagainya.

c) Karyawan atau operator. Tingkat keterampilan dan tingkat pemahaman terhadap petunjuk operasi masing-masing operator tidak sama sehingga mempengaruhi hasil produksi. Selain itu keadaan psikologi karyawan tersebut juga mempengaruhi dalam bekerja.

d) Faktor lain yang sering menimbulkan sumber variasi adalah lingkungan kerja, antara lain adalah temperatur ruangan, kebisingan, pencahayaan, kelembaban, bau-bauan, dan sebagainya.

Terdapat 2 kondisi yang dapat terjadi pada saat berada dalam proses yaitu:

1. Proses Terkendali

Suatu proses dapat dikatakan terkendali (*process Control*) apabila pola-pola alami dari nilai-nilai variasi yang diplot pada peta kendali memiliki pola:

- a. Terdapat 2 atau 3 titik yang dekat dengan garis pusat.
- b. Sedikit titik-titik yang dekat dengan batas kendali.
- c. Titik-titik terletak bolak-balik di antara garis pusat.
- d. Jumlah titik-titik pada kedua sisi dari garis pusat seimbang.
- e. Tidak ada yang melewati batas-batas kendali.

2. Proses Tidak Terkendali

Beberapa titik pada peta kendali yang membentuk grafik, memiliki berbagai macam bentuk yang dapat memberitahukan kapan proses dalam keadaan tidak terkendali dan perlu dilakukan perbaikan. Perlu diperhatikan, bahwa adanya kemungkinan titik-titik tersebut dapat menjadi penyebab terjadinya penyimpangan pada proses berikutnya.

a. Deret.

Apabila terdapat 7 titik berturut-turut pada peta kendali yang selalu berada di atas atau di bawah garis tengah secara berurutan.

b. Kecenderungan.

Bila dari 7 titik berturut-turut cenderung menuju ke atas atau ke bawah garis tengah atau membentuk sekumpulan titik yang membentuk garis yang naik atau turun.

c. Perulangan.

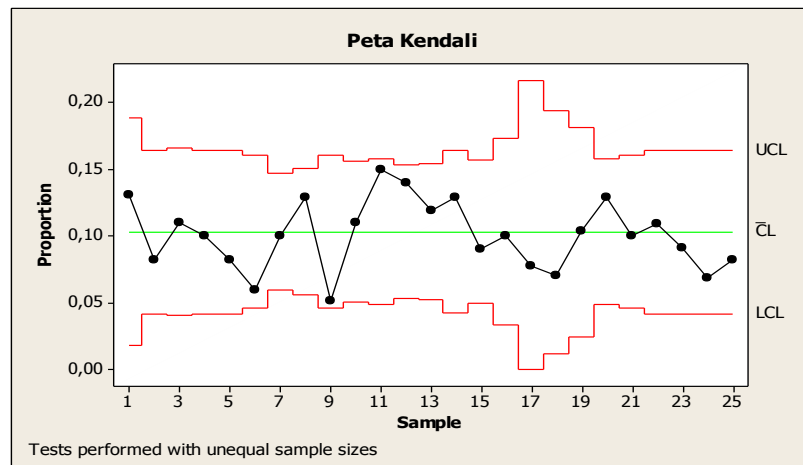
Dari sekumpulan titik terdapat titik yang menunjukkan pola yang hampir sama dalam selang waktu yang sama.

d. Terjepit dalam batas kendali.

Apabila dari sekelompok titik terdapat beberapa titik pada peta kendali cenderung selalu jatuh dekat garis tengah atau batas kendali atas maupun bawah (*CL/Central Line, UCL/Upper Control Limit, LCL/Lower Control Limit*).

e. Pelompatan

Apabila beberapa titik yang jatuh dekat batas kendali tertentu secara tiba-tiba titik selanjutnya jatuh di dekat batas kendali yang lain.



Gambar 2.5. Contoh Peta Kendali p
(Sumber: Ishikawa,1989)

Bentuk dasar peta kontrol dapat dilihat pada gambar 2.4. Di dalam peta kontrol atau grafik pengendali tersebut terdapat garis tengah yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol, dan garis mendatar yang di namakan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Suatu proses dikatakan terkendali apabila titik-titik sampel terletak di antara kedua garis tersebut. Sebaliknya, jika suatu titik terletak di luar batas pengendali maka proses tersebut tak terkendali dan diperlukan tindakan penyelidikan untuk mengetahui penyebabnya dan seterusnya dilakukan tindakan perbaikan.

1. Peta Kontrol untuk Variabel

Data yang diperlukan harus dapat terukur dan karakteristik kualitas ditentukan oleh besar kecilnya penyimpangan terhadap unit ukuran yang distandarkan. Pengendalian kualitas variabel adalah suatu besaran yang dapat diukur, misalnya panjang, berat, umur komponen dan sebagainya. Grafik ini banyak dipakai dalam pengendalian kualitas statistik. Grafik ini menggunakan dua karakteristik pengukuran, yaitu mengukur variabilitas dari proses (grafik-R) dan mengukur ketelitian dari proses (grafik-X). Grafik X menggambarkan variasi harga rata-rata dari sejumlah data yang diambil dari proses kerja. Sedangkan grafik-R menggambarkan variasi dari range sampel.

2. Peta Kontrol untuk Atribut

Grafik pengendali untuk variabel merupakan grafik yang banyak digunakan, namun demikian grafik ini mempunyai keterbatasan. Salah satu keterbatasan

adalah dalam proses manufaktur, banyak sekali variabel-variabel. Untuk perusahaan yang kecil saja terdapat ratusan karakteristik kualitas. Jika satu variabel diperlukan satu grafik, maka akan diperlukan ratusan grafik kualitas. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan grafik kualitas untuk atribut yang dapat memberikan informasi kualitas dari seluruh karakteristik. Pengertian atribut dalam pengendalian kualitas adalah yang berkaitan dengan karakteristik kualitas yang dapat digolongkan dengan baik atau cacat. Berikut ini terdapat macam-macam grafik atribut:

a. *Peta Kontrol p*

Peta Kontrol p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditetapkan yang berarti dikategorikan ketidaksesuaian. Se jauh hasil suatu pemeriksaan merupakan penggolongan suatu barang yang diterima ataupun ditolak *Peta Kontrol p* dapat diterapkan satu atau ratusan karakteristik kualitas.

Peta Kontrol ini dibuat untuk produk yang digolongkan kedalam dua kategori yaitu rusak atau baik, dimana berhadapan dengan populasi yang berdistribusi binomial. Jika banyak barang yang rusak akan dinyatakan dalam % (persen).

Tabel 2.2. Bagan Ketidaksesuaian untuk Komponen Mesin Listrik

Sub grup No.	Ukuran Subgru p (n)	Jumlah ketidaksesuaian (pn)	Persen ketidaksesuaian p (%)	UCL (%)	LCL (%)
1	115	15	13,0	18,8	1,8
2	220	18	8,2	16,5	4,1
3	210	23	11,0	16,5	4,0
4	220	22	10,0	16,5	4,1
5	220	18	8,2	16,5	4,1
6	255	15	5,9	16,0	4,6
7	440	44	10,0	14,6	6,0
8	365	47	12,9	15,1	5,5
9	255	13	5,1	16,0	4,6
10	300	33	11,0	15,6	5,0

Tabel 2.2. Bagan Ketidaksesuaian untuk Komponen Mesin Listrik
(Lanjutan)

Sub grup No.	Ukuran Subgrup p (n)	Jumlah ketidaksesuaian (pn)	Persen ketidaksesuaian p(%)	UCL (%)	LCL (%)
11	280	42	15,0	15,8	4,8
12	330	46	13,9	15,3	5,3
13	320	38	11,9	16,5	4,1
14	225	29	12,9	16,4	4,2
15	290	26	9,0	15,7	4,9
16	170	17	10,0	17,3	3,3
17	65	5	7,7	21,6	0
18	100	7	7,0	19,4	1,2
19	135	14	10,4	18,2	2,4
20	280	36	12,9	15,8	4,8
21	250	25	10,0	16,1	4,5
22	220	24	10,9	16,5	4,1
23	220	20	9,1	16,5	4,1
24	220	15	6,8	16,5	4,1
25	220	18	8,2	16,5	4,1

(Sumber: Ishikawa,1989)

Langkah-langkah dalam pembuatan Peta Kontrol p :

- 1) Kumpulkanlah data jumlah yang ketidaksesuaian dan yang diperiksa.
- 2) Masukkan data kedalam sub group, biasanya data dibagi-bagi dalam sub group yang disusun berdasarkan tanggal pemeriksaan.
- 3) hitunglah bagian proporsi yang ditolak / ketidaksesuaian (p) untuk setiap sub group dan masukan kedalam lembaran data, untuk mencari nilai p ialah :

$$p = \frac{np}{n}$$

Dimana pn : Jumlah ketidaksesuaian

n : Ukuran sub group

untuk tabel bagian ketidaksesuaian untuk komponen mesin listrik dikerjakan seperti :

$$p = \frac{15}{115}$$

$$= 0,13 = (13\%)$$

- 4) Hitunglah rata-rata bagian yang ditolak (p) dengan rumus:

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n}$$

untuk tabel bagian ketidaksesuaian untuk komponen mesin listrik dikerjakan seperti :

$$\bar{p} = \frac{610}{5925}$$

$$\bar{p} = 0,103$$

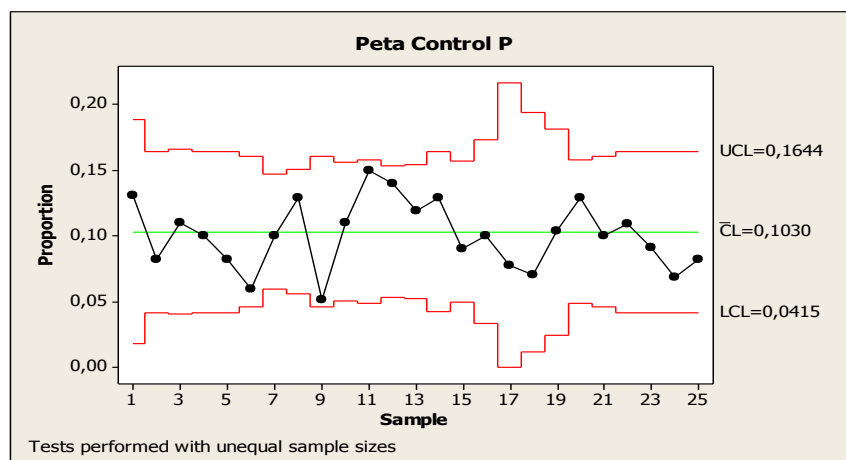
- 5) Hitunglah batas-batas kontrol untuk setiap sub group berdasarkan rata-rata bagian yang ditolak

$$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \\ &= 0,103 + \frac{3}{\sqrt{n}} \times 0,304 \end{aligned}$$

$$\text{Control Limit (CL)} = \bar{p}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Control Limit (LCL)} &= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,103 - \frac{3}{\sqrt{n}} \times 0,304 \end{aligned}$$

- 6) Gambarkan garis kontrol dan nilai p



Gambar 2.6. Peta Control p
(Sumber: Ishikawa,1989)

- 7) Dari Peta Kontrol p yang telah dibuat, kemudian dilihat apakah ada titik yang berada diluar batas kendali yang diizinkan. Jika berada diluar batas kendali, maka harus dibuat Peta Kontrol p yang baru dengan cara mengeluarkan data sub group yang berada diluar batas kontrol P tersebut dari perhitungan batas-batas *Control* yang baru.
- b. Peta kendali kerusakan per unit (*pn chart*)
Peta kendali pn menunjukkan jumlah ketidaksesuaian (pn) yang digunakan bila ukuran subgrup (n) adalah konstan.
 - c. Peta kendali ketidaksesuaian (*c chart*)
Digunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian dengan cara spesifikasi.
 - d. Peta kendali ketidaksesuaian per unit (*u chart*)
Peta kontrol u adalah suatu persamaan matematika yang hampir memiliki persamaan dengan peta kontrol c . Digunakan untuk menganalisa dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian per unit.

2.3.2.4. Perhitungan Nilai Sigma

Dalam menghitung level *Sigma*, ada langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menentukan level *Sigma* tersebut, yaitu:

- a. Unit (U)
Berapa banyak unit yang diperiksa ?
- b. *Defect* (D)
Berapa banyak unit produk yang gagal/cacat ?
- c. Tingkat cacat/kegagalan
Menghitung tingkat cacat/kegagalan dengan rumus $= \frac{D}{U}$
- d. Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ
Menghitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ dengan rumus tingkat cacat / banyaknya CTQ
- e. *Defect per Milion Opportunity* (DPMO)

Menghitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan dengan rumus peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ x 1.000.000

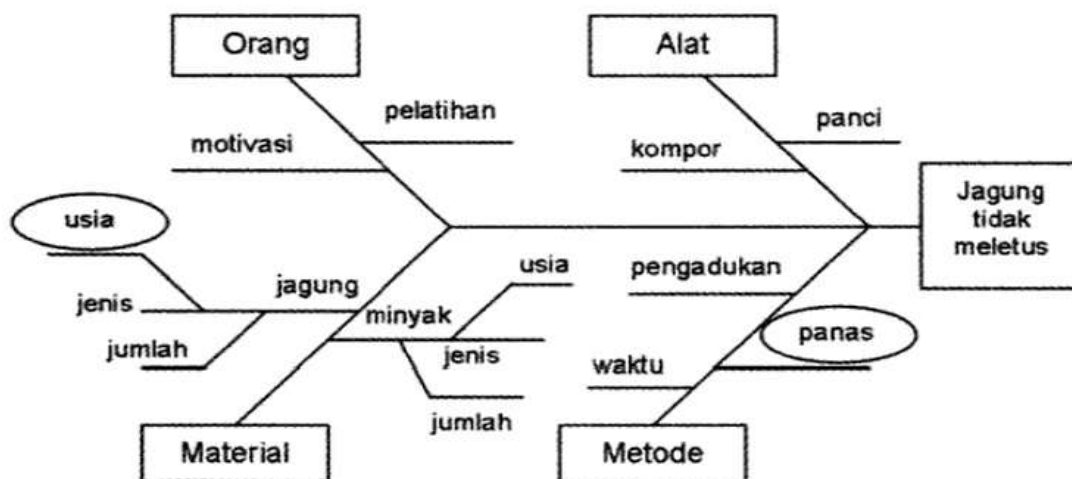
f. *Sigma level*

Nilai *Sigma* didapat dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma* (terlampir).

2.3.3. Analyze (Analisis)

Menurut Gaspersz (2002), *Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Sig Sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari kecacatan atau kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian. Langkah yang ditempuh dalam tahap *Analyze* adalah pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*).

Menurut Herjanto (2008) Diagram sebab akibat digunakan untuk mengembangkan variasi yang luas atas suatu topik dan hubungannya, termasuk untuk pengujian suatu proses maupun perencanaan suatu kegiatan. Format diagram sebab akibat secara umum dapat ditunjukkan seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.7. Contoh diagram sebab akibat
Sumber : Herjanto (2008)

Untuk menyusun diagram sebab akibat tersebut, dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Tentukan masalah / akibat yang dicari penyebabnya. Tuliskan dalam kotak yang menggambarkan kepala ikan yaitu yang berada di ujung tulang utama (Garis horisontal).
2. Tentukan grup /kelompok faktor – faktor penyebab utama yang mungkin menjadi penyebab masalah itu dan tuliskan masing – masing pada kotak yang berada pada cabang. Pada umumnya, pengelompokan didasarkan atas unsur material, peralatan, metode kerja, dan pengukuran inspeksi, namun pengelompokan dapat juga atas dasar analisa proses.
3. Pada setiap cabang, tulis faktor faktor penyebab yang lebih rinci yang dapat menjadi faktor penyebab yang dianalisis. Faktor – faktor penyebab ini berupa ranting, yang bila diperlukan bisa dijabarkan lebih lanjut kedalam anak ranting.
4. Lakukan analisis dengan membandingkan data / keadaan dengan persyaratan untuk setiap faktor dalam hubungannya dengan akibat,sehingga dapat diketahui penyebab utama yang mengakibatkan terjadinya masalah mutu yang diamati.

2.3.4. Improve (Perbaikan)

Gaspersz (2002) menyatakan bahwa setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Hasil analisis harus dikumpulkan untuk mendapatkan ide untuk menghilangkan atau memecahkan masalah serta memperbaiki kinerja pengukuran variabel sehingga memperbaiki CTQ.

Menurut Gaspersz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Harus diputuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu dan bagaimana cara mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat digunakan

pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W+1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), dan *how* (bagaimana).

Tabel 2.3 Metode 5W+1H Pengembangan Rencana Tindakan

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

(Sumber: Gaspersz, 2002)

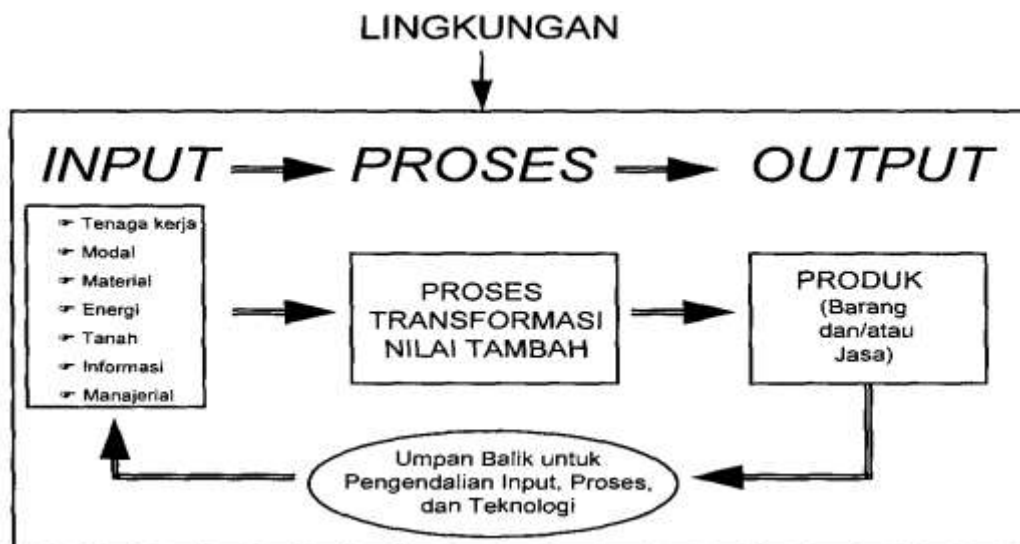
2.3.5. Control (kendali)

Control (kendali) merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas

didokumentasikan dan disebarluaskan. Praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan. Prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek *Six Sigma* berhenti pada tahap ini. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap Control adalah membandingkan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan level sigma setelah perbaikan. Pada tahap ini juga digunakan peta kendali kualitas untuk membandingkan sebelum dan setelah dilakukan implementasi pada perusahaan (Gaspersz, 2002).

2.4 Konsep Dasar Sistem Produksi

Produksi merupakan kunci utama dalam setiap perusahaan, yang mencakup aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan *value added* produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri. Sistem produksi merupakan sistem terintegrasi yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi terjadi proses transformasi *value added* yang mengubah input menjadi output sehingga dapat dijual dengan harga yang kompetitif. Berikut ini salah satu contoh Gambar 2.15.

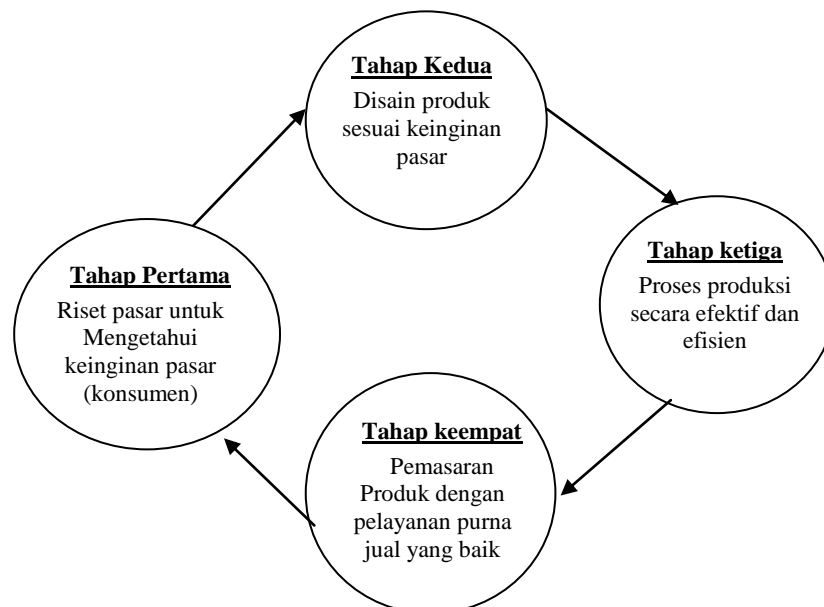


Gambar 2.8 Skema Sistem Produksi
(Sumber: Gaspersz, 1998)

Elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah input, proses, dan output, serta adanya suatu mekanisme feedback untuk pengendalian sistem

produksi tersebut agar mampu melakukan perbaikan terus-menerus. Proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi dari sumber daya: *Man* (manusia), *Machine* (mesin dan peralatan), *Material* (bahan baku), *Money* (modal), *Methods* (metoda kerja), dan *Information* (informasi) dalam suatu lingkungan, untuk menghasilkan *value added* bagi produk, agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses dapat juga dilihat sebagai kumpulan *tasks* (tugas) yang dikaitkan melalui suatu *material flow* (aliran material) dan *information flow* (aliran informasi) yang mentransformasikan berbagai *input* menjadi *output* dengan *benefit* dan *high value-add* (yang bermanfaat dan bernilai tambah tinggi).

Perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai distribusi kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Konsep tersebut selanjutnya populer dengan nama *Deming's Wheel* (Roda Deming). Gambar 2.16 berikut ini merupakan salah satu contoh gambar *Deming's Wheel* pada Sistem Industri Modern.



Gambar 2.9 Roda Deming
(Sumber: Gazpersz, 1998)

Deming's Wheel terdiri atas empat komponen utama, yaitu: riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran. Hal ini bertujuan agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik, sehingga dapat memberikan *customer satisfaction* (kepuasan pelanggan). Berdasarkan informasi tentang keinginan pasar yang diperoleh dari riset pasar yang komprehensif, selanjutnya didesain produk sesuai dengan keinginan pasar itu. Desain produk telah menetapkan model dan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk agar diperoleh produk berkualitas sesuai dengan desain yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan pasar, dengan biaya serendah mungkin. Hal ini dapat dicapai dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) yang terjadi dalam proses produksi tersebut melalui perencanaan dan pengendalian proses produksi. Selanjutnya hasil dari proses produksi yang efisien dan berkualitas tersebut didistribusikan ke konsumen (distributor atau pengguna akhir produk) melalui bagian pemasaran, dengan harga jual yang kompetitif. Bagian pemasaran bertanggungjawab kepada konsumen karena berhubungan langsung dengan konsumen.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan sebuah desain penelitian yang terdiri dari *setting*, tata cara, sampel, pembatasan dan kumpulan data yang hendak di analisis dalam sebuah kajian. (Burns dan Grove, 2003). Selain itu, metodologi juga merupakan satu kesatuan penelitian baik dalam bentuk metode, aturan-aturan maupun keterangan-keterangan yang akan digunakan oleh ilmu pengetahuan dan teknologi, seni maupun disiplin ilmu lainnya untuk memecahkan masalah. Pada bagian ini, akan diuraikan langkah-langkah metodologi penelitian yang akan ditempuh guna mendapatkan suatu analisis yang baik. Langkah-langkah metodologi penelitian ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian yaitu PT Suzuki Indomobil Motor.

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 Data

Dalam penelitian, data merupakan syarat utama yang harus dikumpulkan untuk menunjang sebuah analisis untuk mencapai tujuan penelitian. Jenis data dalam suatu penelitian dibagi menjadi 2 (dua), meliputi:

1. Data Primer

Data yang dikumpulkan untuk suatu maksud tertentu dalam suatu proyek penelitian tertentu. Data primer yang telah didapatkan meliputi data hasil wawancara dan *brainstorming* dengan operator, *supervisor*, *leader* dan *section head* mengenai penyebab terjadinya cacat, solusi mengatasi cacat,

tentang analisis pemborosan dan solusi mengatasi pemborosan yang terjadi dalam proses produksi.

2. Data Sekunder

Data yang dikumpulkan untuk suatu maksud tertentu dalam suatu proyek penelitian tertentu. Data ini diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) perusahaan yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Data sekunder yang telah dikumpulkan meliputi data spesifikasi produk, data kualitas produk, data tata letak proses produksi, data ISOS dari setiap stasiun kerja, data aliran informasi serta aliran produk, data alat serta mesin yang digunakan dari proses produksi dan data perusahaan. Data perusahaan yang diambil meliputi sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, jam operasional kerja perusahaan dan produk perusahaan.

3.2. Sumber Data

Adapun sumber data diperoleh dari berbagai pihak yaitu:

1. Bagian *Production and Planning Inventory Control* (PPIC) yang memberikan data berupa jadwal produksi dan jumlah produksi.
2. Bagian *Quality* yang memberikan data berupa kualitas produk dan standarisasi dari masing-masing proses.
3. Bagian produksi yang dapat menghasilkan data berupa cara dan teknik dalam proses produksi, tata letak proses produksi, kebutuhan alat dan mesin dalam proses produksi, dan sebagai sarana untuk melakukan *brainstorming* dalam mengatasi masalah yang timbul dalam proses produksi.
4. Buku-buku, literatur, jurnal dan referensi lainnya yang berhubungan dengan metode *Lean Six Sigma*.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penyusunan tugas akhir ini diperoleh dengan metode-metode antara lain:

1. Studi kepustakaan

Studi kepustakaan merupakan suatu teknik pengumpulan data yang berasal dari buku-buku, jurnal-jurnal maupun sumber bacaan lainnya yang berhubungan dengan materi yang dibahas dalam penelitian tugas akhir.

2. Riset lapangan

Riset lapangan merupakan suatu pengamatan yang langsung dilakukan dilapangan untuk mempelajari dan mencari data serta informasi yang berkaitan dengan masalah yang diambil melalui:

- a. Wawancara (*Interview*)

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan kontak langsung dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan data-data yang akan diambil atau diperlukan dalam pembahasan masalah.

- b. Pengamatan

Pengamatan merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung untuk mengetahui jalannya proses produksi yang berhubungan dengan penelitian.

3.4. Tahapan Metodologi Penelitian

Tahapan metodologi penelitian adalah garis besar tahapan penelitian yang harus diterapkan terlebih dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah, bertujuan untuk mengumpulkan data untuk memecahkan suatu masalah. Dalam metodologi penelitian ini dijelaskan langkah-langkah pelaksanaan penelitian mulai dari tahap awal yaitu, sumber data sampai tahap akhir kesimpulan dan saran. Adapun langkah-langkah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan

- a. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan telaah literatur atau sumber pustaka yang berkaitan dengan metode penelitian yang dilakukan dan berhubungan

dengan topik penelitian. Selain itu juga berguna sebagai teori pendukung dalam pemecahan masalah.

b. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah kegiatan mengamati aktivitas yang terjadi di dalam perusahaan, dilakukan dengan cara terjun langsung ke lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami proses produksi yang berlangsung, dan mengetahui permasalahan yang terjadi.

2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk merumuskan masalah apa saja yang ada pada penelitian ini. Sehingga dapat memudahkan dalam penetapan tujuan penelitian.

3. Tujuan Penelitian

Setelah melalui tahap perumusan masalah, tahap selanjutnya ialah menetapkan tujuan penelitian. Tujuan penelitian ialah hasil akhir yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapun tujuan penelitian telah dijelaskan pada bab I.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Data ini dapat berupa data umum perusahaan dan data produksi. Sumber data penelitian terdiri atas sumber data sekunder dan primer data sekunder. Informasi tersebut nantinya akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah.

a. Dalam observasi yang menjadi data primer adalah data pengamatan penyebab terjadinya cacat, proses *repair* untuk produk yang cacat serta solusi mengatasi cacat. Proses pengambilan data ini melalui wawancara, pengamatan dan survei secara langsung.

b. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini adalah data gambaran umum perusahaan, visi dan misi perusahaan, data *reject*, proses produksi *welding*. spesifikasi produk, data kualitas produk, data tata letak proses produksi, data ISOS dari setiap stasiun kerja, data aliran informasi serta aliran produk, data alat serta mesin yang digunakan dari proses produksi dan

data perusahaan. Data perusahaan yang diambil meliputi sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, jam operasional kerja perusahaan dan produk perusahaan.

5. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini dimulai dengan tahap *Six Sigma* yang pertama yaitu proses *Define*, kemudian dilanjutkan tahap *Measure*.

a. Tahap *Define*

Melakukan pendefinisian secara jelas yang merupakan fase awal penerapan metode DMAIC untuk meningkatkan kualitas (*define*). Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1) Pemilihan

Pemilihan dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Pemilihan jenis produk berdasarkan produk yang memiliki persentase *defect* terbesar terutama pada proses *welding* produk *Muffler* tipe XE621/631 di PT Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun 1.

2) Pembuatan Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) Mendefinisikan proses yang akan diteliti dan mengenali hubungan antara variabel *input* yang dibutuhkan dan *output* yang diinginkan dengan membuat sebuah diagram. Ini dilakukan agar dapat diperoleh informasi mengenai keterkaitan antar proses dan interaksinya.

3) Mengidentifikasi dan memahami alur proses secara keseluruhan dengan menggambar diagram aliran proses.

b. *Measure*

Measure adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui dan mengukur proses yang sedang terjadi. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1) Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab dominan yang seharusnya pertama kali diatasi, maka akan mudah dalam menetapkan prioritas perbaikan.

2) *Critical To Quality* (CTQ)

Setelah proyek *Six Sigma* didefinisikan, kita akan mencari tahu karakteristik kunci dari produk tersebut adapun yang menjadi karakteristik kunci untuk kualitas hasil proses *welding* produk *Muffler* tipe XE621/631 adalah semua jenis cacat yang mungkin terjadi pada proses *welding* produk *Muffler* tipe XE621/631.

3) Pembuatan Peta Kendali

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, dan kemudian dilakukan pembuatan peta kendali yang sesuai, untuk melihat apakah data proses sudah dalam batas kendali atau tidak. Peta kendali yang dibuat dalam penelitian ini adalah peta kendali atribut, yaitu peta kendali *p*.

4) Kinerja *Baseline*

Setelah diperoleh proses yang berada dalam batas kendali dalam artian tidak lagi dipengaruhi oleh penyebab khusus, maka dilakukan pengukuran atas kinerja *baseline* dengan melakukan perhitungan nilai *Defects per Million Opportunities* (DPMO), lalu dilakukan pengkonversian nilai DPMO ke nilai sigma untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

8. Analisis Masalah dan Pembahasan

Bab ini berisikan uraian mengenai analisis dan pembahasan dilakukan dalam tiga fase atau tahapan yaitu tahap *analyze* (analisis), *improve* (perbaikan) dan *control* (pengendalian), melanjutkan dua tahap sebelumnya *define* dan *measure*.

a. *Analyze*

Tahap *Analyze* adalah tahap berikutnya setelah tahap mengukur (*measure*). Pada tahap ini dilakukan analisis dan identifikasi mengenai sebab-sebab utama timbulnya permasalahan, sehingga pada akhirnya akan diketahui tindakan penanggulangan penyebab utama. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini adalah analisis *value added activity* dan pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone*).

1. *Analisis Process Activity Mapping.*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap *Process Activity Mapping* yang telah dibuat dalam pengolahan data. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui pemborosan yang menjadi fokus utama dalam penentuan fokus perbaikan utama proses *welding* produk *Muffler* di *Section Welding* yang dilakukan dalam penelitian ini.

2. Analisis akar permasalahan penyebab cacat menggunakan diagram fishbone

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya cacat (*defect*) dominan pada produk *muffler* tipe XE621/631 di *main muffler* PT Suzuki Indomobil Motor. Identifikasi dilakukan terhadap lima faktor yang berpengaruh selama proses produksi berlangsung yaitu, manusia, mesin, material, metode dan lingkungan. Proses identifikasi faktor-faktor penyebab cacat dilakukan melalui proses *brainstorming* dengan *supervisor* dan *leader*.

b. *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan dalam proses. Pada tahap perbaikan diusulkan solusi dari akar permasalahan yang ada. Dimana perbaikan dilakukan dalam usaha untuk memenuhi target perbaikan kualitas. Usulan direalisasikan dengan kegiatan implementasi yang akan menjadi kunci sukses atau tidaknya usulan perbaikan. Adapun tindakan korektif yang akan diambil yang pertama adalah untuk mengurangi perbedaan antara performansi yang ada dalam proses, dan target yang

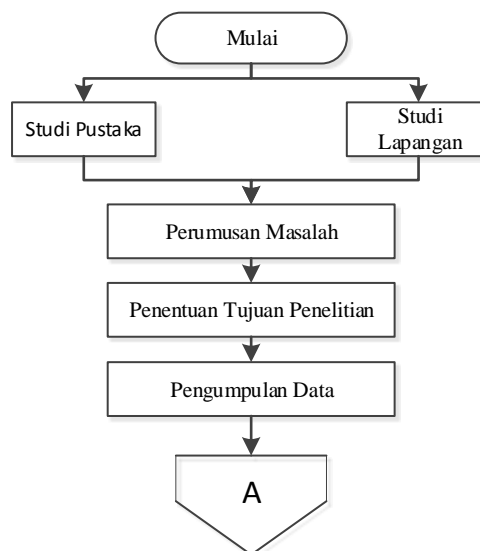
ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W + 1H.

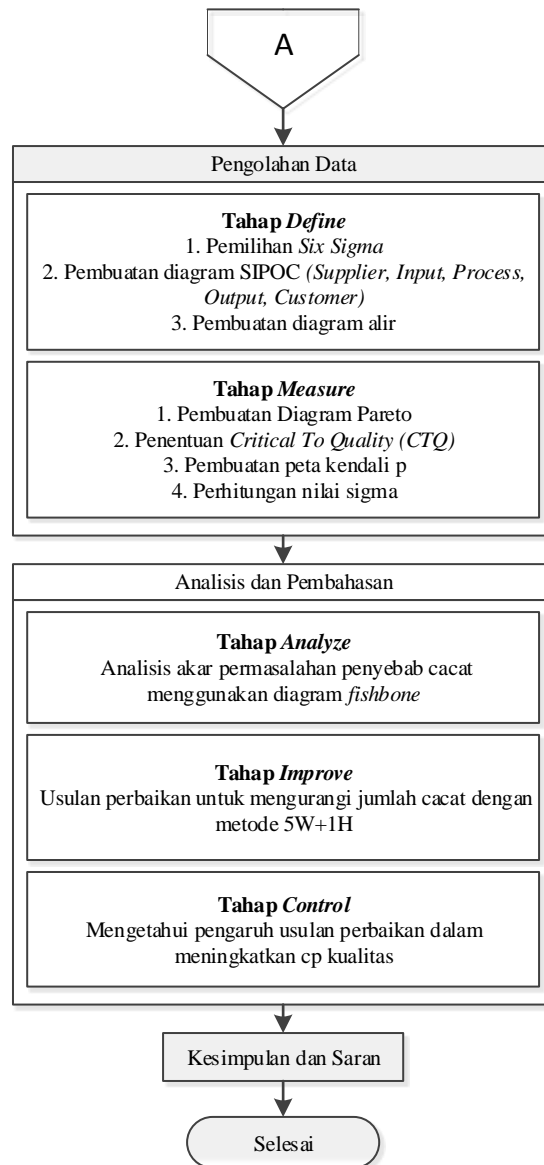
b. *Control*

Control merupakan tahap terakhir dalam program perbaikan kualitas *Six Sigma*. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini adalah pengontrolan terhadap hasil implementasi serta mendokumentasikannya. Tahap ini dilakukan dengan cara membuat peta kendali untuk melihat apakah proses setelah perbaikan terkendali atau tidak. Selanjutnya dilakukan perbandingan nilai DPMO dan *level sigma* untuk mengetahui perbandingan antara sebelum dengan sesudah perbaikan. Karena perbandingan ini bisa menjadi indikator berhasil atau tidaknya usulan perbaikan dari implementasi proyek *Six Sigma* ini.

9. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan serta memberikan solusi pemecahan yang dapat diterapkan dari penelitian ini. Selain itu juga dapat memberikan saran-saran yang dapat dipertimbangkan bagi penelitian selanjutnya maupun bagi perusahaan demi pengembangan permasalahan lebih lanjut.





Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini terdiri atas dua bagian, yaitu pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data berisi data yang dibutuhkan untuk pengolahan data sesuai dengan metode yang dipilih. Pengolahan data tersebut akan digunakan dalam analisis data.

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data menguraikan mengenai data yang telah dikumpulkan sebelumnya guna membantu penyusunan tugas akhir. Adapun data-data yang diambil seperti sejarah perusahaan, visi misi perusahaan, struktur organisasi, tahapan proses produksi, waktu proses, mesin/alat, jarak, jumlah operator, jumlah produksi, dan jumlah cacat.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Suzuki Indomobil Motor merupakan salah satu perusahaan otomotif terkemuka di Indonesia. Dimana perusahaan ini memproduksi kendaraan roda dua. PT. Suzuki Indomobil Motor merupakan anak cabang perusahaan dari Suzuki Group yang berpusat di Jepang sehingga masih dikontrol secara terpusat oleh Suzuki Group.

Pada proses perakitan sepeda motor pada PT. Suzuki Indomobil Motor terbagi menjadi enam tahap atau bagian yaitu proses *shearing/cutting*, proses *pressing*, proses *welding*, proses *painting*, proses *assembling* dan proses CBU (*Complete Built Up*). Setelah semua proses dilalui maka sepeda motor siap untuk dipasarkan.

PT. Suzuki Indomobil Motor berdiri tahun 1970. Dimulainya dengan PT Indohero Steel & Engineering Co. Sekaligus menandai kehadiran kendaraan bermotor merek Suzuki di Indonesia, dengan produk-produknya adalah sepeda motor Suzuki. Manajemen baru dibawah kepemimpinan Soebronto Laras tahun 1976, merupakan awal dari pengembangan industri otomotif secara nasional. Suzuki mengembangkan produksinya sepeda motor melalui PT Indohero Steel &

Engineering Co, dan mobil melalui PT Indomobil Utama. Untuk memenuhi program lokalisasi, maka lahirlah PT Suzuki Indonesia Manufacturing sebagai industri penunjang yang membuat komponen baik sepeda motor maupun mobil merek Suzuki untuk semua model.

PT. Suzuki Indomobil Motor dalam operasi produksinya masih memerlukan dukungan dari para sub kontraktor untuk dapat memasok komponen local yang dibutuhkan. Dalam keputusan untuk menggunakan sub kontraktor ini diambil karena perusahaan akan lebih efisien memberi *order* pekerjaan kepada pihak luar dari pada memproduksi sendiri komponen kecil/pelengkap, sehingga perusahaan tidak perlu mengeluarkan investasi untuk pembelian mesin atau peralatan yang dibutuhkan.

4.1.2. Lokasi Perusahaan

PT. Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun 1 (2W) berada di jalan Diponegoro Km. 38,2 Tambun Bekasi-Jawa Barat. Pabrik tersebut didirikan diatas tanah seluas 22,3 Ha. Lokasi kantor pusat PT. Indomobil Suzuki International berada di wisma Indomobil Jalan MT. Haryono Kav. 8 Jakarta Timur. Kantor pusat ini didukung oleh 304 karyawan, sedangkan untuk pabrik-pabriknya terbesar di beberapa lokasi antara lain di Cakung dan Tambun. Pusat perakitan kendaraan merek Suzuki dengan tenaga kerja 6.021 dan berkapasitas produksi 1.200.000 sepeda motor per tahun dan 100.000 mobil dengan pusat-pusat perakitan terbesar di lima penjuru kota.

Adapun pemilihan lokasi pabrik terpadu di Tambun, Bekasi, Jawa Barat tersebut dengan pertimbangan antara lain sebagai berikut :

1. Tersedia lokasi tanah pabrik yang relatif luas dan murah.
2. Jumlah tenaga terampil cukup tersedia di daerah sekitarnya.
3. Upah tenaga kerja relatif murah dikarenakan persaingan sedikit.
4. Arus kendaraan cukup lancar, yang menjamin kelancaran arus pasokan bahan baku dan *delivery* barang jadi.
5. Sarana dan prasarana seperti listrik, air tersedia dengan cukup.

6. Komunikasi antar departemen terkait dalam organisasi PT. Indomobil Suzuki International menjadi lebih efektif.

4.1.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam suatu perusahaan, struktur organisasi sangat diperlukan untuk menjaga kelancaran usaha dan mencapai tujuan. Struktur organisasi dibentuk dengan maksud agar setiap anggota organisasi dapat bekerja sama secara efektif dan efisien. Unsur dalam organisasi adalah :

1. Adanya dua orang atau lebih,
2. Adanya pengaturan hubungan,
3. Adanya maksud kerja sama,
4. Adanya tujuan yang hendak dicapai, dan
5. Adanya pembagian peran untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara bersama-sama.

Adapun ciri atau atribut organisasi dapat diperinci sebagai berikut :

1. Organisasi adalah lembaga social yang terdiri dari sekumpulan orang dengan berbagai pola interaksi yang ditetapkan.
2. Organisasi dikembangkan untuk mencapai tujuan tertentu, oleh karena itu organisasi adalah kreasi yang memerlukan aturan.
3. Organisasi secara sadar dikoordinasi dengan sengaja memerlukan penegasan, wewenang dan komunikasi.

Adapun struktur organisasi menurut fungsinya dapat dibagi menjadi berbagai bentuk organisasi seperti :

1. Organisasi Garis (*Line Organisasi*)
2. Organisasi Staff (*Staff Organisasi*)
3. Organisasi Garis dan Staff (*Line and Staff Organisasi*)
4. Organisasi Fungsional
5. Organisasi Panitia (*Comitee*)

PT. Indomobil Suzuki International menganut struktur organisasi fungsional yang terpusat, dimana setiap fungsi bertanggung jawab kepada atasannya masing-masing. Adapun struktur organisasi fungsional ini dibagi atas

3 fungsi besar yaitu produksi, pemasaran, serta keuangan dan Administrasi. Kewenangan tertinggi berada pada *Executive Board* yang terdiri dari wakil–wakil *shareholder* dibantu oleh beberapa *Managing Director*. Jabatan tertinggi dalam directorat dipegang oleh *Managing Director* yang membawahi para *Director*, para *Director* membawahi *General Manager* dan seterusnya sampai ketinggian *Assistant Manager*, *Supervisor*, *Foreman* dan *Worker*.

Untuk mengambil sesuatu keputusan, maka manajemen membentuk *Executive Board* ini yang terdiri dari 9 orang, dengan komposisi 4 orang pihak Jepang dan 5 orang pihak Indonesia. *Executive Board* ini juga menentukan arah dan tujuan organisasi dengan membuat rencana jangka (1 tahun), jangka menengah (5 tahun) dan jangka panjang (diatas 5 tahun). Uraian tugas, tanggung jawab dan wewenang dari masing–masing fungsi di PT. Indomobil Suzuki International adalah sebagai berikut :

1. Produksi

Bertugas membuat perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan evaluasi dari semua kegiatan produksi serta menentukan kualitas atas standar mutu yang ditetapkan dari bahan baku sampai ke barang jadi, baik bahan yang diimpor maupun yang di beli lokal.

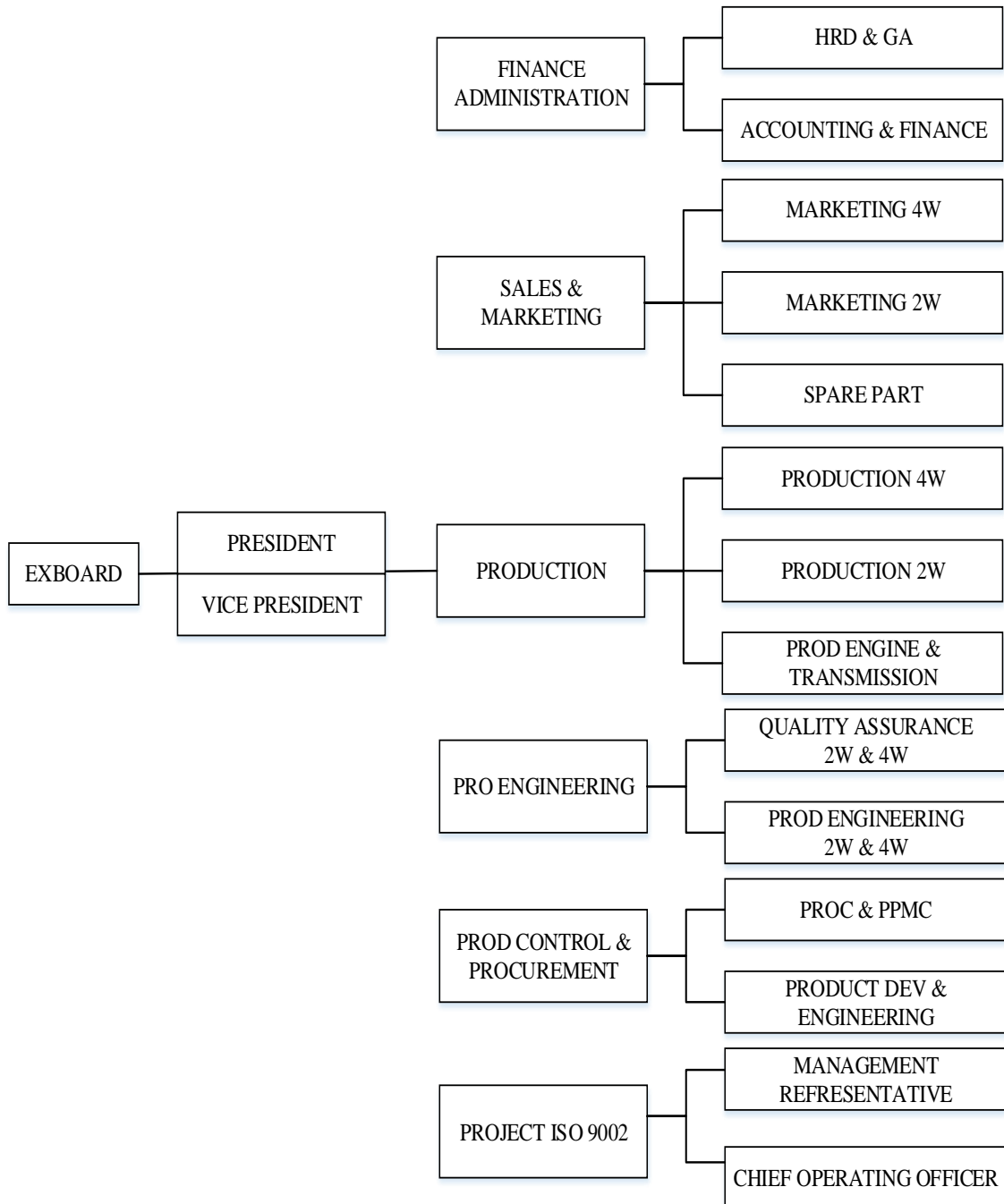
2. Pemasaran

Bertugas membuat perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, evaluasi dan pengembangan produk yang akan dipasarkan serta mempersiapkan pelayanan purna jual kepada pelanggan berupa promosi, *discount*, *service*, *spare parts*, dan memperhitungkan adanya ancaman dan peluang dari pesaing.

3. Keuangan dan Administrasi

Bertugas melaksanakan pekerjaan yang berkaitan dengan pencatatan, pengendalian dan pengawasan arus masuk dan keluar keuangan perusahaan baik jangka pendek maupun jangka panjang. Pengaturan sumber daya manusia mulai dari perencanaan, penarikan, penempatan, pengembangan, kompensasi serta pemutusan hubungan kerja. Disamping hal tersebut diatas juga mengelola dan mengawasi semua aset perusahaan.

**STRUKTUR ORGANISASI
PT. INDOMOBIL SUZUKI INTERNATIONAL**



Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT. Indomobil Suzuki Internasional
Sumber Data : HRD Department

Tugas dan Fungsi Perusahaan

Penjelasan mengenai struktur organisasi pada PT. Indomobil Suzuki International adalah sebagai berikut :

- 1) *Exboard* yaitu pemilik atau pemegang saham tertinggi sekaligus sebagai puncak pimpinan pada PT. Indomobil Suzuki International.
- 2) *President* yaitu yang menjabat sebagai wakil dari pemilik perusahaan tersebut.

President membawahi beberapa bagian yaitu :

- 1) *Finance & Administration* yaitu bagian yang berhubungan dengan keuangan dan administrasi perusahaan serta mengkoordinir dan mengarahkan semua kegiatan pada bagian dan membawahi dua bagian yaitu :
 - a) *HRD & GA* yaitu Human Research Development dan General Affair yang mengatur tentang perkembangan keadaan karyawan-karyawannya.
 - b) *Accounting & Finance* yaitu bagian yang membuat pembukuan keuangan pada PT. Indomobil Suzuki International.
- 2) *Sales & Marketing* yaitu bagian yang mengatur tentang penjualan dan pemasaran dari produksi tersebut dan membawahi tiga bagian yaitu ;
 - a) *Marketing 4W* yaitu bagian pemasaran yang khusus untuk kendaraan beroda empat atau mobil.
 - b) *Marketing 2W* yaitu bagian pemasaran yang khusus untuk kendaraan beroda dua atau motor.
 - c) *Spare Parts* yaitu bagian yang membuat atau merancang dan mengatur dari komponen-komponen mobil dan motor.
- 3) *Production* yaitu suatu bagian yang mengatur dan membuat suatu perencanaan produksi dan bagian ini terdiri dari tiga bagian yaitu :
 - a) *Production 2W* yaitu bagian yang mengatur dan membuat suatu perencanaan produksi khusus untuk kendaraan beroda dua atau motor.
 - b) *Production 4W* yaitu bagian yang mengatur dan membuat suatu perencanaan produksi khusus untuk kendaraan beroda empat atau mobil.
 - c) *Production Engine & Transmission* yaitu bagian yang membuat *lay out*, membuat perencanaan dan perencanaan sistem kerja.

- 4) *Production Engineering* yaitu bagian yang berhubungan dengan mesin-mesin yang digunakan pada PT. Indomobil Suzuki International. Bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu :
 - a) *Quality Assurance 2W & 4W* yaitu bagian yang mengawasi kualitas dari produk yang dibuat dan lolos dari inspection lalu diperiksa kembali atau di audit untuk jaminan apakah barang itu layak digunakan dan sekaligus layak dipakai konsumen baik itu kendaraan motor atau mobil.
 - b) *Production Engineering* yaitu bagian yang berhubungan dengan mesin-mesin dari kendaraan mobil dan motor yang digunakan perusahaan.
- 5) *Production Control & Procurement* yaitu bagian yang mengawasi kualitas dari produk yang dibuat lalu diadakan pemilihan barang tersebut dan bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu :
 - a) *Production & PPMC (Product Planning Material Control)* yaitu bagian yang mengawasi atau mengontrol jalannya pembuatan produk tersebut.
 - b) *Production Dev. & Engineering* yaitu perkembangan dan system kerja maupun perubahan dari desain.
- 6) *Project ISO-9002* yaitu bagian yang menangani untuk jaminan kualitas dalam produksi dan instalasi dan bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu :
 - a) *Management Representative* yaitu bagian yang berkaitan dengan kualitas mutu dan atau standar operation pada masing-masing bidang tugas.
 - b) *Chief Operating Officer* yaitu bagian yang membandingkan khusus tentang produk yang berhubungan dengan *management representative*.

4.1.4. Jam Kerja

Pembagian jam kerja untuk karyawan perusahaan ini adalah sebagai berikut:

1. *Non Shift*, untuk karyawan administrasi, bekerja pada hari:
 - a. Senin-Jumat : 07.30 – 16.30 WIB
 - b. Waktu Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB
 - c. Hari Libur : Sabtu, Minggu dan Libur Nasional
2. *Shift*, untuk karyawan yang bekerja di bagian produksi (pabrik), dibagi atas 2 *shift* jam kerja, yang terdiri atas:

Tabel 4.1. Jam Kerja Operator *Shift I*

Waktu Kerja	Keterangan
Shift I	
07.30 - 07.40	<i>Breafing</i>
07.40 - 10.00	Kerja
10.00 – 10.05	<i>Break</i>
10.05 - 12.00	Kerja
12.00 - 13.00	Istirahat
13.00 - 15.00	Kerja
15.00 - 15.05	<i>Break</i>
15.05 - 16.30	Kerja

(Sumber: Pengumpulan data)

Tabel 4.2. Jam Kerja Operator *Shift III*

Waktu Kerja	Keterangan
Shift III	
20.00 - 20.10	<i>Breafing</i>
20.10 - 22.00	Kerja
22.00 – 22.05	<i>Break</i>
22.05 – 00.00	Kerja
00.00 - 01.00	Istirahat
01.00 - 03.00	Kerja
03.00 - 03.05	<i>Break</i>
04.05 - 04.30	Kerja

(Sumber: Pengumpulan data)

4.1.5. Produk Perusahaan

Adapun hasil produksi yang dibuat dan dirakit oleh PT. Suzuki Indomobil Motor adalah sebagai berikut :

- 1) Sepeda motor Suzuki Adress



Gambar 4.2. Sepeda motor Suzuki Adress

- 2) Sepeda motor GSX R 150



Gambar 4.3. Sepeda motor GSX R 150

3) Suzuki Smash FI



Gambar 4.4. Sepeda motor Suzuki Smash FI

4) Suzuki FU Injeksi



Gambar 4.5. Sepeda motor Suzuki FU Injeksi

5) Suzuki Nex



Gambar 4.6. Sepeda motor Suzuki Nex

4.1.6. Deskripsi Produk

Muffler adalah perangkat yang digunakan untuk mengurangi noise / kebisingan suara yang muncul dari proses pembakaran di mesin. *Muffler* ini sering disebut juga dengan “*silencer*”. Sedangkan keluaran dari *Muffler* adalah *Tile pipe* atau yang sering disebut dengan “Knalpot”

Fungsi utama *muffler* adalah meredam suara dari proses pembuangan sisa gas buang pada mesin motor. Suara mesin motor akan terdengar sangat mengganggu jika tidak terdapat *muffler*. Namun pada perkembangannya, fungsi *muffler* pun meluas. Tak hanya sebagai peredam, kehadiran *muffler* juga berpengaruh pada performa mesin, tingkat efisiensi konsumsi bahan bakar, emisi gas buang hingga aspek tampilan. Seperti pada *part muffler* tipe XE621/631 yang

diproduksi PT Suzuki Indomobil Motor, *muffler* ini dilengkapi dengan komponen *catalyst* yang berfungsi sebagai netralisasi emisi gas buang.

4.1.7. Jumlah Produksi dan Ketidaksesuaian Muffler Motor

PT Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun 1 dalam divisi *welding* memproduksi *muffler* dari berbagai macam tipe. Tiap tipe yang diproduksi memiliki karakteristik yang berbeda. Berikut ini adalah jumlah produksi *muffler* beserta jumlah produk cacat, PT Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun 1 bulan Maret 2017.

Tabel 4.3. Data jumlah cacat divisi *welding* dari masing-masing tipe

No	Tipe	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	% cacat
1	XE621/631	3045	141	4,6%
2	XB972CD	3695	71	1,9%
3	XE352NE	1572	27	1,7%
4	XE514LE	360	3	0,8%
5	XE612MI	618	11	1,7%

(Sumber: Pengumpulan data)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa tipe XE621/631 memiliki jumlah presentase cacat terbesar, yaitu sebesar 4,6% dengan jumlah produksi sebanyak 3045 unit. Atas dasar itu, penulis melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebabnya.

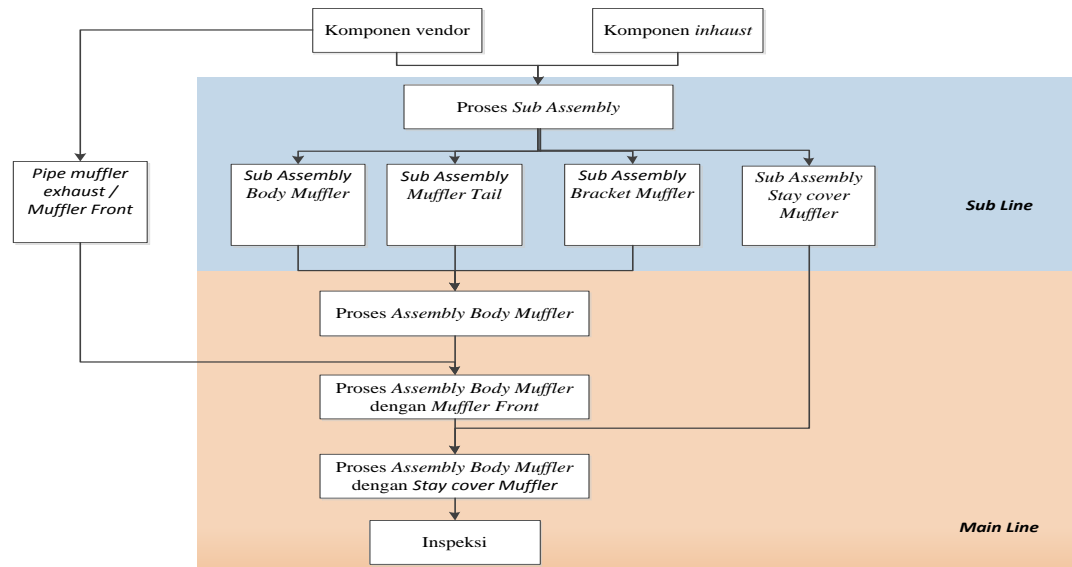
4.1.8. Proses Produksi *Muffler* Tipe XE621/631

Proses produksi *muffler* tipe XE621/631 dalam divisi *welding* di bagi menjadi dua lini produksi, yaitu lini produksi *Sub Line* dan *Main Line*. Penelitian ini hanya akan membahas lini produksi *Main Line*, sesuai dengan fokus penelitian.

Dalam lini produksi *Sub Line* terdiri dari beberapa proses *Sub Assembly* komponen vendor maupun *inhaust*. Proses *Sub Assembly* yang dikerjakan dalam proses ini terdiri dari *Sub Assembly body muffler*, *Sub Assembly plate muffler tail*,

Sub Assembly bracket muffler dan *Sub Assembly stay cover muffler*. Sedangkan dalam lini produksi *Main Line* terdiri dari beberapa proses *Assembly* komponen *Sub Assembly* hingga menjadi part *Muffler*.

Berikut ini adalah tahapan proses produksi muffler tipe XE621/631 dalam divisi *welding* :



Gambar 4.7 Skema proses produksi *Muffler* tipe XE621/631

(Sumber: Pengumpulan data)

Berdasarkan skema proses produksi *Muffler* tipe XE621/631 dalam divisi *welding*, berikut ini adalah penjelesannya.

1. Lini produksi *Sub Line*

Pada Lini ini terdapat beberapa proses *Sub Assembly* komponen vendor dan komponen *inhaust*. Komponen yang diproduksi di lini ini adalah *Sub Assembly Body Muffler*, *Sub Assembly Muffler Tail*, *Sub Assembly Stay Cover Muffler*, dan *Sub Assembly Bracket Muffler*. Berikut ini adalah tahapan proses yang terdapat di masing-masing pembuatan komponen *Sub Assembly* :

a. *Sub Assmby Body Muffler*

Dalam proses *Sub Assmby Body Muffler* terdapat beberapa proses *Sub Assembly* dari komponen vendor dan komponen *inhaust*. Urutan proses yang terdapat pada tahapan ini adalah:

- 1) Proses *Sub Assembly* komponen *body muffler front inner* dan *front outer*. Proses penggabungan ini menggunakan cara las cantum sebanyak 4 titik pada pertemuan *body muffler front inner* dan *front outer*.
- 2) Proses *Sub Assembly* komponen *catalist* dengan komponen *pipe, exh RR*. Proses penggabungan dilakukan dengan cara las cantum CO2 10 mm sebanyak 2 titik pada pertemuan komponen *catalist* dengan komponen *pipe*.
- 3) Proses *Sub Assembly* komponen *body muffler front* dengan komponen *catalist*. Proses penggabungan ini menggunakan cara las cantum CO2 10 mm sebanyak 2 titik
- 4) Proses Pengelasan *full body* komponen *body muffler front*. Pada proses ini, dilakukan pengelasan *full body* sepanjang pertemuan antara *body muffler front inner* dan *outer* yang telah digabungkan dengan komponen *catalist*.
- 5) Proses *Sub Assembly* komponen *pipe muffler buffle* dengan komponen *plat muffler Buf 1 dan 2*. Pada proses ini, komponen *pipe muffler buffle* dilakukan *las rotary* CO2 sepanjang pertemuan kedua komponen tersebut.
- 6) Proses *Sub Assembly* komponen *protector muffler*. Pada proses ini dilakukan dengan menggabungkan kedua komponen *protector muffler* hingga berbentuk tabung pada JIG. kemudian dilakukan Las Cantum CO2 10 mm sebanyak 6 titik pada pertemuan kedua komponen tersebut.
- 7) Proses *Sub Assembly* komponen *protector muffler* dengan komponen *plat muffler Buf 1 dan 2*. Pada proses ini penggabungan dilakukan dengan *insert* komponen *protector muffler* dengan komponen *plat muffler Buf 1* kemudian dilanjutkan ke komponen *plat muffler Buf 2*. Setelah itu dilakukan Las COR CO2 sebanyak masing-masing 4 titik pada titik pertemuan komponen tersebut.

- 8) Proses pemasangan *silencer muffler* pada permukaan *protector muffler* dilanjutkan dengan *insert body muffler center* pada *protector muffler*. Proses pemasangan *silencer* dilakukan dengan memberikan lem perekat pada permukaan komponen *protector*, lalu *silencer* direkatkan secara melingkar pada seluruh permukaan komponen *protector*. Selanjutnya komponen *body muffler center* akan di insert pada komponen *protector* dengan menggunakan mesin press.
- 9) Proses *Sub Assembly* komponen *body muffler center* dengan komponen *body muffler front*. Proses penggabungan ini dilakukan dengan menggabungkan kedua komponen tersebut pada JIG, kemudian dilakukan las cantum CO2 sebanyak 2 titik pada pertemuan kedua komponen tersebut.

b. *Sub Assembly Muffler Tail*

Dalam proses *Sub Assembly Muffler Tail* terdapat beberapa proses *Sub Assembly* dari komponen vendor dan komponen *inhaust*. Urutan proses yang terdapat pada tahapan ini adalah :

- 1) Proses *Sub Assembly* komponen *Plate Muffler tail* dengan komponen *Pipe muffler tail* No.1 dan no.2. Pada proses ini, komponen digabungkan pada JIG lalu dilakukan las *rotary* CO2 2mm sepanjang pertemuan antara komponen *Plate Muffler tail* dengan komponen *Pipe muffler tail* No.1 dan no.2.
- 2) Proses *Sub Assembly* komponen *stay muffler rear cover* dengan komponen *plate muffler tail*. Pada proses ini, kompoen digabungkan pada JIG, kemudian dilakukan las cantum CO2 10mm sebanyak 6 titik pada pertemuan komponen tersebut.
- 3) Proses *Sub Assembly silencer muffler tail* dan *plate muffler tail inner* dengan *plate muffler tail*. Pada proses ini, komponen *silencer muffler tail* di *insert* pada komponen *muffler tail cover*. Kemudian *plate muffler tail inner* di gabungkan pada komponen *muffler tail cover*. Setelah komponen tersebut digabung, dilakukan las cantum CO2 pada pertemuan komponen tersebut sebanyak 4 titik.

c. *Sub Assembly Stay cover muffler*

Dalam proses *Sub Assembly Stay cover muffler* terdapat proses penggabungan *Stay cover muffler* dengan *Nut*. Pada proses ini, komponen *Stay cover muffler* digabungkan dengan mesin JIG yang secara otomatis akan *insert Nut* sekaligus mengelas *spot* kedua komponen tersebut.

d. *Sub Assembly Bracket Muffler Support*

Dalam komponen *Bracket Muffler Support* terdapat proses *Sub Assembly Bracket Muffler Support inner* dan *outer*. Pada proses ini, komponen *Bracket Muffler Support inner* dan *outer* digabungkan, kemudian dilakukan las *spot*.

2. Lini produksi *Main Muffler*

Pada Lini ini terdapat beberapa proses *Assembly*. Proses *Assembly* tersebut melalui beberapa tahapan proses, diantaranya adalah :

- a. Proses *Assembly* komponen *Sub Assembly bracket muffler support* dan *Sub Assembly plate muffler tail* dengan komponen *Sub Assembly body muffler*. Proses ini diawali dengan menggabungkan komponen *bracket muffler support* ke komponen *Sub Assembly body muffler* menggunakan JIG. Kemudian las cantum CO2 15mm sebanyak 2 titik pada pertemuan komponen tersebut. Proses selanjutnya adalah *insert* komponen *Sub Assembly plate muffler tail* ke komponen *Sub Assembly body muffler* yang berada di JIG. Kemudian las cantum CO2 15mm sebanyak 2 titik pada pertemuan komponen tersebut.
- b. Proses *Las rotary Tig/Argon* pada pertemuan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan komponen *Sub Assembly plate muffler tail* dan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan komponen *body muffler front*. Pada proses ini pertemuan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan komponen *Sub Assembly plate muffler tail* akan di Las *Tig Rotary* secara menyeluruh, begitupun pertemuan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan *body muffler front* akan di Las *Argon*

Rotary secara menyeluruh. Pada proses ini, pengerjaan las dilakukan oleh robot.

- c. Proses las *full* pada titik pertemuan komponen *Sub Assembly bracket muffler support* dengan komponen *body muffler*. Pada proses ini, titik pertemuan komponen *Sub Assembly bracket muffler support* dengan komponen *body muffler* akan di las CO2 seluruhnya.
- d. Proses *Assembly* komponen *pipe muffler exhaust* dengan komponen *body muffler*. Pada proses ini komponen *pipe muffler exhaust* akan digabungkan dengan komponen *body muffler* menggunakan JIG. Selanjutnya akan di las *full rotary* CO2 pada pertemuan kedua komponen tersebut.
- e. Proses *Assembly* komponen *Sub Assembly stay cover muffler* No.1 dan No.2 dengan komponen *body muffler*. Pada proses ini komponen *Sub Assembly stay cover muffler* No.1 dan No.2 akan digabungkan dengan komponen *body muffler* menggunakan JIG, lalu akan di las CO2 15 mm sebanyak masing-masing 2 titik pada titik pertemuan komponen tersebut.
- f. Proses inspeksi melalui *Leak Test* / tes kebocoran dan *Check Man*. Pada proses ini, *muffler* yang telah di *assembly* akan di inspeksi melalui dua tahap, yaitu dengan tahap *leak test* dan tahap *check man*. Pada tahap *leak test*, *muffler* akan di pasang di alat *leak test*. Alat tersebut akan mengeluarkan tekanan udara kedalam *muffler* tersebut. Selanjutnya *muffler* tersebut di tenggelamkan secara otomatis oleh alat tersebut. Saat tenggelam, *man power* akan mengecek *muffler* tersebut dengan melihat gelembung yang keluar dari *muffler* tersebut. Jika keluar gelembung, maka *muffler* akan segera di perbaiki, dan jika tidak keluar gelembung, *muffler* akan di lanjutkan ke pemeriksaan *Check Man*. Pada tahap *Check Man*, *muffler* akan di haluskan permukaan lasnya dengan menggunakan alat gerindra amplas. *Mufler* tersebut kemudian akan diperiksa dari *spatter*. Jika terdapat *spatter*, maka *muffler* akan segera diperbaiki.

4.1.9. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Ketidaksesuaian

Data jumlah produksi dan jumlah produk cacat *Part Muffler* tipe XE621/631 di bagian *welding* diperoleh dari hasil produksi pada tanggal 1 hingga 31 bulan Maret 2017. Jumlah Produksi pada bulan Maret adalah 3045 unit. Dalam proses produksi tersebut terdapat 4 jenis cacat yaitu *spatter*, keropos, bocor dan las kurang. Jumlah dari masing-masing jenis cacat tersebut adalah *spatter* yaitu 91, keropos yaitu 3, bocor yaitu 44 dan las kurang yaitu 3. Untuk lebih jelasnya, data hasil pengamatan terhadap jumlah cacat untuk *Part Muffler* tipe XE621/631 diuraikan pada tabel berikut:

Tabel 4.4. Data jumlah cacat proses produksi *Part Muffler* tipe XE621/631 di bagian *welding*

Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jenis Cacat				Jumlah Cacat (unit)
		<i>Spatter</i> (unit)	Keropos (unit)	Bocor (unit)	Las Kurang (unit)	
1-Mar-17	150	3	0	1	0	4
2-Mar-17	150	6	0	1	0	7
3-Mar-17	155	7	1	0	0	8
6-Mar-17	180	5	0	1	0	6
7-Mar-17	125	5	0	3	0	8
8-Mar-17	129	4	0	2	1	7
9-Mar-17	70	1	0	2	0	3
10-Mar-17	130	5	0	1	0	6
13-Mar-17	120	3	0	2	0	5
14-Mar-17	123	3	0	3	1	7
15-Mar-17	120	3	1	2	0	6
16-Mar-17	120	4	0	3	0	7
17-Mar-17	125	5	0	2	0	7
20-Mar-17	202	7	0	2	0	9
21-Mar-17	75	3	0	1	0	4
22-Mar-17	180	5	0	1	0	6
23-Mar-17	60	1	0	1	1	3
24-Mar-17	179	4	1	4	0	9
27-Mar-17	204	7	0	1	0	8
29-Mar-17	129	2	0	5	0	7
30-Mar-17	199	5	0	4	0	9
31-Mar-17	120	3	0	2	0	5
Jumlah	3045	91	3	44	3	141

(Sumber: Pengumpulan data)

4.1.10. Jenis Ketidaksesuaian Pada *Part Muffler* tipe XE621/631 dalam divisi *welding*

Dalam produksi *Part Muffler* tipe XE621/631 dalam *main muffler* masih terdapat produk cacat (*defect*) yang ditemukan yaitu *spatter*, keropos, bocor dan las kurang. Jumlah dari masing-masing jenis cacat tersebut adalah *spatter* yaitu 91, keropos yaitu 3, bocor yaitu 44 dan las kurang yaitu 3. Jenis - jenis cacat yang terjadi pada jenis *Part Muffler* tipe XE621/631 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5. Jenis *Part Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler*

No	Jenis Cacat	Jumlah (unit)
1	<i>Spatter</i>	91
2	Keropos	3
3	Bocor	44
4	Las Kurang	3
Total		141

(Sumber: Pengumpulan data)

1. *Spatter* : tetesan logam cair atau bahan non-logam yang tersebar atau memercik selama proses pengelasan. Percikan kecil material panas ini menempel pada bahan dasar atau bahan logam sekitarnya. *Spatter* mudah menempel karena percikan tersebut berbentuk bulat, kecil, seperti bola ketika *spatter* mengeras.
2. Keropos : ketidaksesuaian las akibat pengelasan yang tidak sempurna akibat gas untuk pengelasan tersumbat, sehingga hasil pengelasan tidak rata dan terdapat rongga-rongga kosong di dalam hasil pengelasan.
3. Bocor : kondisi dimana permukaan *muffler* mengalami kebocoran, sehingga udara dapat keluar dari permukaan *muffler* yang mengalami kebocoran.
4. Las Kurang : Kondisi dimana permukaan las tersebut kurang dari spesifikasi atau ketentuan yang di tetapkan. Sehingga dapat mengalami kebocoran dan kerapuhan dalam sambungan las.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data menguraikan mengenai data-data yang telah diolah, sehingga membantu penyusunan tugas akhir. Pada sub bab ini, pengolahan data dilakukan menggunakan dua tahap yaitu *define* dan *measure*.

4.2.1. Tahap *Define*

Tahap ini merupakan tahap paling awal, yaitu melakukan pendefinisian terhadap kriteria pemilihan lini produksi dan komponen yang memiliki prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tahap *define* terdiri dari tiga langkah, yaitu pemilihan proyek *Lean Six Sigma*, pembuatan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*), dan pembuatan diagram alir.

4.2.1.1. Pemilihan proyek *Lean Six Sigma*

Pemilihan proyek *Lean Six Sigma* dilakukan agar penelitian fokus dan tidak melebar. Pemilihan proyek *Lean Six Sigma* ini berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan meeting pagi yang rutin dilaksanakan di PT Suzuki Indomobil Motor *Plant Tambun 1*. Hasil pengamatan menemukan banyak permasalahan pada proses produksi di *main muffler* tipe XE621/631. Dalam proses produksi *muffler* tipe XE621/631 terdapat jumlah cacat 141 unit dari total produksi 3045 unit di bulan maret tahun 2017. Untuk lebih detailnya dapat dilihat dari data persentasi cacat dari tiap tipe *muffler* seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4.6. Jumlah produksi dan presentasi cacat di Main Muffler PT Suzuki Indomobil Motor.

No	Tipe	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	% cacat
1	XE621/631	3045	141	4,6%
2	XB972CD	3695	71	1,9%
3	XE352NE	1572	27	1,7%
4	XE514LE	360	3	0,8%
5	XE612MI	618	11	1,7%

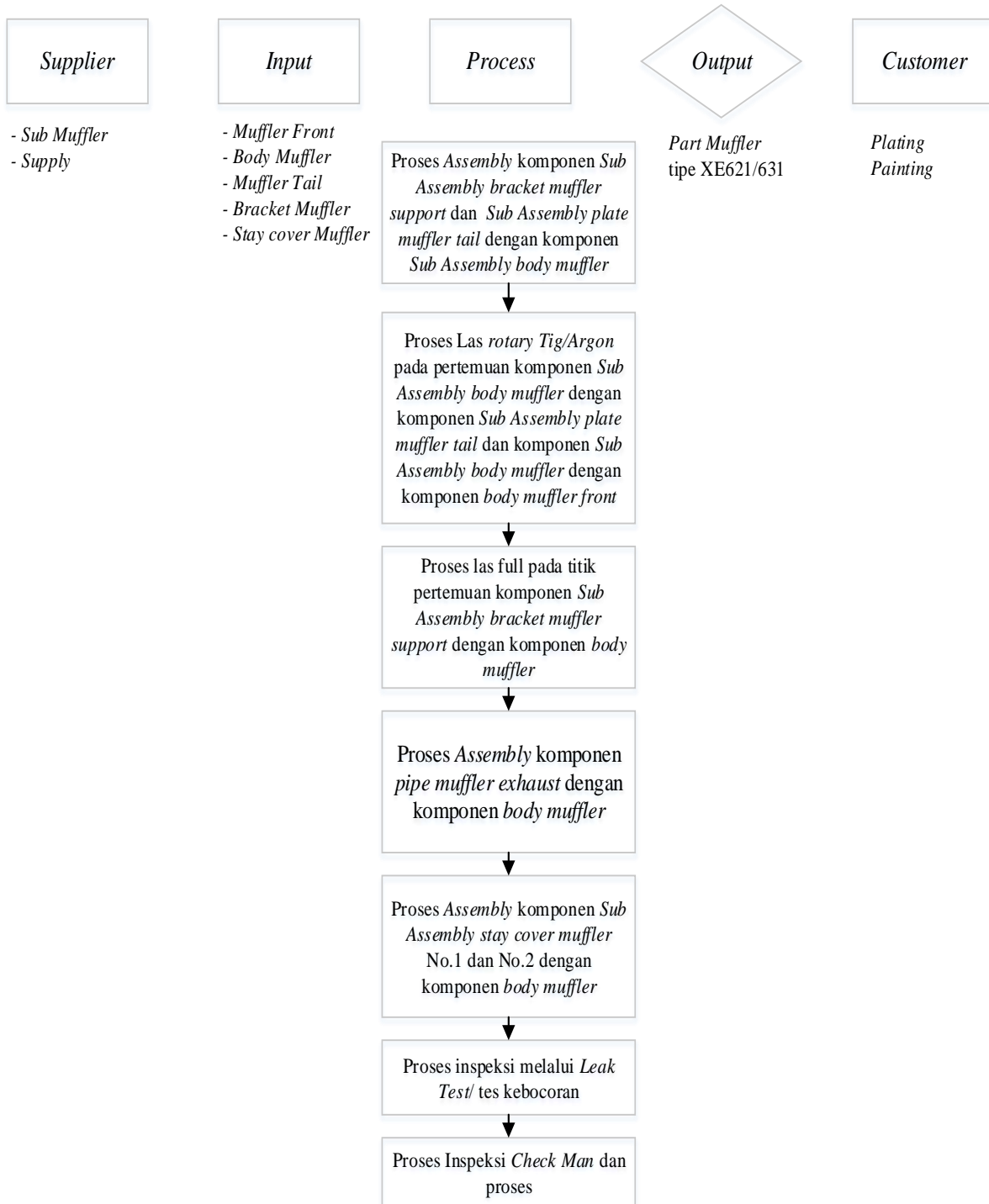
(Sumber: Pengumpulan data)

Dilatarbelakangi oleh hal tersebut, bahwa proses produksi di *Main Muffler* tipe XE621/631 sebagai proyek *Lean Six Sigma* pada penelitian ini.

4.2.1.2. Pembuatan Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*), ialah diagram yang memberikan garis besar elemen-elemen penting di dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut,

bagaimana cara mendapatkan input, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. Berikut ini adalah diagram SIPOC dalam proses produksi *Muffler* tipe XE621/631 pada *Main Muffler*.



Gambar 4.8. Diagram SIPOC proses pembuatan *Muffler* tipe XE621/631

(Sumber: Pengolahan data)

a. *Supplier*

Supplier pada proses pembuatan *Muffler* tipe XE621/631 adalah proses sebelumnya yaitu *Sub Muffler* dan *supply*.

b. *Inputs*

Material yang digunakan untuk produk *Muffler* tipe XE621/631 adalah komponen *Muffler Front*, komponen *Body Muffler*, komponen *Muffler Tail*, komponen *Bracket Muffler* dan komponen *Stay cover Muffler*.

c. *Process*

Proses pembuatan *Muffler* tipe XE621/631 terdiri dari Proses *Assembly* komponen *Sub Assembly bracket muffler support* dan *Sub Assembly plate muffler tail* dengan komponen *Sub Assembly body muffler*, Proses *Las rotary Tig/Argon* pada pertemuan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan komponen *Sub Assembly plate muffler tail* dan komponen *Sub Assembly body muffler* dengan komponen *body muffler front*, Proses las *full* pada titik pertemuan komponen *Sub Assembly bracket muffler support* dengan komponen *body muffler*, Proses *Assembly* komponen *pipe muffler exhaust* dengan komponen *body muffler*, Proses inspeksi melalui *Leak Test/ tes kebocoran* dan Proses *buffing* sekaligus proses *final inspection*.

d. *Output*

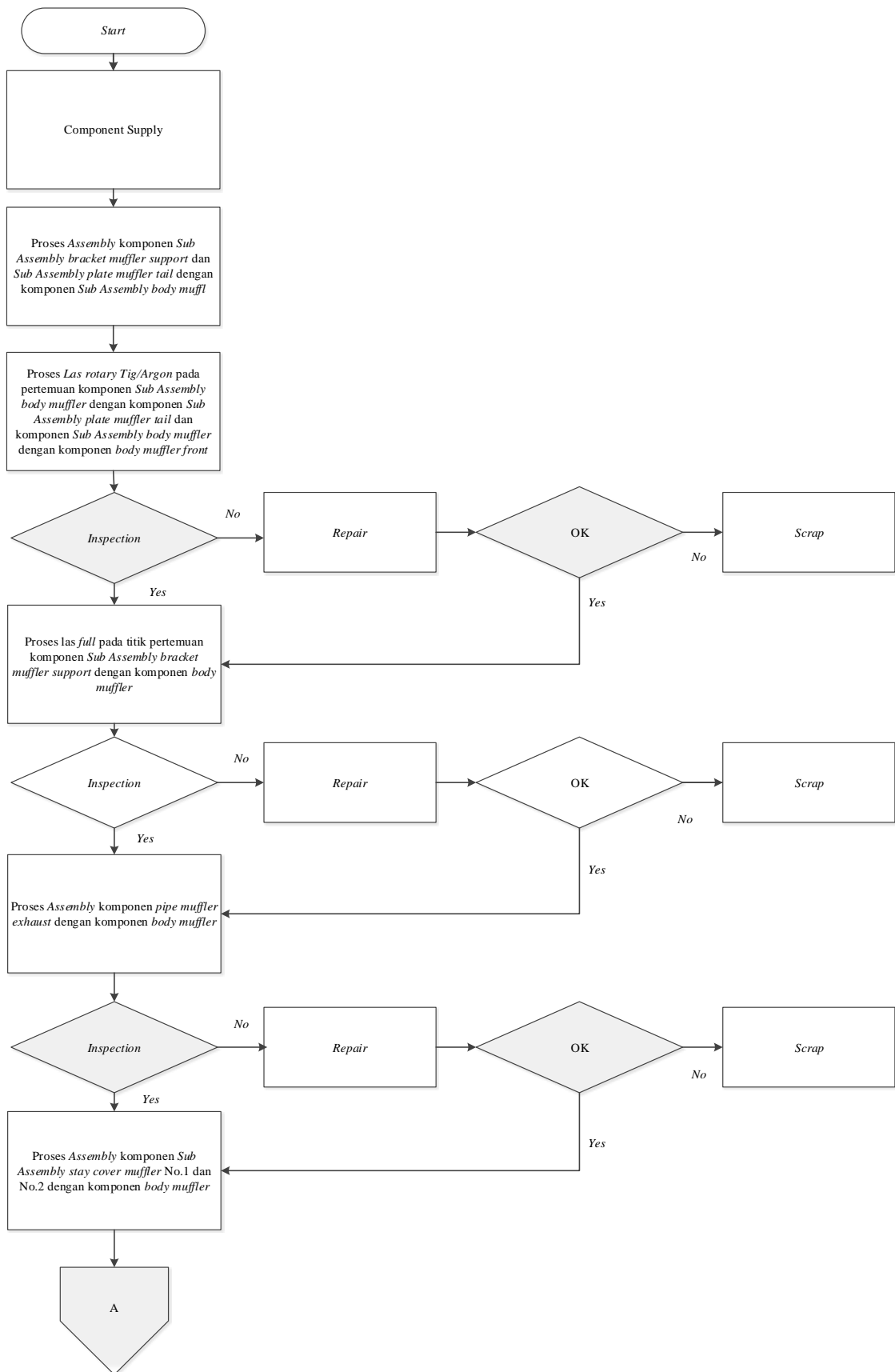
Output produk adalah *Part Muffler* tipe XE621/631.

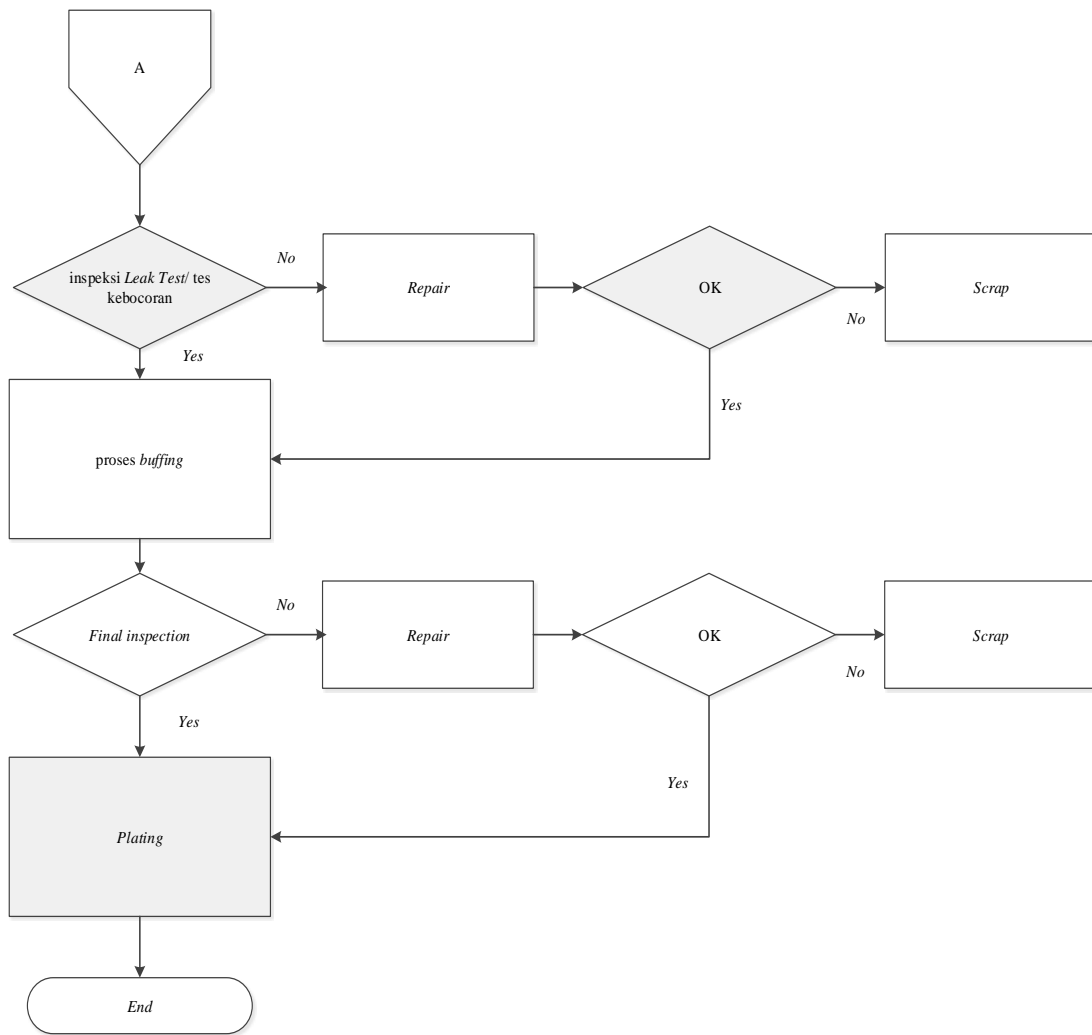
e. *Customer*

Customer dari proses pembuatan produk *Muffler* tipe XE621/631 adalah proses *plating*.

4.2.1.3. Pembuatan Diagram Alir Proses

Diagram alir proses pembuatan produk *Muffler* tipe XE621/631 ini dibuat berdasarkan hasil pengamatan serta diskusi dengan supervisor dan staf PT Suzuki Indomobil Motor *Plant Tambun 1*. Diagram ini akan menjelaskan aliran produksi yang terdapat dalam proses pembuatan produk *Muffler* tipe XE621/631 pada *line main muffler*. Berikut ini adalah diagram alir proses pembuatan produk *Muffler* tipe XE621/631.





Gambar. 4.9 Diagram Alir Proses proses pembuatan produk *Muffler* tipe XE621/631

(Sumber: Pengolahan data)

4.2.2. Measure

Tahap *measure* adalah tahap kedua dalam program peningkatan kualitas *lean six sigma*. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui dan mengukur proses yang sedang terjadi. Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan adalah perhitungan waktu siklus, pengujian statistik, perhitungan waktu normal dan standar, kegiatan *value added* dan *value non added*, pembuatan *big picture mapping*, pembuatan *process activity mapping (current map)*, serta *process cycle efficiency*. Lalu, penentuan karakteristik kunci atau *Critical To Quality (CTQ)*, pembuatan peta kendali *p*, serta menghitung nilai sigma.

4.2.2.1. Penentuan *Critical To Quality* (CTQ)

Hasil pengamatan selama ini menunjukkan bahwa jenis-jenis cacat yang sering ditemukan dan mendapat *complaints* dari proses *painting* dan *plating* pada *part muffler* adalah:

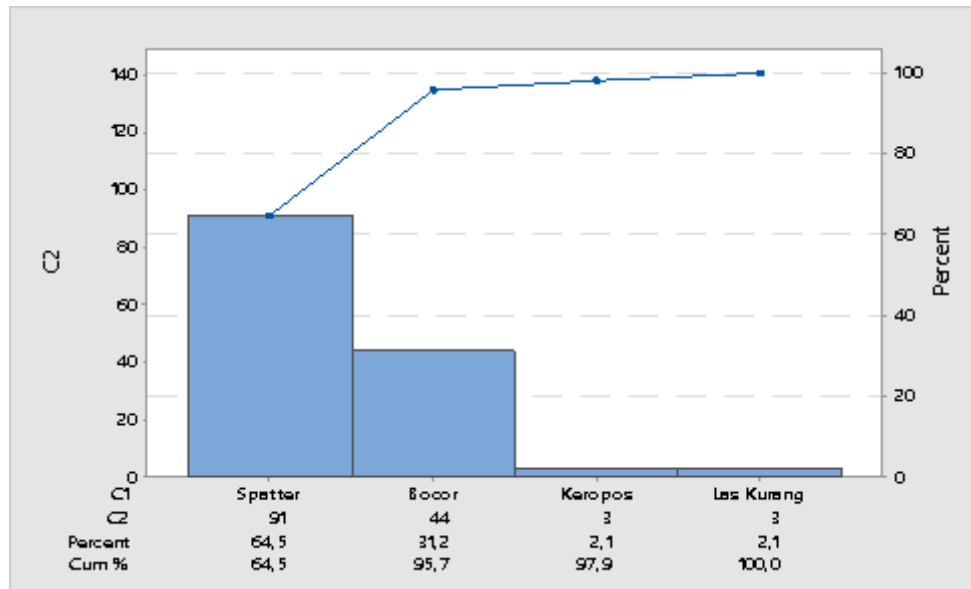
1. *Spatter* : tetesan logam cair atau bahan non-logam yang tersebar atau memercik selama proses pengelasan. Percikan kecil material panas ini menempel pada bahan dasar atau bahan logam sekitarnya. *Spatter* mudah menempel karena percikan tersebut berbentuk bulat, kecil, seperti bola ketika *spatter* mengeras.
2. Keropos : ketidaksesuaian las akibat pengelasan yang tidak sempurna akibat gas untuk pengelasan tersumbat, sehingga hasil pengelasan tidak rata dan terdapat rongga-rongga kosong di dalam hasil pengelasan.
3. Bocor : kondisi dimana permukaan *muffler* mengalami kebocoran, sehingga udara dapat keluar dari permukaan *muffler* yang mengalami kebocoran.
4. Las Kurang : Kondisi dimana permukaan las tersebut kurang dari spesifikasi atau ketentuan yang ditetapkan. Sehingga dapat mengalami kebocoran dan kerapuhan dalam sambungan las.

Dalam hal ini *complaints* tersebut menjadi penyebab ketidakpuasan *customer* yaitu tahap *plating* dan *painting*. Dalam terminologi *Six Sigma*, menyatakan CTQ potensial yang menimbulkan kegagalan (banyak karakteristik CTQ) adalah empat, jadi CTQ potensial adalah empat.

4.2.2.2. Pembuatan Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab dominan yang seharusnya pertama kali diatasi, maka akan mudah dalam menetapkan prioritas perbaikan. Dalam pembuatan diagram pareto, terlebih dahulu membuat tabel persentase jenis cacat. Dalam tabel ini jenis cacat *spatter* cacat dominan dalam diagram pareto ini. *Spatter* mempunyai nilai presentasi cacat 64,5%. Berikut ini merupakan tabel presentasi jenis cacat dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Berikut ini merupakan analisis diagram pareto pada proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler*.



Gambar 4.10. Diagram Pareto Proses *Welding Muffler* tipe XE621/631 di *Main Muffler*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2.3. Pembuatan Peta Kendali

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian secara statistik. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data atribut, oleh sebab itu peta kendali yang sesuai ialah peta kendali p . Perhitungan batas kendali untuk peta kendali p dari proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler* dapat dilihat pada lampiran C dan untuk rekapitulasi perhitungan dapat dilihat dari tabel 4.7. berikut ini merupakan contoh salah satu perhitungan batas kendali:

$$\begin{aligned}
 \text{Control Limit (CL)} &= \bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} \\
 &= \frac{141}{3045} \\
 &= 0,046
 \end{aligned}$$

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

$$= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}}$$

$$= 0,098$$

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

$$= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}}$$

$$= -0,005$$

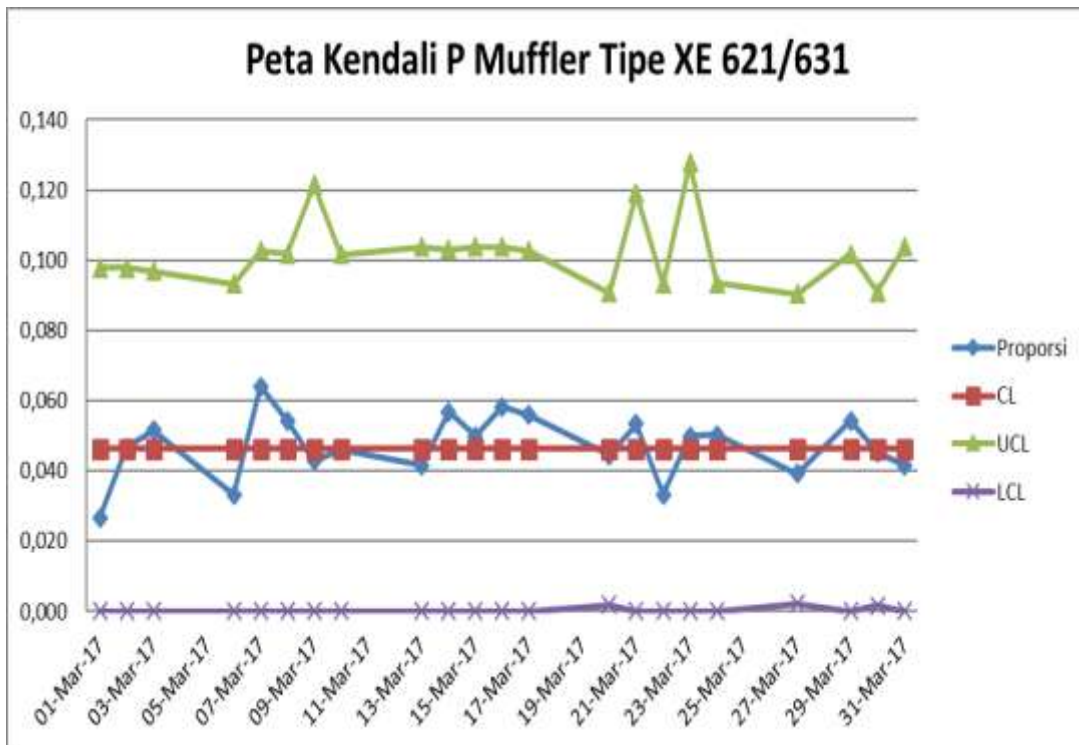
Tabel 4.7. Perhitungan Batas Kendali Peta Kendali P Proses *Welding*

Muffler tipe XE621/631 di *Main Muffler*

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	01-Mar-17	150	4	0,027	0,046	0,098	-0,005
2	02-Mar-17	150	7	0,047	0,046	0,098	-0,005
3	03-Mar-17	155	8	0,052	0,046	0,097	-0,004
4	06-Mar-17	180	6	0,033	0,046	0,093	-0,001
5	07-Mar-17	125	8	0,064	0,046	0,103	-0,010
6	08-Mar-17	129	7	0,054	0,046	0,102	-0,009
7	09-Mar-17	70	3	0,043	0,046	0,122	-0,029
8	10-Mar-17	130	6	0,046	0,046	0,102	-0,009
9	13-Mar-17	120	5	0,042	0,046	0,104	-0,011
10	14-Mar-17	123	7	0,057	0,046	0,103	-0,011
11	15-Mar-17	120	6	0,050	0,046	0,104	-0,011
12	16-Mar-17	120	7	0,058	0,046	0,104	-0,011
13	17-Mar-17	125	7	0,056	0,046	0,103	-0,010
14	20-Mar-17	202	9	0,045	0,046	0,091	0,002
15	21-Mar-17	75	4	0,053	0,046	0,119	-0,026
16	22-Mar-17	180	6	0,033	0,046	0,093	-0,001
17	23-Mar-17	60	3	0,050	0,046	0,128	-0,035
18	24-Mar-17	179	9	0,050	0,046	0,093	-0,001
19	27-Mar-17	204	8	0,039	0,046	0,090	0,002
20	29-Mar-17	129	7	0,054	0,046	0,102	-0,009
21	30-Mar-17	199	9	0,045	0,046	0,091	0,002
22	31-Mar-17	120	5	0,042	0,046	0,104	-0,011

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berikut ini merupakan peta kendali *p* proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler*.



Gambar 4.11. Peta Kendali *p* Proses *Welding Muffler* tipe XE621/631 di *Main Muffler*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali *p* untuk *Part Muffler* tipe XE 621/631 hasil dari perhitungan secara statistik, dapat dilihat bahwa data tidak ada yang keluar batas kendali. Sehingga data tidak perlu dilakukan revisi. Perhitungan peta kendali *p* untuk produk ini berhenti sampai pada perhitungan pertama dan proses dapat dinyatakan terkendali secara statistik.

4.2.2.4. Perhitungan Nilai Sigma

Perhitungan besarnya nilai sigma produk dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan sigma yang telah baku, dan dibantu menggunakan tabel nilai sigma. Hasil pengukuran berupa data atribut akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects per Million Opportunities*). Level sigma merupakan hasil konversi dari nilai DPMO ke dalam tabel sigma. Perhitungan DPMO dan nilai sigma proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler* dapat dilihat di bawah ini:

a. Perhitungan DPMO

1. Unit (U)

Jumlah unit *part muffler* tipe XE621/631 yang diperiksa pada bulan Maret 2017 sebanyak 3045 unit.

2. Defect (D)

Jumlah cacat (defect) bulan Maret 2017 sebesar 141 unit.

3. Tingkat cacat/kegagalan

$$\text{Tingkat cacat/kegagalan} = \frac{D}{U} = \frac{141}{3045} = 0,046$$

4. Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ

$$\text{Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ} = \frac{\text{tingkat cacat}}{\text{CTQ}} = \frac{0,046}{4} = 0,011576$$

5. Defect per Milion Opportunity (DPMO)

DPMO = Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ x 1.000.000

$$\text{DPMO} = 0,011576 \times 1.000.000 = 11.576$$

b. Nilai sigma

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung Level sigma perusahaan saat ini. Level sigma didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel level sigma yang ada pada lampiran A. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini adalah 11.576 DPMO jika dikonversikan ke level sigma, level sigma perusahaan adalah 3,77.

4.2.2.5. Perhitungan Peta kendali P Setelah Perbaikan

Perhitungan batas kendali untuk peta kendali *p* setelah perbaikan dari proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler* dapat dilihat pada lampiran B dan untuk rekapitulasi perhitungan dapat dilihat dari tabel 4.8. berikut ini merupakan contoh salah satu perhitungan batas kendali:

$$\text{Control Limit (CL)} = \bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{56}{2555} = 0,022$$

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

$$= 0,022 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}} = 0,058$$

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

$$= 0,022 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}} = -0,030$$

Tabel 4.8. Perhitungan Batas Kendali Peta Kendali p Setelah Perbaikan Proses
Welding Muffler tipe XE621/631 di *Main Muffler*

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	17 April 2017	150	3	0,020	0,022	0,058	-0,135
2	18 April 2017	190	4	0,021	0,022	0,054	-0,123
3	19 April 2017	155	4	0,026	0,022	0,057	-0,133
4	20 April 2017	70	1	0,014	0,022	0,074	-0,180
5	21 April 2017	180	5	0,028	0,022	0,055	-0,126
6	25 April 2017	216	4	0,019	0,022	0,052	-0,117
7	26 April 2017	120	1	0,008	0,022	0,062	-0,147
8	27 April 2017	170	3	0,018	0,022	0,056	-0,129
9	28 April 2017	140	3	0,021	0,022	0,059	-0,139
10	02 Mei 2017	120	2	0,017	0,022	0,062	-0,147
11	03 Mei 2017	165	6	0,036	0,022	0,056	-0,130
12	04 Mei 2017	155	4	0,026	0,022	0,057	-0,133
13	05 Mei 2017	180	3	0,017	0,022	0,055	-0,126
14	08 Mei 2017	70	2	0,029	0,022	0,074	-0,180
15	09 Mei 2017	120	3	0,025	0,022	0,062	-0,147
16	10 Mei 2017	150	5	0,033	0,022	0,058	-0,135
17	12 Mei 2017	129	2	0,016	0,022	0,061	-0,143
18	15 Mei 2017	75	1	0,013	0,022	0,073	-0,176

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2.6. Perhitungan Nilai Sigma setelah perbaikan

Perhitungan DPMO dan nilai sigma proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler* dapat dilihat di bawah ini:

a. Perhitungan DPMO

1. Unit (U)

Jumlah unit *part muffler* tipe XE621/631 yang sebanyak 2555 unit.

2. Defect (D)

Jumlah cacat (*defect*) pada bulan April dan Mei 2017 sebesar 56 unit.

3. Tingkat cacat/kegagalan

$$\text{Tingkat cacat/kegagalan} = \frac{D}{U} = \frac{56}{2555} = 0,022$$

4. Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ

$$\text{Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ} = \frac{\text{tingkat cacat}}{\text{CTQ}} = \frac{0,022}{4} = 0,0054794$$

5. *Defect per Milion Opportunity* (DPMO)

$$\text{DPMO} = \text{Peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = 0,0219178 \times 1.000.000 = 5.479$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) adalah 5.479 unit.

b. Nilai sigma

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung Level sigma perusahaan saat ini. Level sigma didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel level sigma yang ada pada lampiran C. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini adalah 5.479 DPMO jika dikonversikan ke level sigma, level sigma perusahaan sebesar 4,04.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan uraian mengenai analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam tiga fase atau tahapan yaitu tahap *analyze* (analisis), *improve* (perbaikan) dan *control* (pengendalian), melanjutkan dua tahap sebelumnya yaitu *define* dan *measure*.

5.1. Tahap Analyze

Tahap *Analyze* adalah tahap berikutnya setelah tahap mengukur (*measure*). Pada tahap ini dilakukan analisis dan identifikasi mengenai sebab-sebab utama timbulnya permasalahan, sehingga pada akhirnya akan diketahui tindakan penanggulangan penyebab utama. Hasil akhir yang ingin diperoleh dari tahap ini adalah berupa informasi atau pernyataan mengenai penyebab utama terjadinya cacat yang terdapat dalam proses sehingga selanjutnya akan diperbaiki.

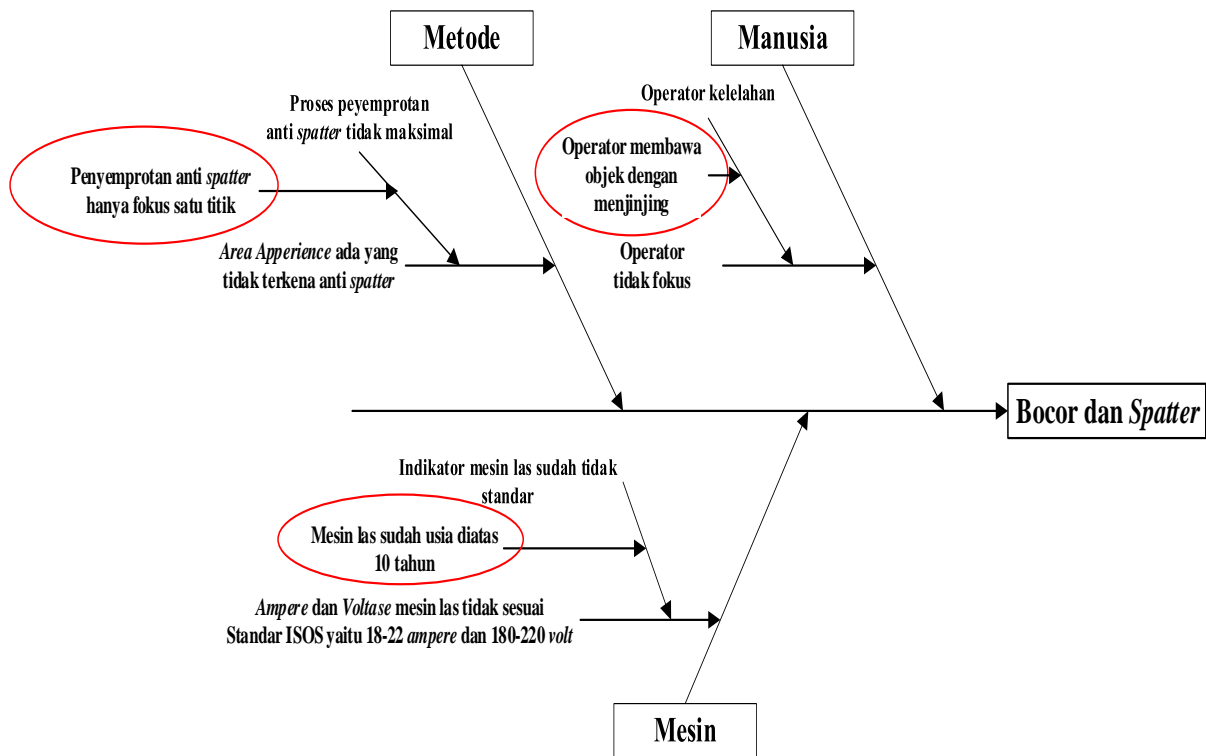
Berdasarkan pembuatan diagram pareto cacat terbesar yang menjadi fokus penelitian adalah cacat *spatter*. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya cacat pada komponen *part muffler* tipe XE621/631, digunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) yang terlebih dahulu dilakukan *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Pada umumnya dalam pembuatan diagram *fishbone*, penyebab dapat dilihat dari 5 aspek yaitu manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Tetapi berdasarkan hasil *brainstorming* terhadap penyebab utama masalah yang akan diperbaiki, tidak ditemukan dari keseluruhan aspek.

Pada diagram sebab akibat, faktor-faktor yang mungkin menyebabkan timbulnya jenis cacat *spatter* dikelompokkan ke dalam berbagai kategori utama yang kemudian diuraikan menjadi faktor-faktor penyebab yang lebih rinci. Pembuatan diagram sebab-akibat ini didasarkan pada hasil *brainstorming* dengan *process engineering*, *supervisor*, *leader*, dan operator *welding section*, serta *supervisor* kualitas. Adapun *brainstorming* yang dilakukan menggunakan metode 5 *Whys*, guna mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat. Metode 5 *Whys* dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan diagram sebab akibatnya dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Tabel 5.1 Sebab akibat terjadi bocor dan *spatter*

No	Faktor	Masalah	Akibat	Sebab
1	Mesin	<i>Ampere</i> dan <i>Voltase</i> mesin las tidak sesuai standar ISOS yaitu <i>Ampere</i> 180-220 dan <i>Voltase</i> 18-22	Mengapa <i>Ampere</i> dan <i>Voltase</i> mesin las tidak sesuai standar ISOS yaitu <i>Ampere</i> 180-220 dan <i>Voltase</i> 18-22?	Sebab indikator mesin las sudah tidak standar
			Mengapa indikator mesin las sudah tidak standar ?	Sebab mesin las sudah usia diatas 10 tahun sehingga indikator harus disesuaikan dengan keadaan yang ada berdasarkan ketebalan permukaan las
2	Metode	<i>Area apperience</i> (area bebas <i>spatter</i>) ada yang tidak terkena anti <i>spatter</i>	Mengapa <i>area apperience</i> (area bebas <i>spatter</i>) ada yang tidak terkena anti <i>spatter</i> ?	Sebab proses penyemprotan anti <i>spatter</i> tidak maksimal
			Mengapa proses penyemprotan anti <i>spatter</i> tidak maksimal ?	Sebab Penyemprotan anti <i>spatter</i> hanya fokus pada satu titik dan tidak merata di daerah <i>apperience</i> (area bebas <i>spatter</i>)
3	Manusia	Operator tidak fokus saat pekerjaan berlangsung	Mengapa operator tidak fokus saat pekerjaan berlangsung ?	Sebab operator kelelahan saat pekerjaan berlangsung
			Mengapa operator kelelahan saat pekerjaan berlangsung ?	Sebab operator sebelum mengelas, terlebih dahulu membawa objek dengan menjinjing

(Sumber: Analisis Data)



Gambar 5.1. Diagram *Fishbone Part Muffler* tipe XE621/631
(Sumber: Analisis Data)

Berdasarkan diagram sebab akibat (*fishbone*) di atas, terdapat dua faktor yang menyebabkan bocor dan *spatter*, yaitu faktor mesin dan metode. sebab-sebab yang muncul pada lebih dari satu kategori, kemungkinan merupakan petunjuk sebab yang paling mungkin. Analisis potensi faktor kegagalan produk yang paling mungkin, ialah:

- a. Proses penyemprotan anti *spatter* terdapat *Area apperience* (area bebas *spatter*) yang tidak terkena anti *spatter*.
 - Sebab penyemprotan anti *spatter* belum maksimal sehingga *spatter* menempel pada *Area apperience*.
 - Sebab Penyemprotan anti *spatter* hanya fokus pada satu titik dan tidak merata di daerah *apperience*.
- b. Operator kelelahan saat pekerjaan berlangsung sehingga dalam proses pengelasan tidak maksimal
 - Sebab operator tidak fokus dalam proses pekerjaan berlangsung.

- Sebab operator sebelum melakukan proses, terlebih dahulu membawa objek dengan menjinjing.
- c. *Ampere* dan *Voltase* mesin las tidak sesuai standar ISOS yaitu *Ampere* 180-220 dan *Voltase* 18-22
- Sebab indikator mesin las sudah tidak standar, sehingga hasil las yang dihasilkan mesin las tidak sesuai dengan besaran indikator besaran ampere dan voltase yang terdapat di mesin las.
 - Sebab mesin las sudah usia diatas 10 tahun sehingga indikator harus disesuaikan dengan keadaan yang ada berdasarkan ketebalan permukaan las.

5.2. Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan yang berkaitan dengan penentuan dan perbaikan solusi-solusi berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah mengetahui penyebab dari jenis ketidaksesuaian *spatter* pada *Part Muffler* tipe XE621/631, langkah selanjutnya adalah memberikan usulan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab timbulnya ketidaksesuaian. Usulan perbaikan dapat dilakukan dengan metode 5W+1H yang terdiri dari *What* (apa), *Why* (mengapa), *Who* (siapa), *Where* (dimana), *When* (kapan), dan *How* (bagaimana) dapat di lihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Usulan tindakan perbaikan bocor dan mengurangi *spatter*

No	Faktor	5W+1H	Deskripsi
1	Mesin	What	Memperbaiki indikator mesin las atau mengganti mesin las tersebut
		Why	Karena Mesin Las tersebut sudah diatas 10 tahun, untuk itu perlu dilakukan pergantian mesin atau tindakan sementara yaitu memperbaiki indikator mesin las tersebut agar besaran <i>output</i> mesin las berupa <i>ampere</i> dan <i>voltase</i> sesuai dengan standar ISOS.
		Where	Perbaikan mesin las ini dilakukan pada mesin las yang tedapat di stasiun kerja <i>assembly bracket muffler</i>
		When	Pergantian mesin dapat dilakukan saat ada <i>approve</i> dan anggaran dari pihak <i>top management</i> , untuk itu dilakukan perbaikan sementara pada bulan April 2017

Tabel 5.2. Usulan tindakan perbaikan bocor dan mengurangi *spatter* (Lanjutan)

No	Faktor	5W+1H	Deskripsi
		Who	Pergantian mesin las tersebut dilakukan oleh manajer, direktur dan <i>supervisor</i> . Dalam tindakan perbaikan sementara dilakukan oleh <i>leader</i> dan <i>supervisor</i> .
		How	Sebelum dilakukan pergantian mesin las baru, tindakan yang dilakukan adalah dengan memberikan tanda pada alat indikator mesin las yang sudah tua setelah di sesuaikan dengan ketebalan permukaan las
2	Metode	What	Memperbaiki metode penyemprotan agar semua <i>Area apperience</i> (area bebas <i>spatter</i>) terkena anti <i>spatter</i>
		Why	Karena terdapat banyak <i>spatter</i> yang menempel pada <i>Area apperience</i> yang tidak terkena anti <i>spatter</i> .
		Where	Perbaikan dilakukan pada proses pengelasan <i>assembly muffler front</i> .
		When	Perbaikan dilakukan saat penelitian berlangsung, pada bulan April 2017.
		Who	Perbaikan tersebut dilakukan oleh <i>leader</i> sebagai pemberi intruksi, dan dilaksanakan oleh operator.
		How	Dengan memperbaiki metode penyemprotan yaitu dengan merubah arah penyemprotan dari posisi <i>vertikal</i> menjadi posisi <i>horizontal</i> .
3	Manusia	What	Meperbaiki proses pengangkutan <i>muffler</i> dengan alat bantu dari proses <i>leak test</i> menuju proses <i>buffing</i>
		Why	Karena proses tersebut membutuhkan jarak yang jauh dan objek yang diangkat mempunyai beban yang berat sehingga operator tidak lelah.
		Where	Perbaikan dilakukan di antara proses <i>leak test</i> dan proses <i>buffing</i>
		When	Perbaikan dilakukan saat penelitian berlangsung yaitu pada bulan April 2017.
		Who	Perbaikan dilakukan oleh <i>supervisor</i> dan <i>leader</i> .
		How	Dengan memberikan alat bantu transportasi berupa rak untuk <i>muffler</i> yang dibawahnya terdapat roda

(Sumber: Analisis data)

Berdasarkan tabel rencana perbaikan jenis cacat bocor dan *spatter* pada Tabel 5.7, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Mesin

mesin las sudah usia diatas 10 tahun sehingga indikator harus disesuaikan dengan keadaan yang ada berdasarkan ketebalan permukaan las.

Hasil *brainstorming* dengan *leader* dan *manager* adalah mengusulkan pembelian mesin las baru. Namun selama proses pembelian di realisasikan, dilakukan tindakan perbaikan sementara dengan memberikan tanda pada alat indikator mesin las yang sudah tua setelah di sesuaikan dengan

ketebalan permukaan las. Hasil dari perbaikan sementara tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.2 Pemberian label pada alat indikator mesin las proses *las full bracket muffler*
(Sumber: Analisis Data)

b. Metode

Penyemprotan anti *spatter* hanya fokus pada satu titik dan tidak merata di daerah *apperience* (area bebas *spatter*).

Hasil *brainstorming* dengan *leader* adalah dengan merubah posisi gerakan penyemprotan, dari arah vertikal menjadi arah horizontal. Hal ini didasari karena penyemprotan dengan arah vertikal, hasil semprotan hanya akan mengenai daerah pengelasan saja dan tidak mencakup semua daerah *apperience*. Sedangkan daerah *apperience* memiliki posisi horizontal. Penyemprotan daerah *spatter* cukup dengan sekali semprot dengan ketebalan semprotan tipis, sedangkan penyemprotan dengan posisi vertikal hasil semprotan akan tebal maka akan lebih efektif jika dirubah menjadi posisi horizontal sehingga hasil semprotan dapat mencakup semua daerah *apperience*.

c. Manusia

Operator sebelum mengelas, terlebih dahulu membawa objek dengan menjinjing).

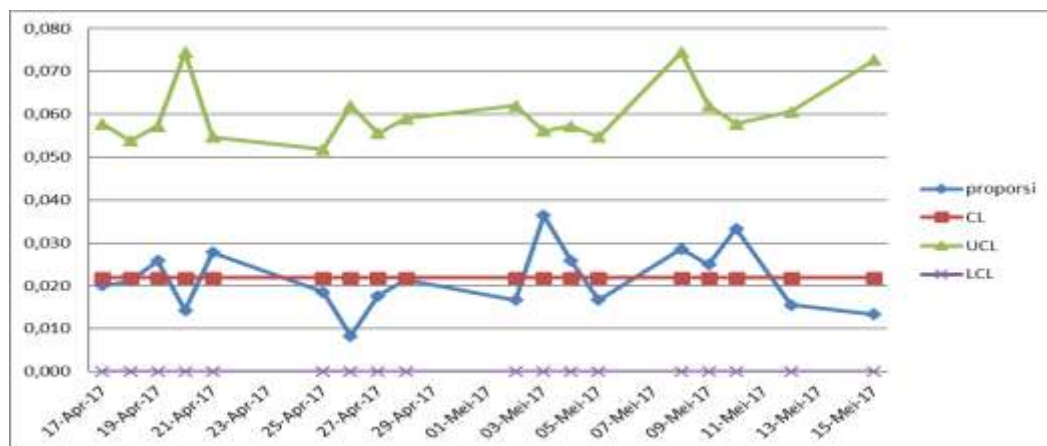
Hasil *brainstorming* dengan *leader* adalah dengan melakukan perbaikan dengan memberikan alat bantu transportasi berupa rak berjalan. Perbaikan

ini dilakukan untuk mengatasi operator yang terlalu lelah akibat transportasi dilakukan dengan menjinjing *object* secara manual (tanpa alat bantu).

5.3. Tahap *Control*

Tahap ini bertujuan untuk melengkapi semua hasil penelitian dan menyampaikan hasil proses perbaikan. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini adalah pemantauan terhadap hasil implementasi serta mendokumentasikan hasil implementasi tersebut. Dalam tahap ini dilakukan pembuatan peta kendali *p* setelah perbaikan untuk mengetahui data produk cacat masih dalam batas kendali atau tidak dan analisis perhitungan nilai sigma setelah perbaikan untuk mengetahui berapa peningkatan nilai sigma setelah dilakukan perbaikan.

Perhitungan batas kendali setelah perbaikan dan perhitungan nilai sigma setelah perbaikan telah dilakukan sebelumnya yaitu pada sub bab 4.2.2.5. tentang perhitungan peta kendali *p* setelah perbaikan dan pada sub bab 4.2.2.6. tentang perhitungan nilai sigma setelah perbaikan. berikut ini merupakan peta kendali *p* proses *welding muffler* tipe XE621/631 di *main muffler*.



Gambar 5.3. Peta Kendali *p* setelah perbaikan Proses *Welding Muffler* tipe XE621/631 di *Main Muffler*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali *p* setelah perbaikan untuk *Part Muffler* tipe XE 621/631 dapat dilihat bahwa data tidak ada yang keluar batas kendali sehingga dapat dinyatakan data terkendali.

Dari hasil perhitungan dalam sub bab pengolahan data telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini adalah 5.479 DPMO dan level sigma

perusahaan sebesar 3,77. Dengan demikian terjadi peningkatan nilai sigma secara signifikan yaitu dari 3,77 menjadi 4,04.

Berikut ini merupakan dokumentasi implementasi perbaikan proses terhadap produk cacat *welding part muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3. Bukti *Improve Proses Welding Part Muffler* tipe XE621/631 pada *Main Muffler*

Keterangan	Sebelum	Sesudah
Merubah posisi gerakan penyemprotan anti spatter, pada proses assembly <i>muffler front</i> dari arah vertikal menjadi arah horizontal		
memberikan tanda pada alat indikator mesin las yang sudah tua setelah di sesuaikan dengan ketebalan permukaan las	<p>Gambar Sebelumnya adalah dalam alat indikator tersebut tidak ada label untuk menandai besaran ampere dan voltase</p>	
Memberikan alat bantu transportasi dari proses <i>leak test</i> ke proses <i>buffing</i>		

(Sumber: Pengumpulan Data)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan beberapa kesimpulan yang menjadi jawaban atas tujuan penelitian pada Bab I disertai dengan beberapa saran yang menjadi masukan untuk perbaikan perusahaan.

6.1. Kesimpulan

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

1. Produk cacat (*defect*) yang ditemukan dalam produksi *Part Muffler* tipe XE621/631 dalam *main muffler* yaitu *spatter*, keropos, bocor dan las kurang. Dalam pembuatan diagram pareto diperoleh jenis cacat dominan yaitu *spatter*.
2. Hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh DPMO proses *welding Part Muffler* tipe XE621/631 sebesar 11.576 unit dari kemungkinan sejuta cacat dengan Level *Sigma* adalah 3,77. Hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh DPMO proses *welding Part Muffler* tipe XE621/631 sebesar 5.479 unit dari kemungkinan sejuta cacat dengan Level *Sigma* adalah 4,04. Terjadi penurunan nilai DPMO sebesar 6.097 unit dan peningkatan level *sigma* sebesar 0,27.
3. Akar penyebab terjadinya cacat bocor dan *spatter* pada proses *welding* produk *Muffler* tipe XE621 adalah proses penyemprotan anti *spatter* tidak merata di daerah *apperience* karena hanya fokus pada satu titik, operator sebelum mengelas terlebih dahulu membawa objek dengan menjinjing. dan indikator mesin las rusak karena mesin las sudah usia diatas 10 tahun.
4. Perbaikan yang direkomendasikan dalam meningkatkan kualitas proses produksi *Muffler* tipe XE621/631 pada *main muffler* di PT Suzuki Indomobil Motor adalah dengan merubah posisi gerakan penyemprotan anti *spatter* dalam proses pengelasan *bracket muffler*, dari arah vertikal menjadi arah horizontal, memberikan tanda pada alat indikator mesin las yang sudah tua setelah di sesuaikan dengan ketebalan permukaan las dan memberikan

alat bantu transportasi dari *proses leak test* ke proses *buffing* berupa rak berjalan, sehingga transportasi menjadi lebih cepat, dan tenaga yang dikeluarkan menjadi ringan.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan, saran yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya PT Suzuki Indomobil Motor melibatkan seluruh karyawan dalam upaya pengendalian kualitas.
2. Sebaiknya *supervisor* dan *leader* dapat meningkatkan pengawasan operator agar selalu sadar terhadap pentingnya kualitas produk terutama kesadaran terhadap upaya meminimalisasi cacat produk.
3. Agar perusahaan dapat selalu meningkatkan kualitas, sebaiknya pihak manajemen menerapkan perbaikan berkelanjutan (*continous improvement*) pada semua bagian perusahaan, sehingga perusahaan dapat terus-menerus meningkatkan kualitas secara keseluruhan hingga menuju hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Burns, N dan Grove. 2003. *The practice of nursing research : Conduct, critique and utilization*. Toronto: WB Saunders.
- Gaspersz, Vincent, 1998. *Production Planning & Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2015. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service and Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Herjanto, E. 2008. *Manajemen Operasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ishikawa, K. 1989. *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*. Jakarta: PT Melton Putra.
- Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pande, Peter, dkk. 2002. *The Six Sigma Way*. Terjemahan Dwi Prabantini. Yogyakarta: Andi.
- Rasmusson, David. 2006. *The SIPOC Picture Book A Visual Guide to The SIPOC/DMAIC Relationship*. USA: Oriell Incorporated.
- Syukron, Amin dan Kholil, Muhammad. 2013. *Six Sigma Quality for Business Improvement*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lampiran A

01-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}} \\ &= 0,098 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
02-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}} \\ &= 0,098 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{150}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
03-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{155}} \\ &= 0,097 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{155}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
06-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{180}} \\ &= 0,093 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{180}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$

07-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{125}} \\ &= 0,103 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{125}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
08-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{129}} \\ &= 0,102 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{129}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
09-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{70}} \\ &= 0,122 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{70}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
10-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{130}} \\ &= 0,102 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{130}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$

13-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,104 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
14-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{123}} \\ &= 0,103 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{123}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
15-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,104 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
16-Mar-17	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,104 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}} \\ &= 0,000 \end{aligned}$
17-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{125}}$

	$= 0,103$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{125}}$ $= 0,000$
20-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{202}}$ $= 0,091$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{202}}$ $= 0,002$
21-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{75}}$ $= 0,119$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{75}}$ $= 0,000$
22-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{180}}$ $= 0,093$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{180}}$ $= 0,000$
23-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{60}}$ $= 0,128$

	$\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{60}}$ $= 0,000$
24-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{179}}$ $= 0,093$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{179}}$ $= 0,000$
27-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{204}}$ $= 0,090$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{204}}$ $= 0,002$
29-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{129}}$ $= 0,102$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{129}}$ $= 0,000$
30-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{199}}$ $= 0,091$

	$\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{199}}$ $= 0,000$
31-Mar-17	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}}$ $= 0,104$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,0463(1 - 0,0463)}{120}}$ $= 0,000$

Lampiran B

17 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}} \\ &= 0,058 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}} \\ &= -0,035 \end{aligned}$
18 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{190}} \\ &= 0,054 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{190}} \\ &= -0,123 \end{aligned}$
19 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{155}} \\ &= 0,057 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{155}} \\ &= -0,133 \end{aligned}$
20 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{70}} \\ &= 0,074 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{70}} \\ &= -0,180 \end{aligned}$

21 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{180}} \\ &= 0,055 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{180}} \\ &= -0,126 \end{aligned}$
25 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{216}} \\ &= 0,052 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{216}} \\ &= -0,117 \end{aligned}$
26 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}} \\ &= 0,062 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}} \\ &= -0,147 \end{aligned}$
27 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{170}} \\ &= 0,056 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{170}} \\ &= -0,129 \end{aligned}$

28 April 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{140}} \\ &= 0,059 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{140}} \\ &= -0,139 \end{aligned}$
02 Mei 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}} \\ &= 0,062 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}} \\ &= -0,147 \end{aligned}$
03 Mei 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{165}} \\ &= 0,056 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{165}} \\ &= -0,130 \end{aligned}$
04 Mei 2017	$\begin{aligned} \text{Upper Control Limit (UCL)} &= 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{155}} \\ &= 0,057 \\ \text{Lower Control Limit (LCL)} &= 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{155}} \\ &= -0,133 \end{aligned}$
05 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{180}}$

	$= 0,055$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{180}}$ $= -0,126$
08 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{70}}$ $= 0,074$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{70}}$ $= -0,180$
09 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}}$ $= 0,062$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{120}}$ $= -0,147$
10 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}}$ $= 0,058$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{150}}$ $= -0,135$
12 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{129}}$ $= 0,061$

	$\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{129}}$ $= -0,143$
15 Mei 2017	$\text{Upper Control Limit (UCL)} = 0,0463 + 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{75}}$ $= 0,073$ $\text{Lower Control Limit (LCL)} = 0,0463 - 3 \sqrt{\frac{0,022(1-0,022)}{75}}$ $= -0,176$

Lampiran C

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: (Gaspersz, 2015)

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: (Gaspersz, 2015)

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

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

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

Sumber: (Gaspersz, 2015)