

**IMPLEMENTASI DMAIC DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS MOBIL  
APV PADA BAGIAN WELDING DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Program Diploma IV  
Program Studi Teknik Industri Otomotif pada  
Politeknik STMI Jakarta**



**Disusun Oleh:**

**YOSUA MARLEN HUTABARAT**

**1111063**

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

**2016**

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA  
POLITEKNIK STMI JAKARTA**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

JUDUL TUGAS AKHIR : IMPLEMENTASI DMAIC DALAM UPAYA  
PENINGKATAN KUALITAS MOBIL APV PADA BAGIAN  
*WELDING* DI PT SUZUKI INDOMOBIL

DISUSUN OLEH :

NAMA : Yosua Marlen Hutabarat

NIM : 1111063

PROGRAM : Teknik Industri Otomotif

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam  
Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta.

Ujian

Jakarta, November 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Asisten Dosen Pembimbing

Ir. Suriadi AS., M.Com  
NIP: 195810251985031006

Dianasanti Salati, ST, MT  
NIP. 198109112009012007

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL TUGAS AKHIR** : **USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUKSI KOMPONEN  
PINTU DEPAN MOBIL APV VAN DENGAN METODE DMAIC  
PADA PROSES *PRESSING* DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR**

**DISUSUN OLEH** :

**NAMA** : **OKTAVIANI**

**NIM** : **1111065**

**PROGRAM STUDI** : **TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI**

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada hari **Jum'at** tanggal **30 Oktober 2015**

Jakarta, 30 Oktober 2015

Penguji 1,

Penguji 2,

**Taswir Syahfoeddin, SMI, M.Si**

NIP: 195412261989031001

Penguji 3,

**Ir. Suriadi AS, MCom**

NIP: 195810251985031006

Penguji 4,

**Dra. Paizah, MBA**

NIP: 196809151994032003

**Dr. Hernadewita, ST, MSi**

NIP: 19700924003121001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Program Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian R.I.

Nama : Yosua Marlen Hutabarat

Nim : 1111063

Program Studi : Teknik Industri Otomotif

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul:

### IMPLEMENTASI DMAIC DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS MOBIL APV PADA BAGIAN *WELDING* DI PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, dosen pembimbing, asisten dosen pembimbing dan melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku acuan yang tertera dalam referensi pada karya tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas atau Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicatumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, 31 Oktober 2016

Yang Membuat Pernyataan

(Yosua Marlen Hutabarat)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Anugerah, Hikmat dan Kasih Setia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Implementasi DMAIC Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Mobil APV pada Bagian *Welding* di PT Suzuki Indomobil Motor”.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan Diploma Empat (D-4) Teknik dan Manajemen Industri pada Politeknik STMI Jakarta. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih Ibu, Bapak dan adik-adikku yang kusayangi dan pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.

- Bapak Dr. Mustofa, ST., MT. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom., M.T. selaku Pembantu Direktur Satu Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhammad Agus, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Ir. Suriadi AS., M.Com. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang berjasa dalam membantu proses penyusunan Tugas Akhir saya.
- Ibu Dianasanti Salati, S.T., M.T. selaku asisten dosen pembimbing Tugas Akhir yang berjasa dalam membantu proses penyusunan Tugas Akhir saya.
- Ibu Dra. Paizah, MBA selaku dosen Pembimbing Akademik.
- Bapak Achmed Zaelani S.IP (HRD), Ibu Anna Maria Yunita (HRD & GA), serta seluruh karyawan PT Suzuki Indomobil Motor yang telah membantu dalam memberikan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- Bapak dan Ibu Dosen lainnya yang telah memberikan ilmu pelajarannya kepada saya selama berada di Politeknik STMI Jakarta.
- Kepada Staf Pengajaran, Staf Akademik dan Staf Administrasi serta pihak lainnya.
- Teman-teman terbaik selama di kampus Politeknik STMI Jakarta serta Teman seperjuangan.
- Serta pihak-pihak lainnya yang tidak disebutkan namanya yang turut mendukung serta memberikan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan penulis, untuk itu penulis terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan selanjutnya.

Jakarta, 31 Oktober 2016

Penulis

## ABSTRAK

PT Suzuki Indomobil Motor merupakan salah satu perusahaan otomotif yang memproduksi kendaraan roda empat (R4). Perusahaan ini beroperasi dalam dua kegiatan, yaitu membuat komponen dan juga merakitnya hingga menjadi sebuah unit mobil. Namun tidak dapat dihindari, dengan adanya jumlah cacat yang dihasilkan mengakibatkan besarnya biaya perbaikan yang harus dikeluarkan. Saat pelat diproduksi dari departemen *pressing* yang dilanjutkan ke *welding* mengakibatkan masih terdapat produk cacat atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, khususnya *body* mobil APV yang terdapat cacat penyok, benjol, *gap* NG, *spatter*, *dansa* dan *spot* tajam yang diakibatkan elektroda dan Amper DC terlalu besar terhadap material yang tidak memenuhi spesifikasi. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis dan penentuan metode yang tepat untuk meminimalkan jumlah cacat yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam memecahkan masalah ini yaitu dengan metode DMAIC dimana dalam metode ini terdapat lima tahapan yaitu *define* dapat mengidentifikasi permasalahan dan dapat diketahui aliran proses dengan menggunakan diagram SIPOC. Tahap *measure* dapat diketahui enam jenis cacat yang menjadi kritis bagi kualitas/*Critical To Quality* (CTQ) suatu hal yang kritis mempengaruhi kualitas yaitu penyok, benjol, *gap* NG, *spot* tajam, *dansa* dan *spatter*, maka dengan analisis menggunakan diagram pareto dapat diketahui cacat penyok, *gap* NG dan benjol merupakan cacat yang paling dominan. Sehingga didapatkan nilai DPMO 19.068 unit dengan level *sigma* 3,574 *sigma*. Tahap *analyze* yang dilakukan adalah analisis penyebab kecacatan pada cacat penyok, *gap* NG dan benjol yang terjadi pada proses *welding* dan disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin dan alat kerja, material yang dikirim dari *supplier* tidak sesuai dengan spesifikasi dan kerja operator yang tidak teliti. Sehingga pada tahap *improve* jenis cacat inilah yang dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H dan metode FMEA untuk menentukan tindakan-tindakan mengatasi permasalahan banyaknya cacat pada proses produksi *body* mobil APV. Dengan tindakan perbaikan yang sudah dilakukan, maka pada tahap *control* dilakukan perbaikan pada hasil-hasil peningkatan kualitas yang telah dilakukan, sehingga terjadi kenaikan level *sigma* sebesar 11,21%, dari yang sebelumnya 3,574 *sigma* menjadi 4,025 *sigma* dengan nilai DPMO 5.781 unit.

Kata Kunci : DMAIC, Diagram SIPOC, 5W+1H, DPMO, dan *level sigma*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Persaingan antar perusahaan akan semakin ketat baik di bidang jasa maupun manufaktur. Dengan adanya persaingan tersebut, maka perusahaan dituntut mencari alternatif untuk memenangkan persaingan dan mempertahankan kesuksesan dalam dunia bisnis. Faktor utama dalam meraih kesuksesan bisnis dalam era globalisasi ini adalah kualitas. Bagi perusahaan, melakukan pengendalian kualitas diharapkan dapat meraih tujuan perusahaan, terkait dengan tingkat pendapatan perusahaan. Oleh sebab itu perusahaan harus dapat memenuhi keinginan pelanggan dan berusaha mempertahankan pelanggan. Hal inilah yang mendasari tujuan perusahaan untuk melakukan upaya perbaikan dalam aktivitas produksinya, terutama dalam mengendalikan kualitas guna menurunkan produk cacat karena pada kenyataannya masih terdapat produk yang belum sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan atau dengan kata lain produk cacat (*defect product*).

Dalam dunia industri, cacat merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan oleh perusahaan. Di dalam dunia industri terdapat dua jenis cacat yaitu cacat yang dapat diolah kembali dan cacat yang tidak dapat diolah kembali. Untuk cacat yang dapat diolah kembali tentunya perusahaan tidak terlalu dirugikan, produk tersebut masih dapat dilakukan pengerjaan ulang meskipun membutuhkan biaya untuk proses produksi baru. Cacat yang tidak dapat diolah kembali, akan sangat merugikan perusahaan karena material akan terbuang sia-sia. Oleh karena itu perusahaan harus memikirkan cara untuk dapat meminimalkan terjadinya cacat pada produk yang akan dihasilkan. Untuk dapat menyelesaikan masalah cacat produk, tidak semua penyebab dapat diatasi sekaligus, perusahaan harus mampu mengidentifikasi masalah-masalah yang dapat diprioritaskan dan cara mengatasi permasalahan tersebut harus menggunakan metode yang tepat.

PT Suzuki Indomobil Motor (SIM) merupakan perusahaan otomotif yang memproduksi kendaraan roda empat (R4) dan kendaraan roda dua (R2) yang sudah sangat dikenal secara internasional. Pabrik ini merakit mobil dimulai dari lempengan pelat hingga menjadi sebuah unit mobil. Namun tidak dapat dihindari, dengan adanya jumlah cacat yang dihasilkan mengakibatkan besarnya biaya perbaikan yang harus dikeluarkan. Pada proses produksinya yang terdiri dari lima proses yaitu melakukan proses pencetakan (*pressing*),

pengelasan (*welding*), pengecatan (*painting*), perakitan (*assembling*) dan pengecekan akhir (*final inspection*) masih terdapat banyak cacat.

Pada saat proses inspeksi akhir, sering ditemukan unit mobil yang cacat sehingga tidak bisa diproses lanjut ke bagian *central* bisnis unit (CBU) atau *dealer*. Cacat yang sering ditemukan pada inspeksi akhir bersumber dari proses *pressing* yang dilanjutkan ke *welding* tepatnya cacat (*defect*) terhadap *body* mobil APV dikarenakan elektroda dan amper DC terlalu besar terhadap material yang tidak memenuhi spesifikasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dengan mengimplementasikan beberapa usulan perbaikan kualitas *body* mobil APV pada proses *welding*. Penelitian ini akan menggunakan metode untuk mengatasi konsistensi kinerja dan menjamin kualitas dalam upaya mengembangkan dan meningkatkan kinerja proses. Metode tersebut adalah *define, measure, analyze, improve* dan *control* (DMAIC). Metode ini mengurangi berbagai variasi proses yang merugikan, meminimalkan cacat produk atau proses dan meningkatkan kualitas produk pada tingkat yang maksimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis cacat dan penyebab terjadinya produk cacat pada *body* mobil APV?
2. Bagaimana menentukan tindakan perbaikan proses *welding* pada *body* mobil APV dengan metode DMAIC?
3. Bagaimana peningkatan dari usulan perbaikan berdasarkan nilai kapabilitas proses ( $C_p$ ), *defect per million opportunity* (DPMO) dan *level sigma*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan permasalahan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan jenis cacat dominan dan penyebab produk cacat pada *body* mobil APV.
2. Menghasilkan usulan tindakan perbaikan proses *welding* pada *body* mobil APV dengan metode DMAIC.
3. Meningkatkan hasil perbaikan dari usulan berdasarkan nilai  $C_p$ , DPMO dan *level sigma*.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya bidang penelitian ini, keterbatasan kemampuan peneliti, dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Suzuki Indomobil Motor.
2. Data yang diambil adalah data *body* mobil APV.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari bagian *Quality Control*, pada proses *welding*.
4. Data penelitian ini dilakukan pada proses *side body*.
5. Data penelitian ini dilakukan selama 20 hari pada Februari 2016.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, perusahaan dapat mengetahui cacat yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk, sehingga dapat mengidentifikasi penyebab dan menentukan langkah untuk mengurangi penyebab cacat tersebut.
2. Bagi penulis, dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai analisis untuk meningkatkan kualitas produk dengan menganalisis menggunakan metode yang telah dipelajari oleh penulis selama berkuliah di program studi Teknik dan Manajemen Industri.
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya secara mendalam.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ditujukan untuk memberikan gambaran secara garis besar tentang tugas akhir ini. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, serta sistematika penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas dan digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini. Teori yang dimaksud antara lain kualitas, konsep *Six Sigma*, *DMAIC*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Critical To Quality* (CTQ), *Defect Per Million Opportunity* (DPMO), Peta Kendali P, Diagram Pareto, Diagram Sebab Akibat dan Metode 5W+1H.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi menjelaskan mengenai langkah-langkah untuk memecahkan masalah secara berurutan dan sistematis. Metodologi penelitian berisi studi pendahuluan, identifikasi masalah, studi pustaka, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil dan pembahasan serta kesimpulan.

Metode penyelesaian masalah yang digunakan adalah metode DMAIC, yang terdiri dari 5 tahapan yaitu: *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*.

#### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data yang diperoleh dari hasil diskusi dan pengamatan langsung. Data yang dikumpulkan adalah data umum perusahaan yang meliputi sejarah, ketenagakerjaan, struktur organisasi, proses produksi *welding* serta data mengenai cacat dan jumlah cacat pada *welding*. Tahap pengolahan data yang dilakukan, yaitu: *define* dan *measure*. Tahap *define* menjelaskan alasan pemilihan proyek penelitian yang dilakukan di *welding*. Tahap *measure* berisi penentuan *Critical To Quality* (CTQ) yang dilanjutkan dengan perhitungan proporsi cacat dan nilai DPMO sebelum dilakukan perbaikan.

#### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan analisis masalah berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dengan metode DMAIC. Hasil analisis merupakan acuan untuk membuat tindakan perbaikan. Tahapan yang dilakukan, yaitu: *Analyze, Improve* dan *Control*. Tahap analisis mengidentifikasi faktor penyebab cacat *body* mobil APV, tahap *improve* memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan cacat, sedangkan tahap *control* menjelaskan pengujian setelah implementasi usulan perbaikan pada proses *welding* menggunakan peta kendali yang dilanjutkan dengan perhitungan nilai DPMO yang dikonversikan ke *level sigma*.

#### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan di masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Definisi Kualitas**

Karakteristik dunia usaha saat ini ditandai oleh perkembangan yang cepat di segala bidang yang menuntut kepiawaian manajemen dalam mengantisipasi setiap perubahan yang terjadi dalam aktivitas ekonomi dunia. Sementara itu untuk menjaga konsistensi kualitas produk dan jasa yang dihasilkan dan sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian kualitas atas aktivitas proses yang dijalani.

Kualitas memang merupakan topik yang sangat hangat di dunia bisnis dan akademik. Namun istilah kualitas memerlukan tanggapan secara hati-hati dan perlu mendapat penafsiran secara cermat. Menurut Standar Industri Jepang (JIS Z 8101) “Pengendalian kualitas adalah sebuah cara dimana sifat produk atau jasa yang dihasilkan secara ekonomi untuk memenuhi tuntutan pembeli”. Di bawah ini dikemukakan pengertian kualitas dari beberapa pakar *total quality management* (TQM), yaitu:

1. Menurut Juran (1988), ”kualitas produk adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan”.
2. Menurut Deming (1982), definisi ”kualitas sebagai kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen”.
3. Menurut Feigenbaum (1988), ”kualitas adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya”. Artinya sesuai yang diharapkan konsumen terhadap produk.
4. Menurut Garvin (1988), ”kualitas suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia, proses, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan”.

Jadi, kualitas merupakan faktor keberhasilan produk yang dipasarkan lalu diterima pelanggan dalam memenuhi harapannya dan memiliki ciri khas.

##### **2.1.1 Kualitas Modern**

Kualitas menurut Gasperz (2002), sebagai suatu konsep yang sudah lama dikenal, tetapi ada beberapa karakteristik sistem kualitas modern saat ini, yaitu:

1. Berorientasi pada Pelanggan  
Berorientasi pada pelanggan artinya produk-produk yang didesain sesuai keinginan pelanggan melalui suatu riset pasar, kemudian diproduksi dengan cara-cara yang baik dan benar sehingga produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi desain (memiliki

derajat konformansi yang tinggi), serta pada akhirnya memberikan pelayanan purna jual kepada pelanggan.

## 2. Partisipasi Aktif Manajemen Puncak

Partisipasi aktif manajemen puncak artinya untuk menghasilkan produk berkualitas harus ada pengikat yang kuat untuk memotivasi karyawan atau pekerja dengan memperhatikan psikologis serta keterlibatan secara total dan aktif dari manajemen puncak dalam dukungan atau usahanya dan tindakan bahwa kualitas penting dalam kelangsungan hidup perusahaan.

## 3. Tindakan Pencegahan

Tindakan pencegahan artinya tindakan pencegahan sebelum terjadinya kerusakan pada saat pelaksanaan operasi produk (pencegahan awal sebelum melaksanakan aktivitas produksi). Pada prinsip ini, usaha yang dilakukan dapat mengurangi tingkat ongkos produksi.

Dalam pembahasan mengenai sistem kualitas modern di atas dapat diketahui bahwa pelaksanaan pengendalian kualitas secara terpadu memerlukan beberapa hal yang berkaitan dengan pengoperasian struktur kerja, pendokumentasian yang efektif, prosedur teknik dan manajerial yang terintegrasi. Semuanya dapat dijadikan petunjuk dalam melaksanakan tindakan koordinasi terhadap tenaga kerja, mesin-mesin, informasi untuk memenuhi kepuasan pelanggan serta mampu meminimalkan tingkat ongkos produksi dengan hasil produk yang baik.

### **2.1.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas**

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas menurut Tjiptono (2001), sebagai berikut:

#### 1. Rancangan

Kualitas suatu produk tergantung dari bentuk rancangan atau desain dari produk itu sendiri dan rancangan sistem yang memproduksi produk tersebut.

#### 2. Mesin dan Peralatan

Peralatan, perkakas dan mesin yang akan dipergunakan dalam menjalankan proses produksi, akan sangat mempengaruhi kualitas dari produk.

#### 3. Material

Material merupakan unsur input yang cukup besar pengaruhnya terhadap kualitas produk akhir, penggunaan material yang sesuai dengan spesifikasi didukung

dengan kualitas material yang baik untuk menghasilkan produk yang berkualitas.

4. Prestasi

Prestasi merupakan hal yang penting yang dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Prestasi terdiri dari dua faktor keterampilan dan motivasi.

5. Lingkungan

Lingkungan kerja merupakan wujud fisik pabrik dalam hal lini ruang produksi. Dengan penataan tempat kerja yang bersih, rapi dan terawat secara tidak langsung dapat menghindari terjadi kerusakan hasil produksi.

6. Pengawasan

Kegiatan yang dilakukan pihak perusahaan dengan mengawasi proses produksi merupakan tindakan untuk mempertahankan kualitas produk serta menghindari kerusakan produk.

### 2.1.3 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas berguna untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi kualitas ini, digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Tentu saja perusahaan ada yang menggunakan salah satu dari sekian banyak dimensi kualitas yang ada, namun ada kalanya yang membatasi hanya pada salah satu dimensi tertentu. Dimensi kualitas menurut Gasperz (2002) untuk industri manufaktur, yaitu:

1. *Performance* yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature* yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Reliability* yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalan atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. *Conformance* yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
5. *Durability* yaitu tingkat ketahanan produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability* yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
7. *Aesthetic* yaitu *fanatisme* konsumen akan merk suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

#### **2.1.4 Fungsi dan Tujuan Pengendalian Kualitas**

Tugas dari pengendalian kualitas ialah melakukan pengawasan terhadap kemungkinan terjadi penyimpangan-penyimpangan dalam suatu proses produksi, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar sebagaimana mestinya dan pada akhir dapat menghasilkan produk yang mempunyai tingkat kualitas sesuai rencana yang ditetapkan.

Agar tugas tersebut dapat tercapai, maka *Feigenbaum* (1988) membedakan fungsi pengendalian menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Fungsi Inspeksi

Fungsi inspeksi ini mengadakan pemeriksaan pada penerimaan produk yang dibeli oleh perusahaan. Dalam pemeriksaan ini yang harus disesuaikan ialah antara spesifikasi produk yang diterima dengan produk yang telah dipesan sebelumnya.

2. Fungsi Kontrol

Fungsi kontrol ini menekankan akan terjadinya kerusakan. Sasaran utama yang dituju ialah mengusahakan agar penyimpangan atau kesalahan yang terjadi dari yang telah direncanakan dapat dicegah, sehingga proses dapat lebih terkontrol.

3. Fungsi Keterandalan

Fungsi keterandalan ini mengadakan penilaian terhadap usaha pengendalian kualitas yang menyeluruh untuk menjamin keterandalan produk.

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas, antara lain:

1. Agar hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Biaya produksi dapat ditekan menjadi serendah mungkin.
3. Produk dapat memenuhi permintaan pasar atau konsumen.
4. Mengusahakan agar tingkat kepercayaan yang telah diberikan konsumen pada produk yang dihasilkan oleh perusahaan dapat dipertahankan bahkan dapat ditingkatkan mutu produk.

## **2.2 Six Sigma**

### **2.2.1 Sejarah Six Sigma**

Istilah *Six Sigma* (enam sigma) berasal dari ukuran statistik yang berarti tingkat kesalahan atau cacat sejumlah 3,4 atau lebih kecil per satu juta kejadian. Salah satu tujuan jangka panjang utama dari semua organisasi yang menerapkan filosofi *Six Sigma* adalah dapat melakukan proses penting, apapun wilayah fungsionalnya, pada tingkat kemampuan enam *Sigma*. Mending Bill Smith, seorang insinyur di Motorola, disebut-sebut sebagai tokoh

yang menciptakan konsep ini sekitar pertengahan 1980-an dan membuat Robert Galvin, CEO Motorola saat itu, menerapkan konsep ini. Smith mengamati bahwa tingkat kegagalan sistem pada pengujian produk akhir ternyata jauh lebih tinggi dibandingkan tingkat kegagalan yang diprediksi sebelumnya. Ia menyimpulkan bahwa peningkatan kualitas internal yang jauh lebih tinggi amat diperlukan dan meyakinkan Galvin betapa pentingnya peningkatan tersebut. (Pande, 2002).

### 2.2.2 Definisi Six Sigma

Istilah *Six Sigma* diambil dari huruf abjad Yunani ( $\sigma$ ) yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas, dimana pertimbangan pengukuran unit secara klasik dalam program tersebut adalah cacat (*defect*) per unit. *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk atau jasa yang di luar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif.

*Six Sigma* menurut Pyzdek (2003), merupakan proses disiplin tinggi yang membantu mengembangkan dan mengantarkan produk mendekati sempurna. Dalam konsep *Six Sigma* dikenal dua proses kinerja yang disebut proses kerja internal dan eksternal. Proses kerja internal meliputi seluruh aspek fungsi dan kegiatan yang ada dalam perusahaan, sedangkan proses kerja eksternal adalah seluruh kegiatan yang dimulai dari pengelolaan produk jadi atau promosi hingga distribusi ke konsumen. Tujuan *Six Sigma* adalah meningkatkan kinerja bisnis dengan mengurangi berbagai variasi proses yang merugikan, mereduksi kegagalan-kegagalan produk atau proses, menekan cacat produk, meningkatkan keuntungan, mendongkrak moral personil atau karyawan, dan meningkatkan kualitas produk pada tingkat yang maksimal. Dibandingkan dengan metode pengendalian kualitas yang lainnya, *Six Sigma* memiliki keunggulan pada fungsi-fungsi proses.

*Six Sigma* tidak sekedar berorientasi kualitas produk atau jasa, tetapi juga pada seluruh aspek operasional bisnis dengan penekanan dalam fungsi-fungsi proses. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target *sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri semakin baik. *Six Sigma* juga dapat dianggap sebagai terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*).

Dalam proses produksi, standar *Six Sigma* dikenal dengan istilah “*defectively rate of the process*” dengan nilai sebesar 3,4 defektif di setiap juta unit. Artinya, dalam satu juta unit/proses hanya diperkenankan mengalami kegagalan atau cacat produk sebanyak 3,4 unit/proses, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hubungan Sigma dan DPMO

Sigma	Parts per Million
6 Sigma	3,4 <i>defects per million</i>
5 Sigma	233 <i>defects per million</i>
4 Sigma	6.210 <i>defects per million</i>
3 Sigma	66.807 <i>defects per million</i>
2 Sigma	308.537 <i>defects per million</i>
1 Sigma	690.000 <i>defects per million</i>

Sumber: Pande, 2002

Dengan demikian, derajat konsistensi *Six Sigma* adalah sangat tinggi dengan standar deviasi yang sangat rendah. Dibandingkan dengan metode pengendalian kualitas yang lainnya, *Six Sigma* memiliki keunggulan fungsi-fungsi proses. *Six Sigma* tidak sekedar berorientasi pada kualitas produk atau jasa, tetapi juga pada seluruh aspek operasional bisnis dengan penekanan dalam fungsi-fungsi proses.

### 2.3 DMAIC

Metodologi yang paling penting di *Six Sigma* manajemen adalah metodologi DMAIC.

DMAIC menurut Pande (2002), merupakan proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. Proses ini juga merupakan jantung analisis *Six Sigma* yang menjamin *voice of customer* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan dapat memuaskan pelanggan.



Gambar 2.1 Siklus DMAIC

Sumber: Sugian, 2006

Proses DMAIC menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menetapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma*. Tujuan dari proses DMAIC adalah untuk melangkah dari menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah, hingga akhirnya menemukan solusi atau cara untuk memperbaiki.

### 2.3.1 *Define*

*Define* merupakan tahap operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang mencakup pemilihan masalah yang harus diatasi, menemukan kesempatan untuk melakukan perbaikan, menggalang komitmen dari semua pihak yang berkepentingan, serta pemahaman proses-proses yang terlibat dan kebutuhan pelanggan melalui prespektif tingkat tinggi. Namun, sebelum memulai tahapan perumusan, suatu organisasi harus menciptakan struktur yang efektif untuk menjalankan upaya ini.

Langkah yang perlu dilakukan pada tahap ini menurut Evans dan Lindsay (2007), adalah:

1. Pengorganisasian Proyek *Six Sigma*

Upaya perbaikan *Six Sigma* biasanya dilakukan melalui proyek. Proyek adalah struktur kerja sementara yang dimulai, menghasilkan *output* atau hasil, lalu dibubarkan. Pada umumnya proyek dilaksanakan oleh tim.

2. Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Salah satu tantangan *Six Sigma* yang cukup sulit adalah identifikasi masalah yang terpenting untuk diselesaikan. Proyek *Six Sigma* dapat berkisar dari masalah kecil yang membahas satu wilayah kerja hingga masalah yang lintas organisasi. Masalah dan peluang bisanya tidak terdefinisi dengan baik di awal. Seperti yang dikatakan Russel Ackoff, manajer harus mempelajari “manajemen situasi berantakan.” Ackoff, seorang ahli yang terkenal dalam bidang pemecahan masalah, mendefinisikan ‘situasi berantakan’ (*mess*) sebagai “sistem kondisi eksternal yang menghasilkan ketidakpuasan.” Biaya tinggi, banyaknya cacat, keluhan pelanggan yang kasar, atau rendahnya kepuasan pelanggan sering kali mencirikan kualitas dan kinerja yang berantakan.

3. Definisi Proyek

Proyek *Six Sigma* dapat didefinisikan sebagai masalah yang dijadwalkan untuk diselesaikan oleh solusi yang memiliki satu set metrik dan dapat digunakan untuk

menentukan tujuan proyek serta memonitor kemajuan. Definisi proyek harus menghasilkan pernyataan misi formal suatu proyek (sering kali disebut piagam *charter*) yang mendefinisikan proyek, tujuan proyek tersebut, serta hasilnya. Piagam *Six Sigma* harus secara jelas mendefinisikan masalah yang harus diatasi, kebutuhan pelanggan (internal maupun eksternal) yang menjadi fokus proyek tersebut, cara pengukuran yang sudah ada serta tolak ukur kinerja, manfaat yang diharapkan dari proyek dari segi pengukuran kinerja dan justifikasi keuangan, ketenagakerjaan, waktu proyek, serta sumber daya dan data yang diperlukan untuk melaksanakan proyek.

### 2.3.2 *Measure*

Tahap kedua dari proses DMAIC adalah pengukuran (*measure*), yang berfokus pada pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki pada saat ini, serta pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk analisis. Tahap ini juga melibatkan penilaian sistem pengukuran untuk menjaga validitas pengukuran serta untuk mengevaluasi kapabilitas proses yang diteliti.

Pada proyek *Six Sigma*, indikator kualitas produk dan jasa biasanya berfokus pada *output* dari proses manufaktur dan jasa. Salah satu indikator kualitas manufaktur yang umum ditemui adalah jumlah nonkonformitas per unit (*nonconformities per unit*), atau cacat per unit (*defect per unit*). Pengukuran umum digunakan dalam *Six Sigma* adalah DPMO (cacat per sejuta kemungkinan). Menurut Pande (2002), untuk menghasilkan pengukuran kinerja proses yang berguna dibutuhkan proses yang sistematis, yaitu:

1. Mengidentifikasi semua pelanggan dari sistem tersebut dan penentuan tuntutan serta kebutuhan mereka. Perusahaan membutuhkan jawaban atas pertanyaan penting: siapa sajakah pelanggan kita? Dan apakah yang mereka harapkan? Apa sajakah CTQ yang penting bagi kepuasan pelanggan? Ekspektasi pelanggan berubah seiring dengan waktu, sehingga umpan balik harus diperoleh secara rutin.
2. Mendefinisikan proses kerja yang menyediakan produk atau jasa tersebut. Pertanyaan-pertanyaan penting diantaranya adalah: apakah hal yang kita lakukan yang mempengaruhi kebutuhan pelanggan? Apakah proses yang kita lakukan? Penggunaan alur kerja untuk memeriksa proses dapat menstimulasi definisi proses kerja serta hubungan antara pasokan dengan pelanggan internal.
3. Mendefinisikan aktifitas yang menambah nilai dan *output* yang menyusun proses tersebut. Langkah ini mengidentifikasi setiap bagian dari sistem dimana nilai ditambahkan dan *output* setengah jadi dihasilkan, memisahkan aktifitas yang tidak menambah nilai ke dalam proses dan menghasilkan limbah serta inefisiensi.

4. Menyusun indikator kinerja atau indikator yang spesifik. Tiap aktifitas utama yang diidentifikasi pada langkah ke tiga mewakili titik penting dimana nilai ditambahkan ke dalam *output* untuk pelanggan (internal) berikutnya sampai *output* terakhir diproduksi. Pada titik ini kinerja dapat diukur.
5. Mengevaluasi pengukuran kinerja untuk memastikan tingkat kegunaannya. Pertanyaan-pertanyaan yang harus dipertimbangkan: apakah pengukuran dilakukan pada titik-titik penting dimana aktifitas penambahan nilai terjadi? Apakah pengukuran tersebut dapat dikendalikan? Sudahkah definisi operasional untuk tiap pengukuran ditentukan? Definisi operasional adalah definisi tepat dari tiap pengukuran yang tidak meninggalkan keragu-raguan. Definisi operasional menyediakan pengertian yang seragam serta meningkatkan komunikasi di dalam perusahaan.

### 2.3.3 *Analyze*

Tahap *analyze* pada metode DMAIC ini berfokus pada pertanyaan mengapa cacat, kesalahan, atau variasi yang berlebihan terjadi? Dimana sumber utama terjadi variasi dan pemborosan? Apa akar-akar penyebab utama yang menimbulkan dampak terbesar terhadap variasi dan pemborosan? Pada tahap ini menekankan pada alat-alat statistik dan metode lain untuk menganalisis data dan mengenali penyebab utama terjadi variasi dan pemborosan. Hal yang dilakukan dalam tahap ini menurut Pande (2002), adalah:

1. Nyatakan dengan cermat hipotesis kasual  
Hindari kecenderungan untuk menggambarkan penyebab yang diduga secara samar atau terlalu singkat (misal: pelatihan yang buruk, onderdil-onderdil defektif). Pernyataan penyebab umum tidak hanya sulit dipahami oleh banyak orang, tapi juga sulit untuk dibantah. Karena itu buatlah penjelasan yang gamblang terhadap faktor-faktor yang anda duga, dan bagaimana anda beranggapan bahwa faktor itulah yang menjadi penyebab masalah.
2. Skeptislah terhadap hipotesis  
Penyebab yang sesungguhnya harus cocok dengan data dan prosesnya. Jika tidak, jangan paksakan data untuk cocok, pertimbangkan apa penyebab lain atau fakta-fakta lain yang mungkin terlibat.
3. Terapkan pikiran yang masuk akal dan kreatif  
Teknik-teknik statistik memiliki peran tersendiri, tetapi tidak sebesar kemampuan untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang bagus, mengenali pola-pola dan kecenderungan, dan menentang asumsi-asumsi penyebab dengan menetapkan

pengujian-pengujian logis yang membutuhkan pemikiran yang kreatif.

#### **2.3.4 Improve**

Pada tahap ini kita menetapkan suatu rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana-rencana tindakan (*action plan*) akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Ide-ide yang dihasilkan dari tahap *improve* adalah bahan mentah, solusi itu perlu diperbaiki guna memiliki nilai riil (nilai nyata) bagi organisasi.

Pada umumnya, solusi-solusi *Six Sigma* akan menjadi gabungan dari ide-ide yang secara bersamaan membentuk rencana hasil, entah itu mengurangi cacat (*defect*), waktu siklus yang lebih cepat, meningkatkan nilai pelanggan, dan sebagainya. Unsur kritis dari implementasi adalah dengan mendapatkan data untuk melacak pengaruh perubahan ketika perubahan mulai bekerja, dengan menghitung hasil-hasil dan dengan mencari dan merespon semua keberatan yang mungkin terjadi. Hal yang dilakukan dalam tahap ini menurut Hidayat (2007), adalah:

1. Mencari solusi-solusi yang benar-benar inovatif

Setiap proyek *Six Sigma* adalah satu peluang untuk membawa kinerja bisnis anda ke *level* baru. Sekalipun perancangan/perancangan ulang biasanya merupakan pendekatan yang menghasilkan perbaikan “eksponensial”.

2. Targetkan solusi anda

Ingat tujuan setiap saat, jangan biarkan solusi *brainstorming* dan pembuatan solusi memimpin anda ke dalam perubahan-perubahan lain yang tidak berpengaruh secara langsung terhadap masalah yang sedang diatasi.

3. Rencanakan secara cermat dan proaktif.

Terburu-buru mengimplementasi sebuah solusi dapat menggagalkan semua usaha. Proses susah disembuhkan dan manusia adalah makhluk yang mempunyai kebiasaan. Anda harus mendekati semua solusi dengan kesadaran bahwa solusi hanya bekerja jika anda melakukannya dengan benar.

#### **2.3.5 Control**

Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan pengorganisasian proses atau perbaikan produk dan pemantauan kinerja yang sedang berjalan. Pada tahap ini juga terdapat peralihan dari

perbaikan menuju pengendalian proses dan memastikan bahwa perbaikan yang baru dapat dilakukan. Kesuksesan peralihan ini bergantung pada rencana pengendalian yang efektif dan rinci.

Tujuan dari rencana pengendalian menurut Brue (2005), adalah mendokumentasikan semua informasi yang berhubungan dengan siapa yang bertanggung jawab untuk memantau dan mengendalikan proses ini seterusnya, apa yang diukur serta parameter kinerja dan pengukuran yang benar. Hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses yang distandarkan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur di dokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

## 2.4 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*supplier, input, proses, output, customer*) 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. Adapun elemen dalam diagram SIPOC menurut Hidayat (2007), sebagai berikut:

1. *Supplier*

*Supplier* adalah orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material atau sumber daya lainnya kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai petunjuk pemasok internal (*internal suppliers*).

2. *Input*

*Input* adalah barang atau jasa yang dibutuhkan oleh suatu proses untuk menghasilkan *output*. *Input* disediakan oleh pemasok yang mungkin bersifat eksternal maupun internal terhadap perusahaan tersebut.

3. *Process*

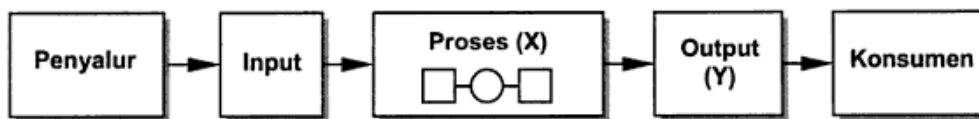
*Process* adalah sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.

4. *Output*

*Output* adalah produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*), bisa berbentuk benda fisik, dokumentasi, informasi elektronik, dan lain-lain.

#### 5. *Customer*

*Customer* adalah orang, departemen, atau perusahaan yang menerima *output*, dan juga bisa bersifat eksternal maupun internal terhadap perusahaan. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal.



Gambar 2.2 Diagram SIPOC  
Sumber: Hidayat (2007)

Biasanya cara terbaik adalah memulai dari proses lalu mengidentifikasi kegiatan-kegiatan terpenting yang terjadi disuatu proses untuk kemudian mengurut balik ke arah pemasok dan maju ke arah pelanggan.

## 2.5 Diagram Pareto

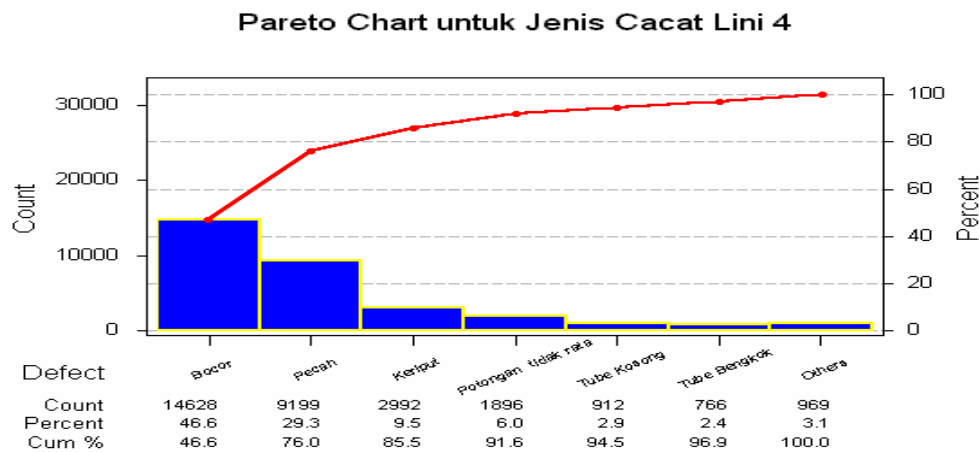
Diagram pareto menurut Tjiptono (2001), merupakan alat grafik yang memperlihatkan yang manakah dari beberapa masalah proses yang sering terjadi dan mempunyai dampak terbesar. Diagram pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk:

1. Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah yang ada.
2. Fokus pada isu-isu kritis dan penting melalui pembuatan ranking terhadap penyebab-penyebab masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

### 2.5.1 Prinsip-prinsip Diagram Pareto

Diagram Pareto menurut Gasperz (2002), merupakan metode untuk menentukan masalah mana yang harus dikerjakan lebih dulu. Diagram Pareto mendasarkan keputusan pada data kuantitatif. Prinsip dari diagram pareto untuk mengidentifikasi beberapa isu vital dengan aturan perbandingan 80:20, artinya 80% peningkatan dapat dicapai dengan memecahkan 20% masalah terpenting yang dihadapi. Hasil diagram pareto dapat digunakan pada diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi. Contoh

Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Pareto Jenis Cacat Lini 4  
Sumber: Gasperz (2002)

## 2.6 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* menurut Besterfield (2003), adalah alat perencana kualitas yang sistematis dan analisis untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu kegagalan atau kesalahan pada produk selama proses produksi atau ketika produk sudah digunakan oleh konsumen. Melihat fungsi pokok dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah mengidentifikasi dan menghindari potensi-potensi mode kegagalan yang dapat terjadi dalam suatu proses, maka perlu dipahami apa sebenarnya mode kegagalan tersebut.

### 2.6.1 Tujuan FMEA

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan menggunakan metode FMEA menurut Besterfield (2003), antara lain:

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan signifikannya.
3. Untuk membantu dalam mengurangi potensi kegagalan terhadap produk dan proses dan mencegah permasalahan yang terjadi.

### 2.6.2 Identifikasi Elemen Metode FMEA

Dalam metode *failure mode and effect analysis* terdapat elemen-elemen menurut Besterfield (2003), antara lain:

1. Fungsi Proses

Fungsi proses merupakan penggambaran mengenai proses pada *item* dimana yang akan dianalisa.

2. Efek Potensi dari Kegagalan

Efek potensi dari kegagalan merupakan suatu bentuk efek potensi kegagalan terhadap *dealer* maupun konsumen.

3. *Severity* Atau Tingkat Keparahan (S)

*Severity* merupakan suatu penilaian kegagalan dari tingkat efek yang dihasilkan.

4. *Occurrence* Atau Peristiwa (O)

*Occurrence* merupakan suatu penyebab kegagalan dari tingkat efek yang terjadi.

5. *Detection* (D)

*Detection* merupakan penilaian dari alat yang dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan.

6. *Risk Priority Number*/Nomor Prioritas Resiko (RPN)

*Risk priority number* merupakan angka prioritas resiko dengan menggunakan perkalian *severity* (S) X *occurrence* (O) X *detection* (D).

### 2.6.3 Langkah-langkah Pembuatan FMEA

Terdapat beberapa langkah dalam pembuatan *failure mode and effect analysis* menurut Besterfield (2003), antara lain:

1. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi
2. Mengidentifikasi potensi *failure mode* dan potensi efek kegagalan
3. Mengidentifikasi penyebab-penyebab kegagalan
4. Mengidentifikasi deteksi proses produksinya
5. Menentukan rating terhadap *severity*, *occurrence*, *detection* dan RPN
6. Memberikan usulan perbaikan

Hal-hal yang harus dikumpulkan dan diidentifikasi dalam proses *failure mode and effect analysis* (FMEA), sebagai berikut:

1. *Process Function Requirement*

Mendeskripsikan proses yang dianalisa. Gambaran tentang seluruh aktivitas dalam proses harus diberikan selengkap dan sejelas mungkin. Apabila proses yang di analisa melibatkan lebih dari satu operasi, masing-masing operasi yang terlibat harus disebutkan secara terpisah disertai deskripsi.

2. *Potential Failure Mode*

Merupakan proses yang gagal dalam memenuhi persyaratan proses. Dalam mengidentifikasi jenis kegagalan ini, diasumsikan bahwa bahan yang digunakan telah memenuhi standar perusahaan.

3. Nilai *Severity*

Pemberian nilai *severity* terdiri dari ranking 1-10 yang bertujuan untuk memperlihatkan kriteria dari setiap nilai ranking *severity*. Semakin parah efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi nilai ranking yang diberikan. Untuk lebih lengkapnya mengenai daftar kriteria beserta ranking dari *severity* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

4. Nilai *Occurrence*

Merupakan nilai yang menyatakan ukuran seberapa sering potensial cause kegagalan terjadi. Nilai *occurrence* ini diberikan untuk setiap penyebab kegagalan dengan ranking antara 1-10. Kriteria dari setiap nilai ranking *occurrence* diperlihatkan pada Tabel 2.3.

5. Nilai *Detection*

Merupakan nilai peringkat yang menunjukkan seberapa teliti alat yang digunakan penyebab kegagalan dapat dideteksi. Nilai *detection* ini pun berbentuk ranking dari 1-10. Untuk lebih jelasnya mengenai kriteria dari setiap nilai ranking *detection* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

6. *Risk Priority Number* (RPN)

*Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian dari ranking *severity* (S), *occurrence* (O), *detection* (D). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) berkisar antara 1-1000, dengan 1 sebagai kemungkinan resiko desain terkecil.

Tabel 2.2 Efek, Kriteria dan Rangking *Severity*

<i>Severity</i>		
Efek	Kriteria	Rangking
Berbahaya tanpa peringatan	Dapat membahayakan penggunaanya	10
	Tidak sesuai dengan Pemerintah	
	Tidak ada peringatan terlebih dahulu	
Berbahaya dan ada peringatan	Dapat membahayakan penggunaanya	9
	Tidak sesuai dengan Pemerintah	

	Kegagalan terjadi karena adanya peringatan	
Sangat tinggi	Mengganggu kelancaran lini produksi	8
	100% menjadi <i>scrap</i>	
	Konsumen atau pengguna sangat tidak puas	
Tinggi	Sedikit mengganggu kelancaran lini produksi	7
	Pengguna tidak puas	
	Sebagian besar menjadi <i>scrap</i> , sisa tidak perlu disortir (apakah baik untuk di <i>rework</i> )	
Sedang	Sebagian kecil menjadi <i>scrap</i> , sisa tidak perlu disortir (sudah baik)	6
Rendah	Produk pasti dikembalikan ke penggunanya	5
	100 % produk dapat di <i>rework</i>	
Sangat rendah	Kemungkinan produk dikembalikan penggunanya	4
	Sisanya dapat diperbaiki	
Kecil	Sisa sudah baik	3
	Rata-rata konsumen complain	
Sangat kecil	Komplain diberikan pada orang tertentu	2
Tidak ada	Tidak ada efek apapun buat konsumen	1

Sumber: Besterfield (2003)

Tabel 2.3 Peluang Terjadi Penyebab Kegagalan dan Rangkings *Occurance*

<i>Occurrence (O)</i>		
Peluang Terjadi Penyebab Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Rangking
Sangat tinggi	1 dalam 2	10
	1 dalam 3	9
Tinggi	1 dalam 8	8
	1 dalam 20	7
Sedang	1 dalam 80	6
	1 dalam 400	5
	1 dalam 2000	4
Rendah	1 dalam 15000	3
	1 dalam 150000	2
Sangat rendah	1 dalam 1500000	1

Sumber: Besterfield (2003)

Tabel 2.4 Kemungkinan Kesalahan Terdeteksi, Kriteria dan Rangkings *Detection*

<i>Detection (D)</i>		
Deteksi	Kriteria	Rangking
<i>Absolutely Impossible</i>	Tidak ada kendali untuk mendekteksi kegagalan	10
<i>Very Remote</i>	Sangat sedikit kendali untuk mendeteksi kegagalan	9
<i>Remote</i>	Sedikit terdapat kendali untuk mendekteksi kegagalan	8
<i>Very Low</i>	Sangat rendah terdapat kendali untuk mendekteksi kegagalan	7
<i>Low</i>	Rendah terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	6
<i>Moderate</i>	Sedang terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	5
<i>Moderately high</i>	Sedang tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	4
<i>High</i>	Tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	3
<i>Very high</i>	Sangat tinggi terdapat kendali untuk mendeteksi kegagalan	2
<i>Almost certain</i>	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber: Besterfield (2003)

## 2.7 Perhitungan Kemampuan Proses

Untuk data atribut yang berdistribusi binomial, langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan perhitungan kapabilitas menurut Ariani (2004), adalah:

1. Menghitung  $\bar{p}$  yang merupakan nilai *center line* (CL)

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

$$\text{percent nonconforming} = \bar{p} \times 100\%$$

2. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL)

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

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

3. Menghitung indeks kemampuan proses (Cp)

$$Cp = 1 - \frac{\text{percent nonconforming}}{(100)(2)}$$

(konversikan hasil ke tabel distribusi normal untuk memperoleh nilai Z)

$$C_p = \frac{\text{Nilai } Z}{3}$$

Jika  $C_p \geq 1,33$  maka kapabilitas proses sangat baik

Jika  $1,00 < C_p < 1,33$  maka kapabilitas proses baik

Jika  $C_p < 1,00$  maka kapabilitas proses rendah

## 2.8 Diagram *Fishbone*

Diagram ini dapat disebut pula diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Alat ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas Jepang yaitu Kaoru Ishikawa. *Diagram* sebab-akibat menurut Nasution (2001), adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi.

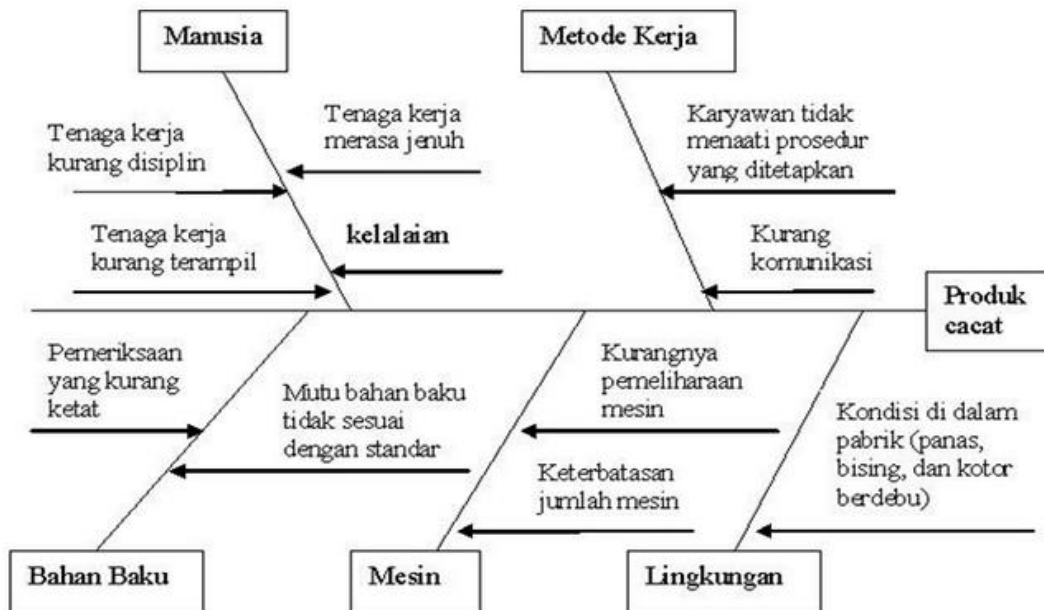
Diagram ini dapat digunakan dalam situasi apapun apabila:

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

Adapun diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
2. Mengidentifikasi kategori dan sub kategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.

Contoh diagram sebab akibat dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2.4 Diagram Sebab Akibat  
Sumber: Gasperz, 2002

## 2.9 5W+1H

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, dimana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu.

Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W+1H adalah *what, why, where, when, who* dan *how*. Penggunaan metode 5W+1H menurut Gasperz (2002), dijelaskan dalam Tabel 2.5.

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

Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)?	1. Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? 2. Apakah metode yang	Menyederhanakan aktivitas rencana tindakan yang ada

		digunakan sekarang merupakan metode terbaik?	
		3. Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	
Alasan kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)?	1. Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? 2. Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Tempat atau Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)?	1. Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? 2. Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	Mengubah urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
Urutan	<i>When</i> (Bilamana)?	1. Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? 2. Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	<i>Who</i> (Siapa)?	1. Siapakah yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? 2. Mengapa orang itu ditunjuk untuk mengerjakannya?	

Sumber: Gaspersz (2002)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun langkah-langkah peneliti antara lain sebagai berikut:

#### **3.1 Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi, pemahaman dan pengenalan tentang permasalahan yang menjadi pokok pembahasan. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengidentifikasi secara langsung masalah yang terjadi (cacat yang ditemukan di lapangan) pada Februari 2016 pada bagian *welding* dan dilakukan perbaikan dari penyebab kecacatan yang paling dominan.

#### **3.2 Studi Literatur**

Studi literatur ditujukan untuk mendapatkan konsep dan metode yang berhubungan dengan masalah yang akan diangkat pada penelitian untuk mencapai tujuan yang akan diteliti melalui teori definisi kualitas, konsep Six Sigma, DMAIC, FMEA, CTQ, DPMO, Peta Kendali P, Diagram Pareto, Diagram Sebab Akibat, dan metode 5W+1H.

#### **3.3 Perumusan Masalah**

Adapun langkah-langkah dari perumusan masalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis cacat dan penyebab terjadinya produk cacat pada *body* mobil APV.
2. Menentukan tindakan perbaikan proses *welding* pada *body* mobil APV dengan metode DMAIC
3. Bagaimana peningkatan dari usulan perbaikan berdasarkan nilai kapabilitas proses ( $C_p$ ), *defect per million opportunity* (DPMO) dan level sigma.

#### **3.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan permasalahan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan jenis cacat dominan dan penyebab produk cacat pada *body* mobil APV.
2. Menghasilkan usulan tindakan perbaikan proses *welding* pada *body* mobil APV dengan metode DMAIC.

3. Meningkatkan hasil perbaikan dari usulan berdasarkan nilai Cp, DPMO dan level sigma.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai data yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data yang diperlukan atau data yang berhubungan langsung dengan objek yang diteliti, yaitu:

1. Data umum perusahaan (sejarah perusahaan)
2. Data jumlah cacat di departemen *welding* selama Februari 2016
3. Definisi cacat
4. Data sampel pemeriksaan

### **3.6 Pengolahan Data**

Data yang diperoleh di pengumpulan data cukup untuk melakukan identifikasi masalah kegagalan, maka dilakukan pengolahan data. Pengolahan data berdasarkan masalah yang terjadi atau dibahas. Dalam pengolahan data ini, yang akan dilakukan antara lain:

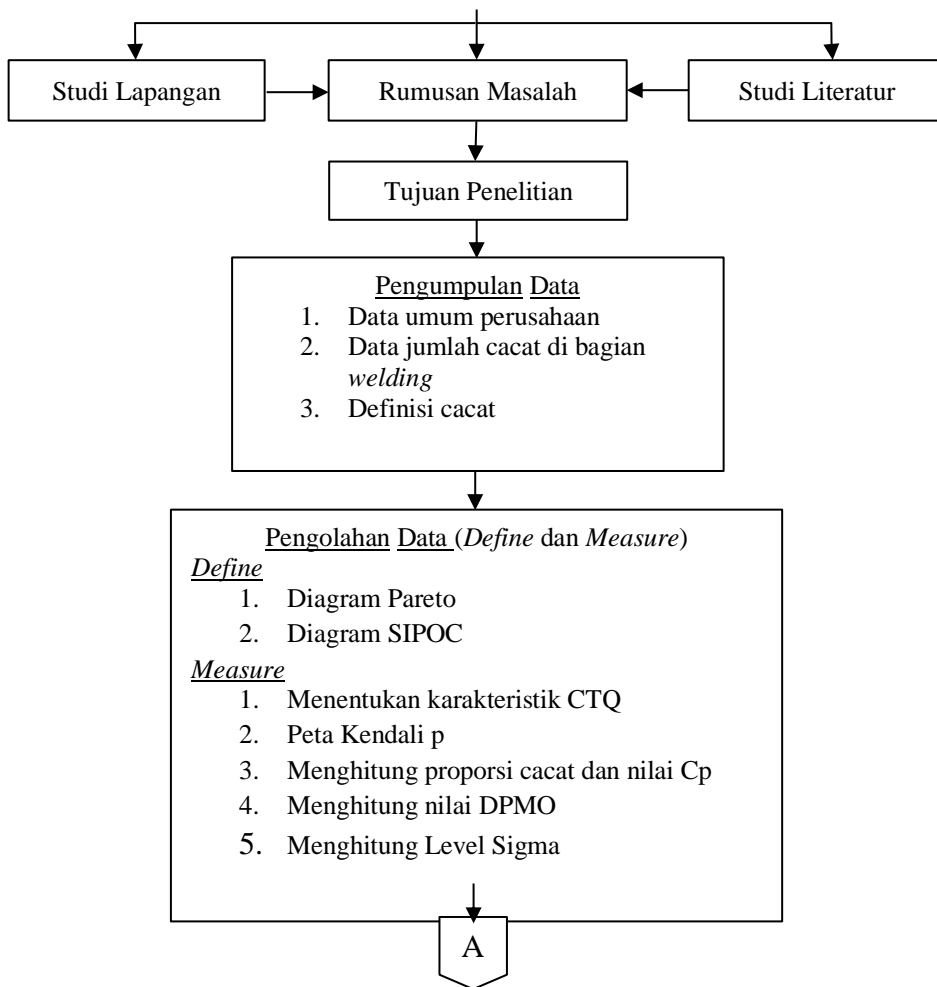
1. Identifikasi proses pemeriksaan mobil
2. Diagram aliran SIPOC
3. Menghitung nilai DPMO dan *level sigma*
4. Menghitung proporsi cacat dan nilai cp
5. Membuat peta kendali p
6. Mengitung nilai CTQ

### **3.7 Analisis**

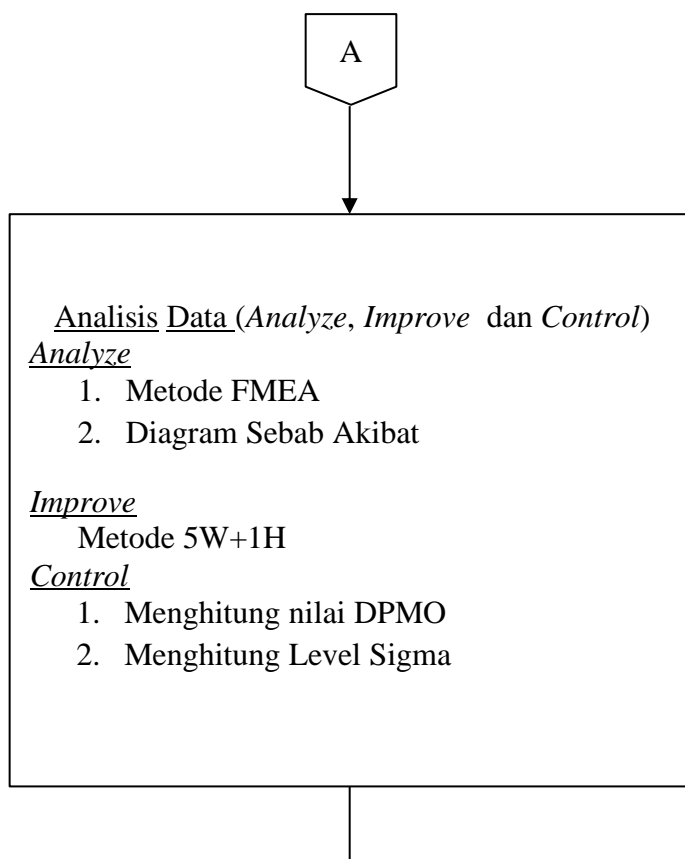
Hasil pengolahan data, diagram sebab akibat, metode FMEA, metode 5W+1H dan menghitung nilai DPMO setelah *revisi* atau perbaikan di analisis berdasarkan teori yang digunakan.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan penelitian, serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya, terutama bagi pihak-pihak yang berkaitan dalam perbaikan atau mengurangi cacat produk di departemen *welding*. Diagram alir dari metodologi penelitian ini, seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pada suatu penelitian, data merupakan kunci untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan pengumpulan data sangat berpengaruh untuk mendapatkan data yang benar. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi profil perusahaan, data proses *welding* dan data cacat (*defect*) pada *body* mobil APV di PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM).

##### 4.1.1 Gambaran Perusahaan

PT SIM merupakan salah satu perusahaan otomotif terkemuka di Indonesia. Perusahaan ini memproduksi kendaraan roda empat dan kendaraan roda dua. PT SIM merupakan anak cabang perusahaan dari grup Suzuki yang berpusat di Jepang sehingga masih dikontrol secara terpusat oleh grup Suzuki.

Penelitian dilakukan pada PT SIM *Plant* Tambun II (*Plant* TB II) yang memproduksi mobil. Pada tahun 1990 perusahaan ini mulai dibangun dan untuk pengoperasiannya baru dimulai pada bulan Mei 1991. Perusahaan ini merupakan tempat pembuatan komponen *body* dan proses perakitan mobil itu sendiri. PT SIM *Plant* TB II memproduksi beberapa jenis mobil yaitu seperti APV, mobil pick up Carry dan Karimun Wagon R. Perusahaan yang mempunyai  $\pm$  2400 karyawan ini, selain memproduksi mobil untuk domestik juga memproduksi untuk ekspor ke lebih dari 50 negara dan diantaranya adalah Malaysia, Thailand, Singapura, Brunei, Taiwan, Saudi Arabia, Chille, Australia dan New Zealand dengan produk utama adalah mobil APV. PT SIM merupakan sebuah perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) yang berdiri dengan kekuatan Lima buah perusahaan. Perusahaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. PT Indohero Steel & Engineering Co.
2. PT Indomobil Utama.
3. PT Suzuki Indonesia Manufacturing.
4. PT Suzuki Engine Industry.
5. PT First Chemical Industry.

Lima perusahaan tersebut kemudian bergabung (*merger*) dengan persetujuan dari Presiden Republik Indonesia melalui surat pemberitahuan tentang persetujuan Presiden dari Ketua Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPN) nomor 05/I/PMA/90 tertanggal 1 Januari 1990 dan diperingati sebagai tanggal berdirinya PT Indomobil Suzuki International, yang bergerak dalam bidang usaha Industri Komponen dan Perakitan kendaraan bermotor Merk SUZUKI roda dua (sepeda motor) dan roda empat (mobil).

### Motto Suzuki Group

Dalam Suzuki *Group* mempunyai motto demi tercapainya tujuan yang ingin dicapai dalam hal peningkatan produksi dan kualitas produk. Hal ini dilakukan untuk memacu karyawan dalam peningkatan produktivitas dan kerja sama antar karyawan yaitu:

1. Janganlah membuat produk cacat
2. Janganlah menyerahkan produk cacat
3. Janganlah menerima produk cacat

#### **4.1.2 Lokasi Perusahaan**

Lokasi *Plant* TB II berada di 50 km dari bandara Soekarno Hatta dan 26 km dari kantor pusat PT. SIM di MT. Haryono. *Plant* TB II ini, jenis mobil yang diproduksi yaitu APV, mobil pick up Carry dan Karimun Wagon R. *Plant* TB II berdiri di area tanah seluas 353.665 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan seluas 89.100 m<sup>2</sup>. *Plant* TB II diresmikan pada tanggal 14 Mei 1991 oleh Menteri Perindustrian RI saat itu Bp. Ir. Hartarto. Pusat perakitannya tersebar di lima penjurukota, dan terbagi menjadi 6 (Enam) lokasi, yaitu:

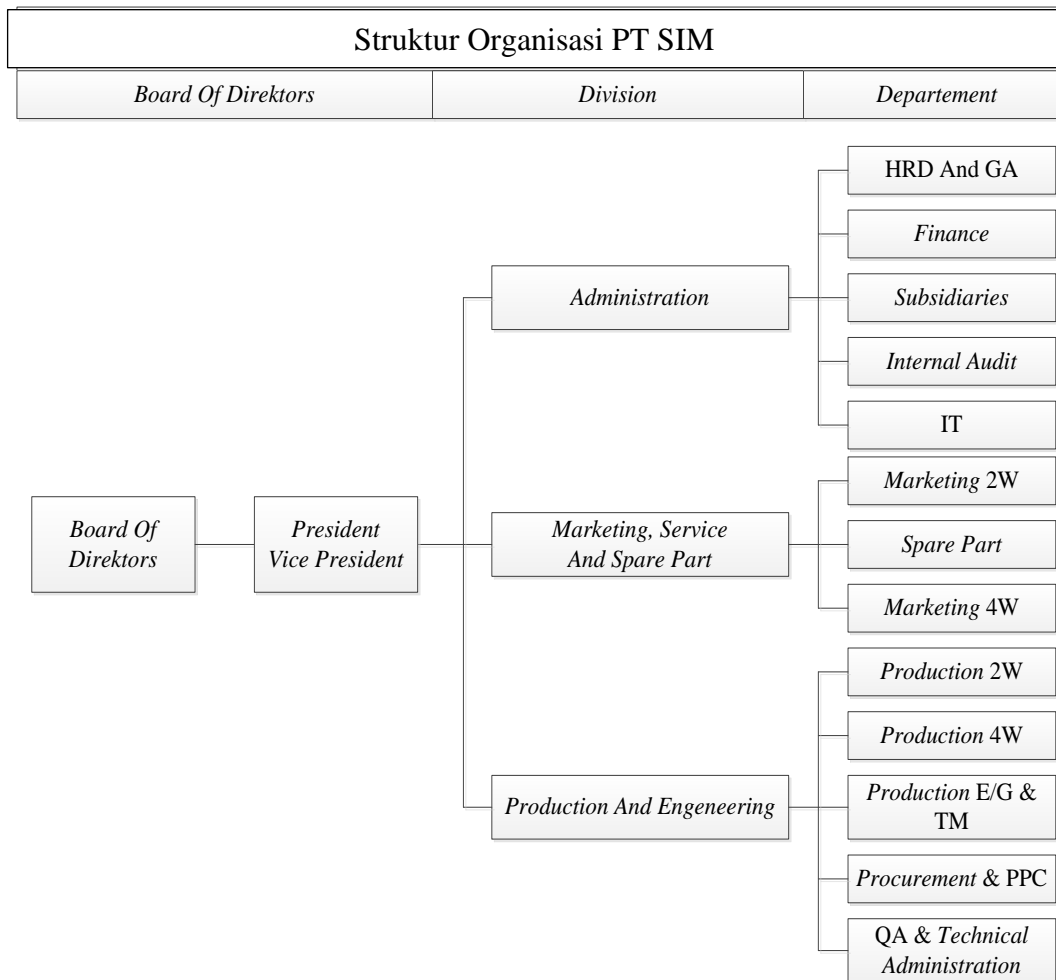
1. *Plant* Cakung (Perakitan *Engine*).
2. *Plant* Pulogadung (*Service* dan *Sales*).
3. *Plant* TB I dan II (*Manufacturing* Motor dan Mobil).
4. *Plant Spare Part* (Penjualan Suku Cadang atau *Spare Part*).
5. Kantor Pusat (Wisma Indomobil MT. Haryono).

#### **4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan**

Dalam suatu perusahaan, pembentukan suatu organisasi sangat diperlukan dalam usaha untuk menjaga kelancaran dan mencapai tujuan perusahaan. Struktur organisasi dibentuk dengan maksud agar setiap anggota organisasi dapat bekerja secara efektif dan efisien. Unsur-unsur dasar dari organisasi, yaitu:

1. Adanya 2 orang atau lebih
2. Adanya pengaturan hubungan
3. Adanya maksud untuk kerja sama
4. Adanya tujuan yang hendak dicapai

Pada PT SIM ini secara global, menggunakan jenis struktur organisasi garis (*line organization*). Adapun struktur organisasi PT SIM dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1

Struktur Organisasi Perusahaan  
(Sumber: PT SIM, 2016)

#### 4.1.4 Uraian Tugas dan Tanggung Jawab

Dalam suatu organisasi terdapat pembagian kerja untuk masing-masing bagian sehingga adanya pertanggung jawaban dari bagian tersebut agar perusahaan dapat berjalan secara terstruktur dan memiliki susunan birokrasi yang jelas. Hal ini dilakukan supaya tidak adanya kesalahpahaman antara bagian satu dengan bagian lainnya dalam menjalankan suatu tugas sehingga perusahaan dapat terus berjalan dengan baik. Maka secara ringkas dapat disebutkan tugas dan tanggung jawab dari setiap susunan struktur organisasi sebagai berikut:

1. *Board of Directors*

Bertugas untuk mengawasi jalannya perusahaan yang dilakukan oleh presiden direktur dan wakil direktur.

2. *President dan Vice President*

Bertugas untuk menyusun kebijakan dan strategi perusahaan agar mencapai misi yang tidak bertentangan dengan strategi perusahaan utama yaitu Suzuki Motor Company-Japan.

### 3. *Administration Division*

*Administration division*, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah yang mengatur dari mulai kebutuhan sumber daya manusia, pengelolaan keuangan perusahaan, internal audit dan juga menangani kebutuhan dan perkembangan teknologi informasi perusahaan yang memiliki tujuan, agar dapat mempercepat proses kinerja perusahaan.

### 4. *Marketing Division*

Divisi pemasaran, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah menghasilkan laba bagi perusahaan dari produk yang dibuat oleh perusahaan.

### 5. *Production Division*

Divisi produksi, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah mengelola pabrik atau proses produksi yang efisien sehingga menghasilkan suatu produk yang terbaik bagi perusahaan.

### 6. HRD

Secara garis besar HRD adalah bagian yang mengurus semua hal tentang karyawannya.

Berikut ini beberapa tugas dan tanggung jawab dari HRD:

- 1) Menempatkan karyawan dalam posisinya sesuai dengan kemampuannya.
- 2) Melaksanakan koordinasi yang bersangkutan dengan fungsi jabatannya dengan para pimpinan departemen terkait.
- 3) Mengambil tindakan yang diperlukan dalam menegakkan peraturan dan disiplin karyawan.

### 7. *Finance dan Accounting*

Bagian ini mempunyai tugas dan tanggung jawab dalam hal urusan keuangan. Dimana bagian inilah yang mengatur semua keuangan baik pemasukan maupun pengeluaran.

### 8. *Production dan Engineering*

*Production* ini mempunyai tugas dan tanggung jawab dalam hal jalannya kegiatan produksi. Untuk *engineering* mempunyai tugas dan tanggung jawab dalam hal perencanaan dan pengorganisasian pemeliharaan alat yang dibutuhkan untuk mendukung jalannya proses produksi, melaporkan hal-hal yang menjadi kendala reparasi kepada *plant manager* untuk mendapat keputusan pemecahannya.

#### **4.1.5 Produk Yang Dihasilkan**

Pada dasarnya masyarakat menginginkan produk kendaraan roda empat dengan kualitas yang baik, model produk yang menarik serta harga yang terjangkau oleh masyarakat baik kelas ekonomi menengah maupun ekonomi atas. Oleh karena itu, Suzuki Group

mendirikan PT SIM *Plant* TB II yang terbentuk akibat *merger* dari lima buah perusahaan. Produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. APV dengan 1500cc dan 1600cc

Mobil APV merupakan mobil yang dirancang khusus oleh PT SIM *Plant* TB II dan menggunakan komponen yang berasal dari dalam negeri dan luar negeri (komponen CKD) dimana prosentasi untuk komponen dalam negeri sebesar 80% dan komponen CKD sebesar 20%. Untuk produk APV ini merupakan produk andalan PT SIM *Plant* TB II yang presentasinya mencapai 45,5%. Adapun varians-variens mobil APV, antara lain:

a. Standar (STD), GA atau GE

Pada jenis varians mobil ini merupakan jenis APV STD, dimana tidak terdapat *power steering* disini berfungsi untuk mempermudah pengaturan stir mobil saat pengemudi ingin membelokan kemudi.

b. GL

Pada jenis varian ini, hampir sama dengan varian STD namun perbedaannya mempunyai kapasitas yang lebih besar. Pada *seat* terdiri dari tiga buah kursi, serta sudah dilengkapi dengan *power steering* dan *power window*.

c. GX

Pada jenis varian ini setingkat diatas GL dan memiliki keunggulan yaitu untuk *handle* sudah dikrom.

d. SGX

Pada varian ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan varian lainnya. Varian ini merupakan varian yang super *deluxe*. Perbedaan varian ini adalah hanya terdiri dari dua bangku pada seat tengah, terdapat CD dan radio, pada seat belakang terdapat *headrest*, *handle* sudah dikrom, *mirror outside* otomatis dan *double blower*.

e. APV EXP

Pada jenis varian ini sama dengan varian standar, namun perbedaannya terletak pada posisi kemudi yang ada di sebelah kiri. Hal ini dikarenakan varian ini untuk diekspor.

f. APV EXP-Truck

Pada varian ini sama dengan APV EXP, namun perbedaannya pada penggunaannya yaitu sebagai *truck*, APV ini mempunyai bak terbuka untuk mengangkut barang dan varian ini untuk diekspor.

Gambar mobil APV tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2, sedangkan gambar untuk *body* mobil APV (yang ditandai dengan tanda warna merah) sebagai objek penelitian, dapat

dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Jenis Mobil APV  
(Sumber: PT SIM, 2016)



Gambar 4.3 *Body* Mobil APV  
(Sumber: PT SIM, 2016)

2. Carry

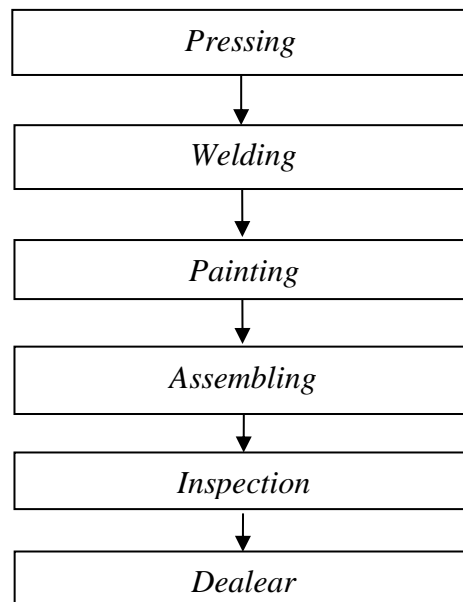
Carry adalah jenis mobil dengan kapasitas 1000cc serta tingkat produksi sebesar 6,7% yang diproduksi.

3. Karimun Wagon R

Karimun Wagon R adalah jenis mobil dengan kapasitas 998cc serta tingkat produksi sebesar 12% yang diproduksi.

#### 4.1.6 Proses Produksi

Pembuatan mobil APV dilakukan beberapa tahapan proses. Berikut adalah gambar alur proses produksi mobil APV yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Alur Proses Produksi Mobil  
(Sumber: PT SIM, 2016)

Berikut adalah penjelasan tahapan proses produksi mobil:

1. Proses *Pressing*

Proses *pressing* adalah proses pembentukan komponen dari *material steel sheet* menjadi bentuk *part* dengan menggunakan mesin press.

2. Proses *Welding*

Proses *welding* adalah proses pembuatan mobil kosong dengan menggabungkan komponen melalui proses pengelasan.

3. Proses *Painting*

Proses *painting* adalah proses pemberian warna pada unit mobil, dan tujuan dari proses pewarnaan adalah untuk memberikan keindahan pada mobil dan juga memberikan petunjuk khusus.

4. Proses *Assembling*

*Assembling* adalah proses penggabungan unit *body* yang sudah di cat dengan *engine* dan komponen-komponen lainnya, seperti roda, jok, *dashboard*, *interior*, dalam dan juga interior luar menjadi satu unit mobil.

#### 5. Proses *Inspection*

*Inspection* yaitu proses pemeriksaan unit mobil sesudah proses *assembling*, dan proses ini memeriksa semua komponen pada mobil yang siap di jual.

### 4.1.7 Deskripsi Proses *Welding*

Proses *welding* merupakan proses pembuatan mobil kosong dengan menggabungkan komponen-komponen lainnya. Pada proses *welding* terdapat empat proses, yaitu:

#### 1. Proses *Front Floor*

Proses *front floor* adalah proses pembentukan (penyatuan) komponen mobil bagian depan

#### 2. Proses *Rear Floor*

Proses *rear floor* adalah proses pembentukan komponen bagian belakang

#### 3. Proses *Side Body*

Proses *side body* adalah proses pembentukan mobil bagian samping kanan maupun kiri.

#### 4. Proses *Main Body*

Proses *main body* adalah proses penyambungan dari masing-masing inti di atas menjadi satu kesatuan (*white body*).

### 4.1.8 Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat

Jumlah produksi dan jumlah cacat untuk komponen mobil APV yang dihasilkan pada Februari 2016 dari proses *welding* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat pada Februari 2016

No	Nama Komponen	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)
1	Atap Mobil (Unit)	1.553	156
2	Pintu Belakang (Unit)	1.553	154
3	<i>Body</i> Mobil (Unit)	4.659	533
4	Depan Mobil (Unit)	1.553	150
Total		9.318	993

(Sumber: PT SIM, 2016)

#### 4.1.9 Identifikasi Jumlah Cacat (*Defect*)

Dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa jumlah cacat yang paling besar ada pada *body* mobil APV. Adapun jenis cacat yang sering terjadi dan mempengaruhi *body* mobil APV, dapat terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jenis dan Jumlah Cacat (*Defect*)  
*Body* Mobil APV pada  
Februari 2016

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)
1	Penyok	219
2	<i>Gap</i> NG	104
3	Benjol	91
4	<i>Dansa</i>	68
5	<i>Spatter</i>	34
6	<i>Spot</i> Tajam	17
Total Cacat		533
Total Produksi		4.659

(Sumber: PT SIM, 2016)

#### 4.2 Pengolahan Data

Perbaikan proses mengacu pada sebuah strategi agar menemukan solusi dalam menghilangkan permasalahan yang ada pada sebuah perusahaan. Dalam menghilangkan permasalahan yang ada diperlukan suatu pemecahan masalah yaitu metode DMAIC, dimana dalam metode ini dapat membantu meminimalkan cacat dan mampu menghilangkan salah satu atribut cacat yang terjadi di perusahaan. Di dalam perusahaan, memiliki sebuah manajemen yang mampu memberikan solusi permasalahan, dimana solusinya adalah mendefinisikan masalah yang terjadi di perusahaan atau di kenal dengan *define*, lalu mengukur tingkat masalah tersebut atau dikenal dengan *measure*, menganalisa permasalahan dengan menemukan penyebab yang paling utama atau dikenal dengan *Analyze*.

Setelah menemukan masalah, sebuah tim manajemen akan melakukan perbaikan pada proses yang terjadi dan memperbaiki juga dengan proses yang telah ada dengan menghilangkan penyebab permasalahan tersebut atau di kenal dengan *Improve*, dan kemudian maka dilakukan pengawasan atau mengendalikan proses tersebut agar tidak terjadi permasalahan yang sama di kemudian hari atau biasa di kenal dengan *Control*. Namun dalam

pengolahan data ini, yang dibahas hanya ada tahap *define* dan tahap *measure* dari siklus metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), sedangkan tahap *analyze*, *improve*, dan *control* akan dibahas pada bab selanjut atau yang dikenal dengan analisis dan pembahasan (BAB V).

#### 4.2.1 Tahap *Define*

Tahap *Define* merupakan langkah awal dalam program perbaikan dan peningkatan kualitas didalam *Six Sigma*. Pada tahap ini hal utama yang dilakukan adalah latar belakang, pernyataan masalah, pernyataan tujuan dan diagram SIPOC. Setelah itu, dilanjutkan dengan pernyataan tujuan yang ingin dicapai.

##### 1. Latar Belakang (*Project Statement*)

Langkah awal pada tahap ini adalah pemilihan produk dan mencari cacat yang paling tinggi dan menjadi prioritas utama dalam melakukan perbaikan. Kriteria pemilihan produk didasarkan pada cacat yang dominan yaitu cacat *body* mobil sebanyak 533 unit dari jumlah produksi 4.659 unit dengan jumlah persentasi sebesar 11,44% dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan jumlah persentasi pada jenis cacat dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.5 menjelaskan jenis cacat sesuai dengan diagram Pareto.

Tabel 4.3 Persentasi Jumlah Cacat Berdasarkan Komponen

No	Nama Komponen	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	Atap Mobil (Unit)	1.553	156	10,04%
2	Pintu Belakang (Unit)	1.553	154	9,92%
3	<i>Body</i> Mobil (Pasang)	4.659	533	11,44%
4	Depan Mobil (Unit)	1.553	150	9,65%

Sumber: Pengumpulan Data

Tabel 4.4 Persentasi Jumlah Cacat Berdasarkan Jenis Cacat

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)	Jumlah Cacat (%)
1	Penyok	219	41,1%
2	<i>Gap</i> NG	104	19,51%
3	Benjol	91	17,07%

4	<i>Dansa</i>	68	12,76%
5	<i>Spatter</i>	34	6,38%
6	<i>Spot Tajam</i>	17	3,18%

Sumber: Pengumpulan Data

Dari Gambar 4.5 terlihat bahwa jenis cacat yang sering terjadi adalah penyok pada *body* mobil APV. Adapun pengertian dari jenis cacat tersebut, yaitu:

a. Penyok

Penyok adalah suatu cacat yang mendalam pada bagian mobil.

b. *Gap* NG (Rapat/Renggang)

*Gap* NG adalah suatu cacat yang memiliki kerenggangan atau kerapatan pada kedua komponen yang tidak normal.

c. Benjol

Benjol adalah cacat yang langsung atau kelihatan jelas cacat tersebut pada *body* mobil.

d. *Dansa*

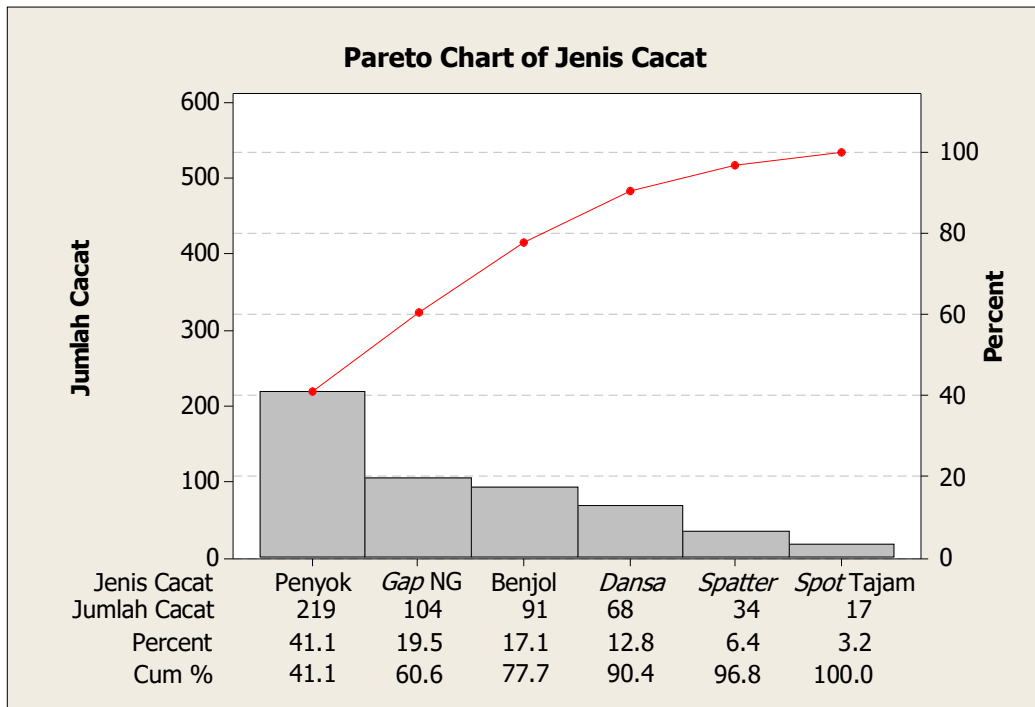
*Dansa* adalah suatu cacat yang kerataannya harus sejajar dengan komponen lain.

e. *Spatter*

*Spatter* adalah suatu cacat yang diakibatkan adanya percikan las pada *body* mobil.

f. *Spot* Tajam

*Spot* tajam adalah suatu cacat yang terdapat sisa-sisa pengelasan pada setiap *body* mobil.



Gambar 4.5 Diagram Pareto Jenis Cacat pada *Body* Mobil APV

## 2. Pernyataan Masalah (*Problem Statement*)

Pada Februari 2016, jenis cacat penyok pada *body* mobil APV merupakan jenis cacat yang paling dominan.

## 3. Pernyataan Tujuan (*Goal Statement*)

Mengurangi jumlah cacat produk *body* mobil APV pada departemen *welding* untuk meningkatkan kualitas produk. Selain itu diharapkan perusahaan terus menerus melakukan perbaikan-perbaikan demi mencapai *zero defect* dalam program *Six Sigma*.

## 4. Diagram SIPOC

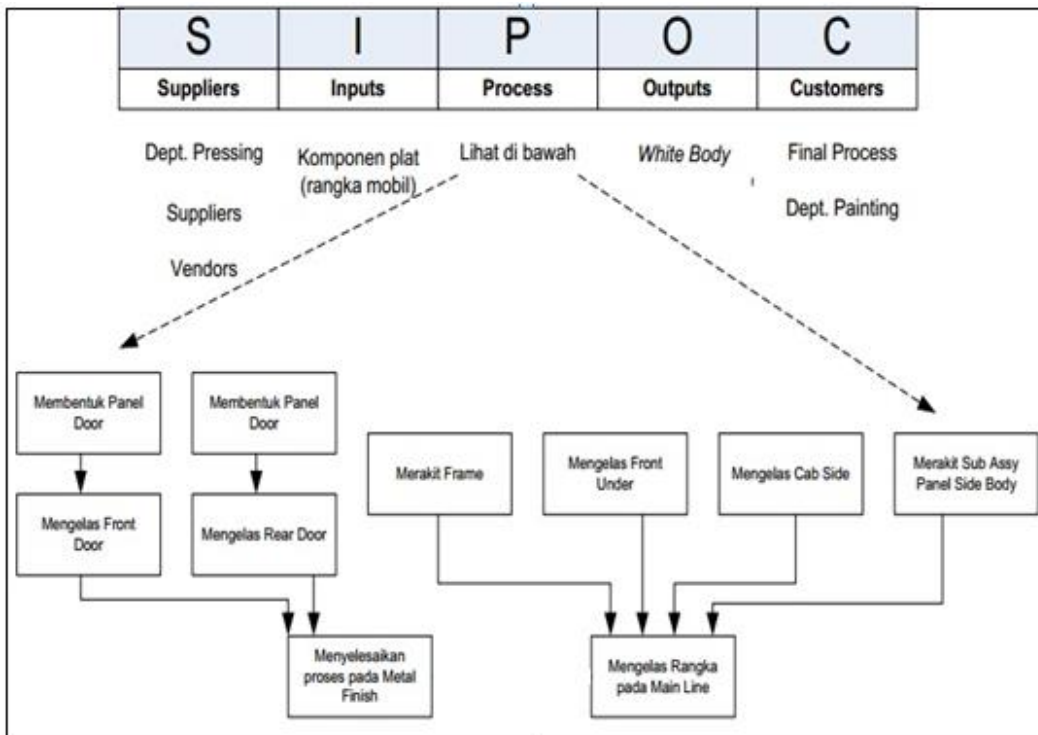
Diagram SIPOC (*Suppliers-Input-Process-Output-Customers*) merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dari suatu proyek perbaikan proses sebelum pekerjaan dimulai. Bagi manajemen, diagram SIPOC merupakan perangkat dalam melakukan proses perbaikan dikarenakan sangat membantu dalam menjalankan proyek *Six Sigma* dan memahami tujuan serta ruang lingkup proses. Sebelum memasuki diagram SIPOC departemen *welding*, terlebih dahulu memahami diagram SIPOC secara keseluruhan yang ada di perusahaan tersebut. Adapun gambar diagram SIPOC secara keseluruhan yang berada di perusahaan PT SIM dapat dilihat pada Gambar 4.6.

<i>Suppliers</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Costumers</i>
S	I	P	O	C
Dept. <i>Pressing</i>	Plat kerangka mobil belum menyatu	Pengelasan pada kerangka mobil	Rangka mobil sudah menjadi satu kesatuan ( <i>White body</i> )	Dept. <i>Painting</i>
Dept. <i>Welding</i>	<i>White body</i>	Pemberian lapisan warna pada <i>white body</i>	<i>White body</i> sudah dilapisi warna	Dept. <i>Assembling</i>
Dept. <i>Painting</i>	<i>White body</i> sudah dilapisi warna	Dirakit dengan komponen lainnya (Ban, <i>engine</i> , baut, dll)	Produk Jadi (mobil)	Dept. Inspeksi Akhir
Dept. Inspeksi Akhir	Produk Jadi (mobil)	Pemeriksaan mobil (Apakah sudah sesuai penempatan disetiap komponennya dan Apakah sudah layak di distributorkan)	Mobil siap dijual	Centar Bisnis Unit (CBU) atau Costumer

Gambar 4.6

Diagram SIPOC Proses Produksi Mobil *Plant II* PT SIM  
Sumber: PT SIM (2016)

Dari diagram SIPOC pertama menunjukkan proses produksi di PT SIM dimulai dari departemen *pressing*, dimana di departemen tersebut mendapat suplai kerangka mobil yang berupa *plat* lalu dilanjutkan ke departemen *welding* dimana di departemen ini melakukan pengelasan kerangka mobil menjadi satu kesatuan yang utuh yang di sebut atau istilah dari perusahaan tersebut adalah *white body*. Setelah *white body* selesai maka dilakukan pengecatan lapisan warna terhadap *white body* supaya *white body* yang menjadi satu itu tidak mudah terkorosi, lalu dilanjutkan dengan perakitan setiap komponen yang dibutuhkan agar menjadi sebuah mobil. Setelah selesai dirakit, maka mobil tersebut perlu diperiksa supaya produk tersebut diterima oleh konsumen ataupun jika ada produk yang cacat (*defect*) tidak kecolongan atau tidak lolos secara langsung ke CBU. Sedangkan diagram SIPOC kedua adalah diagram yang memperlihatkan departemen *welding* tersebut. Diagram SIPOC kedua dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram SIPOC Proses Produksi Mobil pada Departemen *Welding*

Gambar 4.7 menunjukkan komponen kerangka mobil disuplai melalui departemen *pressing*, dan sebagian komponen pendukung disuplai dari *vendor* atau *supplier* yang sudah bekerja sama dengan PT SIM tersebut (PT United Steel). Komponen kerangka mobil dan komponen pendukung yang sudah diterima oleh departemen *welding* akan dilanjutkan dengan melakukan perakitan yang berupa pengelasan supaya kerangka-kerangka tersebut menjadi satu kesatuan yang utuh yang disebut atau di istilahkan oleh perusahaan tersebut dengan nama *white body*. Jika *white body* memenuhi standar kualitas pada departemen *welding* maka di lanjutkan ke departemen selanjutnya yaitu departemen *painting*, namun sebaliknya jika terdapat cacat, maka *white body* tersebut masuk ke dalam proses kembali (di *repair*) hingga memenuhi standar kualitas yang diinginkan.

##### 5. *Voice of Customer*

*Voice of Customer* (VOC) merupakan suatu syarat utama dari proses sudut pandang pelanggan atau konsumen. Pelanggan atau konsumen di dalam proyek *Six Sigma* ini terletak pada departemen *painting*. Meskipun di departemen tersebut tidak melakukan inspeksi tetapi di departemen tersebut memiliki kriteria permintaan dari departemen sebelumnya (dept. *welding*), dan kriteria tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu:

###### a. *Body*

Permintaan kriteria pada *body* mobil tersebut adalah tidak mendapatkan cacat berupa cacat penyok, benjol, ataupun lainnya. *Body* mobil merupakan penampilan utama dari

mobil tersebut sehingga harus menjadi perhatian khusus agar *body* mobil tersebut tampil secara sempurna tanpa cacat dilihat oleh konsumen kalau mau dijual ke konsumen.

b. Fungsi

Permintaan kriteria pada fungsi ini adalah kegunaan dari produk tersebut misalnya kaca pada *body* mobil dapat berfungsi sebagai pembuka ataupun penutup ruangan atau contoh yang lain misalnya pintu mobil berfungsi sebagai pembuka dan penutup dengan baik dan lain sebagainya.

c. Komponen

Permintaan kriteria ini adalah apakah komponen tersebut berada pada bagian yang sudah ditentukan atau sudah sebagai standar kualitas serta kelengkapan dalam komponen tersebut. Misalnya pintu yang harus di kanan tidak boleh ada di kiri, atau kelengkapan komponennya adalah baut, *part-part* yang lainnya sudah pas belum pada posisi yang sudah ditentukan.

#### 4.2.2 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam peningkatan kualitas yang merupakan tindak lanjut pengolahan data dari tahap *define*. Tahap ini melakukan pengukuran kinerja perusahaan saat ini atau sebelum dilakukan perbaikan dan pengukuran kualitas produk.

Pada tahap ini dilakukan penentuan karakteristik kunci yang penting bagi kualitas yaitu *Critical to Quality* (CTQ), membuat peta kendali, perhitungan kapabilitas proses dan menghitung nilai DPMO yang dilanjutkan dengan mengkonversi ke nilai DPMO ke tingkat *sigma*.

Berikut adalah tahapan *measure*:

1. Menentukan Karakteristik CTQ

Di departemen *welding* untuk *body* mobil merupakan objek atau sasaran dalam peningkatan kualitas proses. Setelah objek terpilih kemudian ditentukan beberapa CTQ yang sering terjadi dan berpotensi mempengaruhi kualitas tersebut. Namun hasil identifikasi dan informasi yang didapat dari perusahaan menunjukkan CTQ pada *body* mobil APV, yaitu:

- 1) Tidak Penyok
- 2) Tidak Benjol
- 3) Tidak *Spot* Tajam
- 4) Tidak *Spatter*
- 5) Tidak *Dansa*

6) Tidak *Gap* NG

## 2. Peta Kendali Atribut

Peta kendali berguna untuk mengetahui apakah proses sekarang berada dalam batas kendali atau tidak. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali  $p$ , dikarenakan permasalahan yang terjadi merupakan cacat atribut yang ada pada bagian *welding* khususnya cacat *body* mobil APV dengan jumlah produksi yang tidak sama setiap harinya. Data jumlah produksi dan jumlah cacat yang digunakan untuk membuat peta kendali  $p$  adalah data pada Februari 2016 (selama 22 hari). Data terhadap jumlah produksi dan jumlah cacat untuk *body* mobil APV diuraikan pada Tabel 4.5. Dari Tabel 4.5, selanjutnya dilakukan perhitungan proporsi cacat. Setelah menghitung proporsi cacat, maka dilanjutkan dengan menghitung *Upper Control Limit* (UCL), dan *Lower Control Limit* (LCL) yang diambil selama Februari 2016. Perhitungan UCL dan LCL dapat dilihat pada Tabel 4.6. Selanjutnya dilakukan dengan pemetaan dengan Peta Kendali  $p$ , jika dalam pemetaan tersebut berada diluar batas kendali maka yang dilakukan adalah merevisi kembali dengan tujuan agar berada dalam batas kendali baik UCL maupun LCL.

- a. Menghitung proporsi cacat ( $\bar{p}$ )

$$\bar{p} = \frac{np}{n} = \frac{533}{4.659} = 0,1144$$

- b. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL)

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

$$UCL = 0,1144 + 3\sqrt{\frac{0,1144 (1-0,1144)}{201}}$$

$$UCL = 0,1144 + 0,06735 = 0,1817$$

- c. Menghitung *Lower Control Limit* (LCL)

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

$$LCL = 0,1144 - 3\sqrt{\frac{0,1144 (1-0,1144)}{201}}$$

$$LCL = 0,1144 - 0,06735 = 0,04704$$

Dimana:

$\bar{p}$  adalah proporsi cacat

$np$  adalah banyaknya jumlah cacat

$n$  adalah banyaknya unit produksi yang diperiksa

UCL dikenal dengan batas kendali yang berada di atas garis pusat

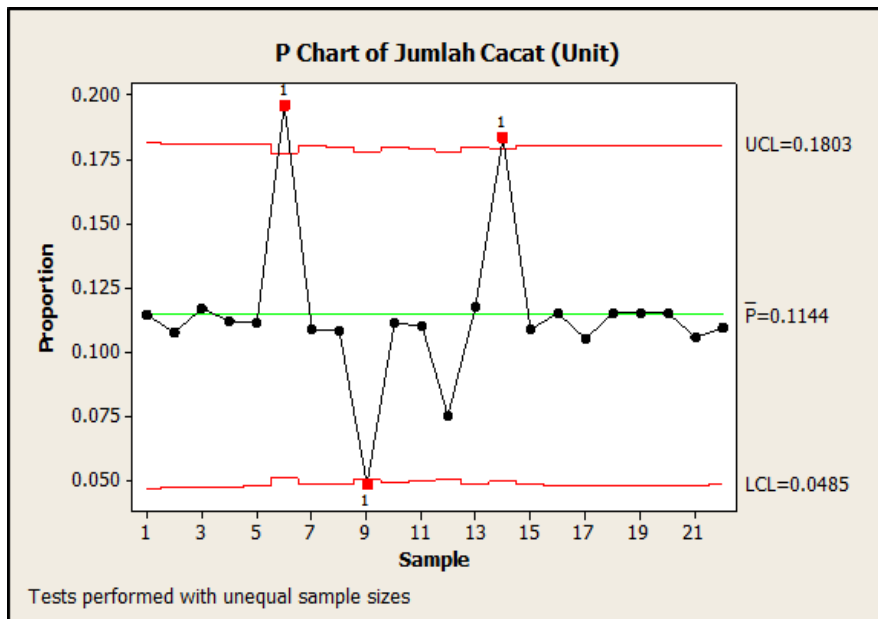
LCL dikenal dengan batas kendali yang berada di bawah garis pusat

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta  $p$  Sebelum Implementasi

No	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Cacat (Unit)	UCL	LCL
1	201	23	0,1144	0,1817	0,047
2	204	22	0,1078	0,1729	0,0426
3	205	24	0,1171	0,1845	0,0497
4	205	23	0,1122	0,1783	0,0461
5	206	23	0,1117	0,1775	0,0458
6	230	45	0,1957	0,2742	0,1172
7	211	23	0,1090	0,1734	0,0446
8	212	23	0,1085	0,1726	0,0444
9	225	11	0,0489	0,092	-0,0057
10	215	24	0,1116	0,176	0,0471
11	218	24	0,1101	0,1737	0,0465
12	225	17	0,0756	0,1285	0,0227
13	212	25	0,1179	0,1843	0,0514
14	218	40	0,1835	0,2621	0,1048
15	211	23	0,1090	0,1734	0,0446
16	208	24	0,1154	0,1818	0,0489
17	209	22	0,1053	0,1689	0,0416
18	208	24	0,1154	0,1818	0,0489
19	209	24	0,1148	0,1809	0,0489
20	209	24	0,1148	0,1809	0,0489
21	208	22	0,1058	0,1697	0,0418
22	210	23	0,1095	0,1741	0,0448

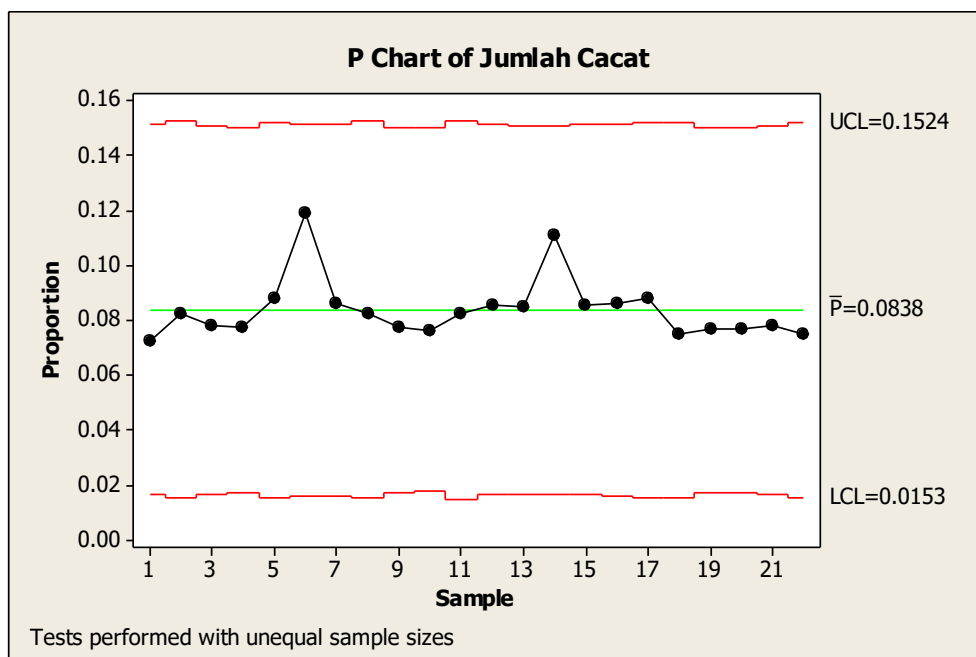
Sumber: Pengolahan Data (2016)

Setelah melakukan perhitungan batas kendali, selanjutnya dilakukan pembuatan peta kendali  $p$  untuk memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan perhitungan ulang atau revisi untuk menstabilkan proses. Peta kendali  $p$  untuk *body* mobil APV bisa dilihat pada Gambar 4.8. Dari peta kendali  $p$  pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa terdapat data yang keluar dari batas kendali.



Gambar 4.8 Peta Kendali *p* Body Mobil APV pada Departemen *Welding*  
 Sumber: Pengolahan Data (2016)

Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pada tanggal 6 Februari, 9 Februari dan 14 Februari, sehingga perlu dilakukan revisi dengan cara menganulir data dan melakukan perhitungan kembali. Peta kendali hasil revisi pertama dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peta Kendali *p* Body Mobil APV pada Departemen *Welding* Rev-1  
 Sumber: Pengolahan Data (2016)

Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa keseluruhan data sudah berada dalam batas kendali. Untuk itu tidak perlu dilakukan revisi kembali, dan proses dinyatakan stabil pada tahap ini.

### 3. Perhitungan Kapabilitas Proses

Dari peta kendali pada Gambar 4.9 terlihat bahwa proporsi cacat sudah terkendali. Dari data pada tabel proporsi cacat dapat dihitung kapabilitas proses terhadap proporsi cacat sebagai berikut:

- a. Persentase proporsi cacat

$$\begin{aligned} \text{Percent nonconforming} &= \bar{p} \times 100\% \\ &= 0,0838 \times 100\% = 8,38\% \end{aligned}$$

- b. Menghitung nilai a

a = nilai area pada kurva Z

$$a = 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{(100)(2)}$$

$$a = 1 - \frac{0,0838}{(100)(2)} \quad a = 0,999581$$

- c. Nilai Z (0,9995) = 3,345 (lihat pada tabel Z, terlampir)

d.  $C_p = \frac{\text{Nilai Z}}{3}$

$$\begin{aligned} &= \frac{3,345}{3} \\ &= 1,115 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, maka diketahui kapabilitas proses terhadap proporsi cacat pada *body* mobil APV departemen *welding* pada bulan Februari 2016 (1 Februari 2016 – 29 Februari 2016) sebesar 1,115, nilai ini berarti kemampuan proses departemen *welding* khususnya pada *body* mobil APV berada dalam kategori baik, karena nilai kemampuan proses  $> 1$ .

#### 4. Perhitungan Nilai DPMO

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO dan tingkat *sigma* *body* mobil APV pada departemen *welding*:

- a. Banyaknya Unit yang Diperiksa (U)

Jumlah unit *body* mobil APV pada Februari 2016 yaitu sebanyak 4.659 unit.

- b. *Opportunities* (OP)

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 6 karakteristik kualitas (CTQ) yaitu penyok, *gap* NG, benjol, *dansa*, *spatter*, dan *spot* tajam.

- c. Banyaknya Unit yang Cacat/Defect (D)

Jumlah unit yang cacat pada Februari 2016 yaitu sebanyak 533 unit.

- d. *Defect Per Unit* (DPU)

$$\begin{aligned} \text{DPU} &= \frac{\text{Defect}}{\text{Unit}} \\ &= \frac{533}{4.659} \\ &= 0,1144 \end{aligned}$$

e. *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times \text{OP} \\ &= 4.659 \times 6 \\ &= 27.954 \end{aligned}$$

f. *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{D}{\text{TOP}} \\ &= \frac{533}{27.954} \\ &= 0,01906703871 \end{aligned}$$

g. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \\ \text{DPMO} &= 0,01906703871 \times 1.000.000 \\ \text{DPMO} &= 19.067,0387 \approx 19.068 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *body* mobil APV adalah 19.068 unit.

5. *Tingkat Sigma*

Tingkat *sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada Lampiran. Pada tabel konversi DPMO diketahui bahwa nilai DPMO sebesar 19.068 unit berada pada nilai *sigma* 3,57 – 3,58. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang tepat dilakukan dengan cara interpolasi. Tingkat *sigma* 3,57 dengan nilai DPMO sebesar 19.226 unit dan pada tingkat *sigma* 3,58 nilai DPMO sebesar 18.763 unit.

$$\begin{aligned} \frac{19.226 - 19.068}{19.068 - 18.763} &= \frac{3,57 - x}{x - 3,58} \\ \frac{158}{305} &= \frac{3,57 - x}{x - 3,58} \\ 158(x - 3,58) &= 305(3,57 - x) \\ 158x - 565,64 &= 1.088,85 - 305x \\ 158x + 305x &= 1.088,85 + 565,64 \\ 463x &= 1.654,49 = \frac{1.654,49}{463} \end{aligned}$$

$$= 3,57341 \approx 3,574$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan tingkat *sigma* sebesar 3,574. Tingkat ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga tingkat *sigma* dapat meningkat.

Tabel 4.5 Data Jumlah Produksi, Jumlah Cacat dan Jenis Cacat *Body* Mobil APV Februari 2016

No	Tanggal	Jumlah Produksi (Unit)	Jenis Cacat (Unit)					
			Penyok	Gap NG	Benjol	Dansa	Spatter	Sp Taj
1	1-Feb	201	10	4	4	3	1	
2	2-Feb	204	10	5	3	2	2	
3	3-Feb	205	9	6	5	3	1	
4	4-Feb	205	10	4	3	2	3	
5	5-Feb	206	10	5	4	3	1	
6	6-Feb	230	14	8	8	5	4	
7	9-Feb	211	9	5	4	3	2	
8	10-Feb	212	10	4	6	0	2	
9	11-Feb	225	6	2	2	0	0	
10	12-Feb	215	10	6	4	3	0	
11	13-Feb	218	10	4	5	5	0	
12	15-Feb	225	7	5	2	2	1	
13	16-Feb	212	11	4	4	3	2	
14	17-Feb	218	15	7	8	5	4	
15	18-Feb	211	10	4	4	3	1	
16	19-Feb	208	9	3	3	6	2	
17	22-Feb	209	9	5	3	1	3	
18	23-Feb	208	10	4	4	5	1	
19	24-Feb	209	9	4	3	6	1	
20	25-Feb	209	11	5	4	2	2	
21	26-Feb	208	10	5	4	3	0	
22	29-Feb	210	10	5	4	3	1	
Jumlah		4.659	219	104	91	68	34	1

Sumber: Pengolahan Data (2016)

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Tahap *Analyze*

Tahap analisis merupakan tahap untuk mencari penyebab terjadinya cacat. Pada tahap ini akan dicari faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya cacat pada *body* mobil APV. Analisis yang dilakukan dengan menggunakan diagram Pareto, metode FMEA dan diagram sebab akibat. Adapun pengertian dari diagram Pareto adalah 20% penyebab mengakibatkan 80% permasalahan, sedangkan metode FMEA adalah nilai RPN yang paling tinggi merupakan tingkat kegagalan yang paling parah. Oleh karena itu diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 4.5, sedangkan metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa jenis cacat yang akan dianalisis penyebabnya adalah cacat (*defect*) penyok, *gap* NG dan benjol karena merupakan 80% permasalahan, sedangkan dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa nilai RPN yang paling tinggi adalah cacat penyok dengan nilai RPN sebesar 504, RPN kedua adalah cacat *gap* NG dengan nilai RPN sebesar 392, RPN ketiga adalah cacat benjol dengan nilai RPN sebesar 294, RPN keempat adalah cacat *dansa* dengan nilai RPN sebesar 294, RPN kelima adalah cacat *spatter* dengan nilai RPN sebesar 252 dan RPN terakhir (RPN keenam) adalah cacat *spot* tajam dengan nilai RPN 245. Selanjutnya dilakukan dengan analisis menggunakan diagram sebab akibat (*Cause Effect Diagram*). Analisis yang digunakan adalah analisis diagram Pareto dikarenakan analisis pada nilai RPN pada analisis FMEA hampir sama, maka diagram Pareto yang menjadi fokus pada analisis selanjutnya. Adapun diagram Pareto yang difokuskan adalah 80% yang menjadi prioritas permasalahan. Pada dasarnya diagram sebab akibat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah dan dicari sesuai dengan faktor-faktor dari penyebab. Biasanya penyebab faktor adalah Manusia (*Man*), Mesin (*Mechine*), Metode (*Method*), Material, dan Lingkungan (*Environment*).

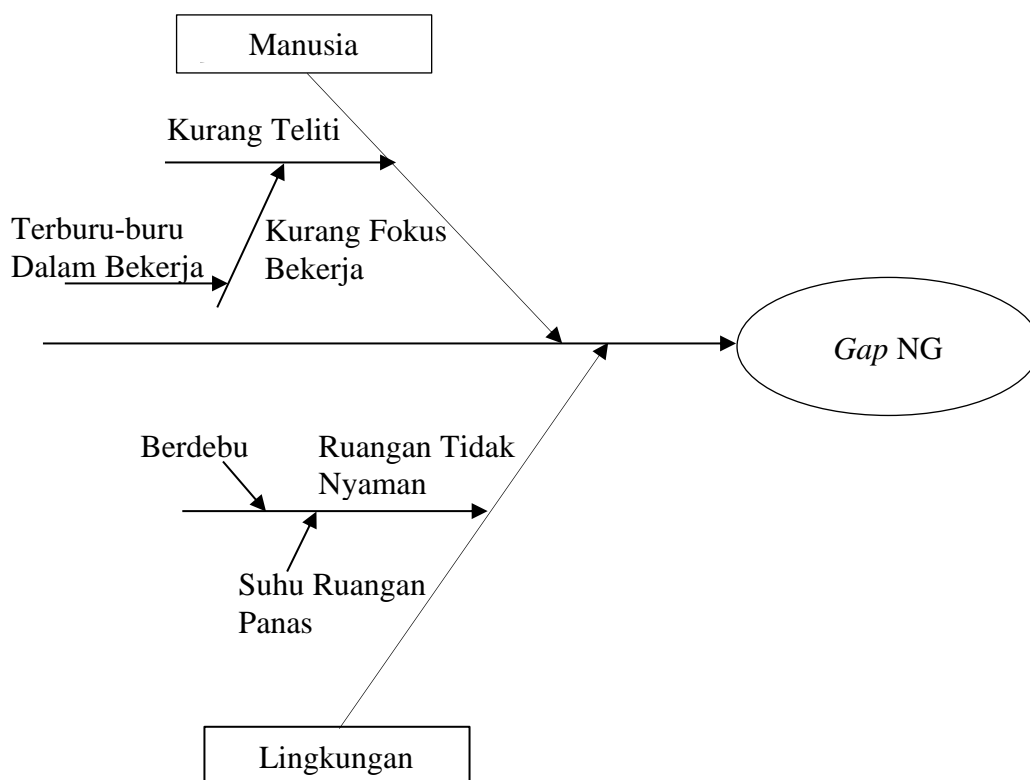
Tabel 5.2 Analisis Penyebab Cacat Penyok

Penyok
Faktor Penyebab: Manusia
1. Penyok terjadi karena lolos pada saat pengecekan permukaan <i>body</i> mobil APV dari dept. <i>pressing</i> yang diakibatkan kurang teliti saat pemeriksaan inspeksi awal di dept. <i>welding</i> .
2. Penyok terjadi diakibatkan kurangnya keterampilan ( <i>skill</i> ) operator dalam melakukan tugasnya karena operator yang melakukannya belum berkompeten.
Faktor Penyebab: Material
3. Penyok yang terjadi karena material tidak standar yang didapatkan dari dept. sebelumnya (dept. <i>pressing</i> ) yang mengakibatkan material tersebut mudah terjadi cacat.
Faktor Penyebab: Mesin

4. Penyok yang terjadi karena alat kerja yang sudah aus disebabkan terlalu lama saat pemakaian.
5. Penyok yang terjadi diakibatkan elektroda ( <i>seller</i> ) dan Amper DC yang terlalu besar terhadap material
Faktor Penyebab: Lingkungan
6. Ruangan yang tidak terlalu nyaman, hal ini disebabkan suhu ruangan/dept <i>welding</i> cukup panas dan berdebu.
7. Kurangnya pencahayaan yang diakibatkan oleh terbukanya ruangan dan menyebabkan aktifitas pada mata menjadi berkurang.

2. *Gap* NG (Rapat/Renggang)

*Gap* NG adalah suatu cacat yang memiliki kerenggangan atau kerapatan pada kedua komponen yang tidak normal.



Gambar 5.2 Diagram Sebab Akibat *Gap* NG  
Sumber: Analisis Data

Tabel 5.3 Analisis Penyebab Cacat *Gap* NG

<i>Gap</i> NG (Rapat Atau Renggang)
-------------------------------------

Faktor Penyebab : Manusia
1. <i>Gap</i> NG terjadi karena kurang teliti pada saat peletakan Nut yang tidak sesuai tempat yang mengakibatkan adanya kerenggangan atau kerapatan pada komponen lainnya. Hal ini disebabkan oleh operator yang kurang fokus saat bekerja (tingkat kelelahannya yang cukup tinggi) dan terlalu terburu-buru saat bekerja.
Faktor Penyebab : Lingkungan
2. Ruangan yang tidak terlalu nyaman, hal ini disebabkan suhu ruangan/dept. <i>welding</i> cukup panas dan berdebu. 3. Kurangnya pencahayaan yang diakibatkan oleh terbukanya ruangan dan menyebabkan aktifitas pada mata menjadi berkurang.

### 3. Benjol

Benjol adalah cacat yang langsung timbul atau kelihatan jelas cacat tersebut pada *body* mobil.

Analisis diagram sebab akibat sama halnya dengan terhadap cacat penyok.

## 5.2 Tahap *Improve*

Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab cacat yang terjadi dari masing-masing jenis cacat, maka dilanjutkan dengan tahap *improve*. Dalam tahapan *improve*, dilakukan penetapan rencana tindakan dengan menggunakan metode 5W+1H. Tindakan perbaikan dari masing-masing faktor penyebab cacat yang terjadi pada departemen *welding* pada *body* mobil APV, akan dijelaskan pada tampilan tabel 5W+1H.

Berikut akan diuraikan metode 5W+1H dari masing-masing penyebab kecacatan. Penggunaan 5W+1H untuk cacat penyok dan benjol ditunjukkan pada Tabel 5.4, penggunaan 5W+1H untuk cacat *gap* NG ditunjukkan pada Tabel 5.5.

### 5.2.1 Penanggulangan PT SIM

Adapun penanggulangan yang dilakukan oleh PT SIM terhadap cacat yang terjadi, antara lain:

1. Meningkatkan ketanggapan operator terhadap kualitas setiap enam bulan sekali.
2. Hanya meletakkan operator yang sudah berpengalaman minimal empat tahun pada

bagian inspeksi.

3. Pengecekan dan perawatan mesin secara berkala dengan kerja sama tim *maintenance* setiap tiga bulan sekali.

### 5.2.2 Usulan Perbaikan

Adapun usulan perbaikan berdasarkan penggunaan 5W+1H yang tertera pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5, sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan serta meningkatkan tanggapan operator dengan melakukan uji kompetensi dan membuat standar nilai kompetensi.
2. Diskusi internal dan membuat perencanaan respon perusahaan pada saat pertemuan (*briefing*).
3. Membuat penjadwalan latihan (*training*) pengelasan sesuai SOP setiap tahunnya.
4. Melakukan dokumentasi terhadap perbaikan yang sudah ada.
5. Melakukan pemeriksaan yang lebih intensif pada material ataupun *part* di setiap departemen sebelum dikirim ke departemen selanjutnya.

### 5.2.3 Implementasi Perbaikan

Implementasi perbaikan ini dilakukan agar dapat menurunkan atau meminimalkan cacat (*defect*) yang terjadi. Adapun implementasi ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

#### 1. Implementasi Manajemen

Implementasi perbaikan pada manajemen perusahaan dengan memberikan konsep kualitas yang secara jelas disampaikan melalui komitmen pemilik perusahaan tentang manajemen kualitas kepada pekerja, aturan mengenai prosedur kerja, prosedur penggantian komponen dengan kualitas yang memenuhi standar mesin, dan rasa tanggung jawab terhadap kualitas produk pada pekerja dan seluruh bagian terkait dalam proses produksi. Komitmen dari perusahaan merupakan faktor kunci keberhasilan dalam memajukan perusahaan.

#### 2. Implementasi Infrastruktur

Perbaikan yang dilakukan dalam upaya penurunan cacat produk adalah dengan memperbaiki infrastruktur yang ada. Perbaikan yang dilakukan adalah perawatan mesin secara berkala agar kegunaan mesin masih berfungsi dengan baik (tidak ada keausan pada mesin) dan penggantian mesin baru.

Begitu juga dengan pemeriksaan dan penggantian atau penambahan *tools* perlu ditingkatkan terutama proses *welding*. Serta penambahan pelatihan dan pendidikan mengenai akan pentingnya kualitas suatu produk dan mengembangkan keahlian dan pengetahuan pengoperasian mesin agar pekerjaan dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan tepat dalam mengurangi kecacatan produk.

#### 3. Penunjang Implementasi

Penunjang implementasi berfokus pada pelanggan atau konsumen, obsesi terhadap mutu, komitmen jangka panjang, kerja sama tim, pendidikan dan pelatihan dan perbaikan sistem secara berkesinambungan. Artinya perusahaan harus mewujudkan pelayanan untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan, karena pelanggan atau konsumen merupakan salah satu bagian yang berperan sebagai pengawas terhadap produk ataupun jasa yang dihasilkan.

### 5.3 Tahap Control

Tahap *control* atau tahap pengendalian adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk terus mengevaluasi dan memonitor hasil-hasil dari tahapan sebelumnya yang dilakukan pada tahap *improve* dalam tindakan usulan perbaikan kualitas. Untuk mengetahui apakah proses produksi setelah perbaikan terkendali secara statistik atau tidak dan mengetahui apakah besarnya nilai DPMO dan level sigma setelah perbaikan meningkat atau tidak. Pada tahap ini, untuk mengawasi hasil perbaikan pada tahap *improve* maka perlu dilakukan pembuatan peta kendali. Dalam hal ini, data yang digunakan adalah data Maret 2016.

#### 1. Perhitungan Peta Kendali *p* Hasil Implementasi

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada di departemen *welding* terhadap *body* mobil APV adalah peta kendali *p*. Data jumlah produksi dan jumlah cacat yang digunakan untuk membuat peta kendali *p* adalah data pada bulan Maret 2016 yaitu setelah implementasi dilakukan. Data terhadap jumlah produksi dan jumlah cacat *body* mobil APV diuraikan pada Tabel 5.6.

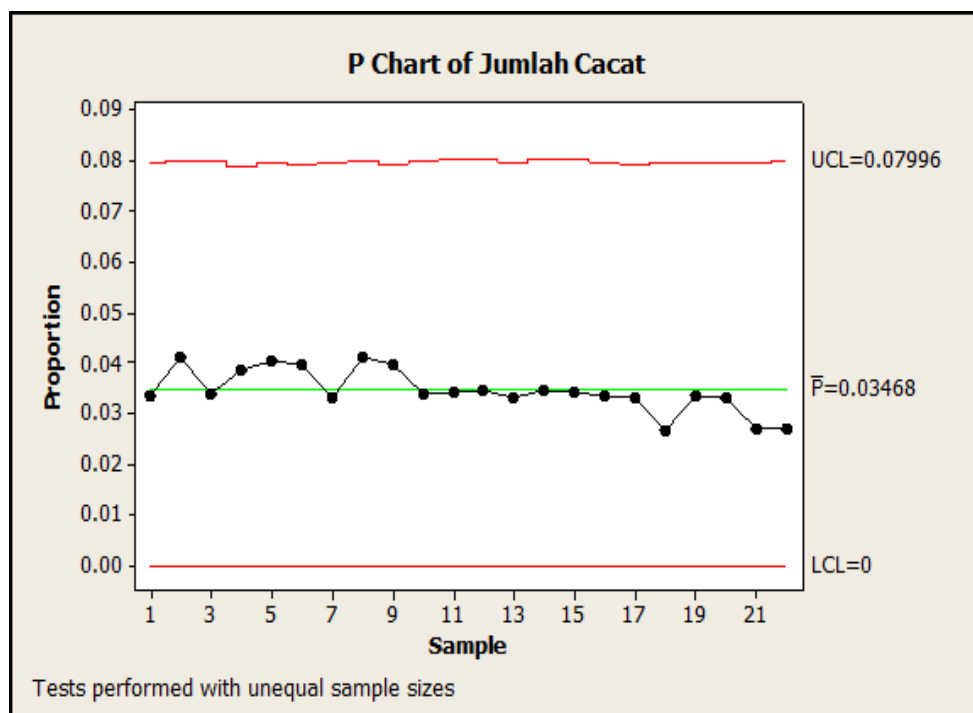
Tabel 5.6 Tabel Proporsi Cacat, Hasil Tindakan Perbaikan Maret 2016

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
1	1 Mar	148	5	0,0338	0,0783	-0,0108
2	2 Mar	146	6	0,0411	0,0904	-0,0082
3	3 Mar	147	5	0,034	0,0789	-0,0108
4	4 Mar	155	6	0,0387	0,0852	-0,0078
5	5 Mar	148	6	0,0405	0,0892	-0,0081
6	6 Mar	151	6	0,0397	0,0874	-0,008
7	9 Mar	150	5	0,0333	0,0773	-0,0106
8	10 Mar	146	6	0,0411	0,0904	-0,0082
9	11 Mar	151	6	0,0397	0,0874	-0,008
10	12 Mar	147	5	0,034	0,0789	-0,0108
11	13 Mar	145	5	0,0345	0,0799	-0,011
12	15 Mar	144	5	0,0347	0,0805	-0,011

No.	Tanggal produksi	Jumlah produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi cacat	UCL	LCL
13	16 Mar	150	5	0,0333	0,0773	-0,0106
14	17 Mar	144	5	0,0347	0,0805	-0,011
15	18 Mar	145	5	0,0345	0,0799	-0,011
16	19 Mar	148	5	0,0338	0,0783	-0,0108
17	22 Mar	151	5	0,0331	0,0768	-0,0106
18	23 Mar	149	4	0,0268	0,0666	-0,0129
19	24 Mar	148	5	0,0338	0,0783	-0,0108
20	25 Mar	150	5	0,0333	0,0773	-0,0106
21	26 Mar	148	4	0,027	0,067	-0,013
22	29 Mar	147	4	0,0272	0,0675	-0,013
Total		3.258	113			

Sumber: Pengolahan Data

Dari Tabel 5.6 dilakukan pemetaan menggunakan peta kendali p, untuk mengetahui apakah data berada pada batas kendali yang diterapkan. Peta p *body* mobil APV setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Peta Kendali *p Body* Mobil APV pada Departemen *Welding*

Sumber: Pengolahan Data

Pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa keseluruhan data sudah berada dekat dengan  $\bar{p}$ . Untuk itu tidak perlu dilakukan revisi kembali, dan proses dinyatakan stabil pada tahap ini.

2. Perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan Tingkat *Sigma* Setelah Implementasi

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO dan level *sigma body* mobil APV pada departemen *welding* setelah implementasi:

a. Banyaknya Unit yang Diperiksa (U)

Jumlah produksi *body* mobil APV Maret 2016 yaitu sebanyak 3.258 unit.

h. *Opportunities* (OP)

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 6 karakteristik kualitas (CTQ) yaitu penyok, *gap* NG, benjol, *dansa*, *spatter* dan *spot* tajam.

i. Banyaknya Unit yang Cacat/Defect (D)

Jumlah produk cacat *body* mobil APV pada Maret 2016 yaitu sebanyak 113 unit.

j. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

Untuk menghitung nilai DPMO dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Banyaknya unit yang cacat}}{\text{Banyaknya Unit yang diperiksa} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{113}{3.258 \times 6} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = 5.780,6425 \approx 5.781$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *body* mobil APV di bulan Maret adalah 5.781 unit. Jika dibandingkan dengan bulan Februari, maka ada penurunan sebesar 13.287 unit.

k. Perhitungan Level *Sigma* Setelah Implementasi

Tingkat *sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada Lampiran A. Pada tabel konversi DPMO diketahui bahwa DPMO sebesar 5.781 unit berada pada nilai *sigma* 4,02 – 4,03. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang tepat dilakukan dengan cara interpolasi. Level *sigma* 4,03 dengan nilai DPMO sebesar 5.703 unit dan pada tingkat *sigma* 4,02 nilai DPMO sebesar 5.868 unit.

$$\frac{5.868 - 5.781}{5.781 - 5.703} = \frac{4,02 - x}{x - 4,03}$$

$$\frac{87}{78} = \frac{4,02 - x}{x - 4,03}$$

$$87(x - 4,03) = 78(4,02 - x)$$

$$87x - 350,61 = 313,56 - 78x$$

$$87x + 78x = 313,56 + 350,61$$

$$165x = 664,17$$

$$x = \frac{664,17}{165} = 4,025$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan level *sigma* setelah implementasi sebesar 4,025. Level ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga level *sigma* dapat meningkat.

### 3. Hasil perbandingan setelah implementasi

Setelah proses *welding* berada dalam batas kendali, maka dilakukan pengukuran terhadap kapabilitas proses tersebut setelah perbaikan. Data yang digunakan adalah data yang telah dikumpulkan setelah implementasi perbaikan yaitu pada Maret 2016. Setelah data didapatkan maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses seperti yang telah ditampilkan pada bab sebelumnya. Hasil perhitungan kapabilitas proses (*Cp*), *DPMO* dan *level sigma* didapat maka perbandingan kapabilitas sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

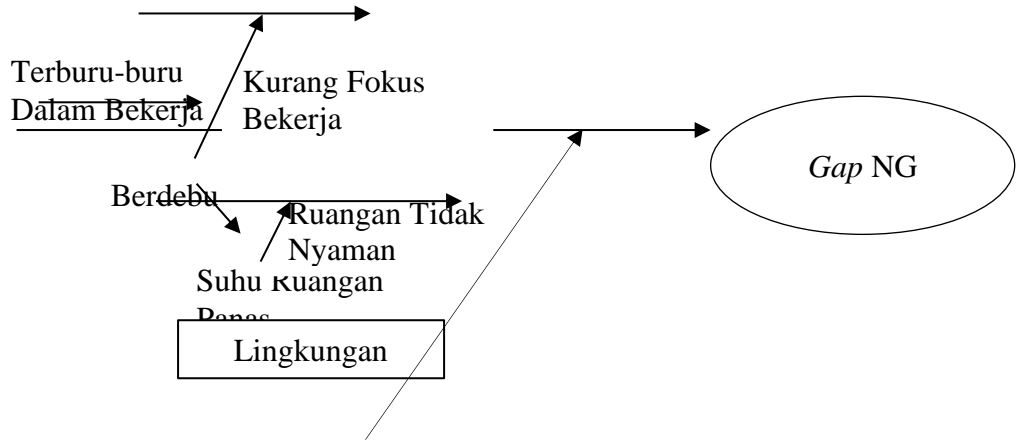
Tabel 5.7 Perbandingan Nilai Sebelum dan Sesudah Implementasi

Keterangan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi	Selisih
<i>Cp</i>	1,115	1,1916	0,0801
<i>DPMO</i>	19.068	5.781	13.287
<i>Level Sigma</i>	3,574	4,025	0,451

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2016)

Berdasarkan Tabel 5.7 dapat diketahui perbandingan kapabilitas proses sebelum dan sesudah implementasi pada departemen *welding* khususnya *body* mobil APV mengalami selisih peningkatan sebesar 0,0801 atau sebesar 7,183%. Kenaikan ini memang relatif kecil namun dapat memberikan perubahan lebih baik pada proses *welding body* mobil APV. Kapabilitas proses setelah implementasi sudah lebih baik dari sebelum implementasi. Tetapi masih diperlukan peningkatan dan pengontrolan lagi agar nilai kapabilitas proses dapat menjadi lebih baik. Hal ini berarti pengurangan pada jumlah cacat dapat terealisasi. Tetapi masih diperlukan peningkatan lagi agar nilai *DPMO* dapat menjadi lebih baik di masa yang akan datang. Penurunan nilai *DPMO* berpengaruh pada peningkatan *level sigma*. Peningkatan *level sigma* sebesar 11,21% mengartikan bahwa kinerja proses *welding* mengalami peningkatan cukup signifikan.

Manusia  
Kurang Rentan



Gambar 5.3 Diagram Sebab Akibat Gap NG  
Sumber: Analisis Data

1. Penyok

Penyok adalah cacat yang mendalam pada bagian mobil

Tabel : Material Tidak Standar

Faktor	What	Why	How	Result
Material	Material Yang Dikirim Terdapat Cacat	operator yang lebih produktif.	Memastikan agar operator tidak melakukan kesalahan yang sama dan lebih cermat dan hati-hati dalam perasian.	Lolos Pengecekan
Manusia	Berdebu	Kurangnya Pencerahan	Memastikan agar tidak terjadi kerusakan yang lebih parah sebelumnya	Kurang Skill
Manusia	Ruangan Tidak Nyaman	Ruangan Tertutup	Peralatan Kerja Aus	Kurang Kompeten
Manusia	Suhu Ruangan Panas	Operator yang mencari	Pemakaian Alat Kerja Tinggi	Amper DC Terlalu Besar
Lingkungan	Peralatan Kerja Aus	Memastikan alat kerja	Meningkatkan pengawasan material dari supplier maupun dari departemen welding.	Receiving
Mesin	Pelat body mobil APV benjol dan penyok dari Dept. Pressing	Menciptakan body mobil APV tidak cacat	Memperlihatkan penampilan atau keindahan body mobil APV ke konsumen.	Bagian Welding

Gambar 5.1 Diagram Sebab Akibat Penyok  
Sumber: Analisis Data

Faktor	Masalah	What	Why	How	Where	
Lingkungan	Ruangan tidak nyaman	Memastikan agar dept. <i>welding</i> menjadi nyaman	Menjaga kebersihan agar tidak berdebu dan suhu ruangan tidak panas	Membersihkan tempat arena kerja (dept. <i>welding</i> ) dan membeli beberapa kipas agar kenyamanan bekerja semakin produktif	Dept. <i>Welding</i>	Ope dan Mar

Sumber: Analisis Data

64

Tabel 5.5 Penggunaan 5W+1H untuk Cacat Gap NG

Faktor	Masalah	What	Why	How	Where	Wh
Manusia	Peletakan nut tidak sesuai tempat.	Mencari operator yang lebih handal.	Agar tidak terjadi kerusakan yang lebih parah dari sebelumnya.	Memberi latihan yang lebih mendalam kepada operator yang baru dan mencari operator yang masih muda dalam melihat pekerjaannya.	Dept. <i>Welding</i> .	Operator yang Ha
Lingkungan	Ruangan tidak nyaman	Memastikan agar dept. <i>welding</i> menjadi nyaman	Agar tidak berdebu dan suhu ruangan tidak panas	Membersihkan tempat arena kerja (dept. <i>welding</i> ) dan membeli beberapa kipas agar kenyamanan bekerja semakin produktif	Dept. <i>Welding</i>	Operator Tim Manajer

Sumber: Analisis Data

65

Tabel 5.1 Analisis FMEA Cacat pada Departemen *Welding*

Jenis	Efek dari Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan Proses	O	Proses Kontrol Saat In
-------	---------------------	---	---------------------------	---	------------------------

Cacat	Proses				
<i>Dansa</i>	Penampilan kerataan permukaan tidak sejajar.	7	Kurang hati-hati dalam meratakan permukaan.	6	Pengontrolan alat bantu
<i>Spot Tajam</i>	Menyebabkan luka sobek pada tangan.	7	Penyisaan pengelasan pada mobil.	5	Pengawasan pekerja terhadap sisa-sisa pengelasan.
Benjol	Keindahan mobil berkurang.	7	Kurang hati-hati dalam penggunaan alat bantu, proses kerja tidak benar dan pemberian <i>seller</i> tidak standar.	6	Pengawasan pada saat pemberian <i>seller</i> dan alat bantu.
<i>Spatter</i>	Keindahan mobil berkurang.	6	Kurang hati-hati saat pengelasan.	6	Pengawasan pada saat pengelasan.
Penyok	Keindahan mobil berkurang.	8	Kurang hati-hati dalam penggunaan alat bantu, proses kerja tidak benar dan pemberian <i>seller</i> tidak standar.	9	Pengawasan pada saat pemberian <i>seller</i> kurang dan alat bantu.
<i>Gap NG</i>	Adanya kerenggangan dan kerapatan mobil.	8	Kurang teliti dalam memasang Nut pada tempatnya	7	Pemeriksaan pada pemasangan Nut.

Sumber: Analisis Data (2016)

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan data dan analisis adalah sebagai berikut:

1. Jenis-jenis cacat pada *body* mobil APV berdasarkan departemen *welding* adalah benjol, penyok, *spot* tajam, *spatter*, *dansa* dan *gap* NG. Jenis cacat yang dianalisis berdasarkan faktor-faktor penyebabnya adalah cacat penyok, benjol dan *gap* NG. karena merupakan cacat dominan, berikut adalah faktor-faktor penyebab cacat yaitu sebagai berikut (a) Faktor penyebab cacat penyok adalah lolosnya pengecekan dari departemen *pressing*, kurang keterampilan dan pengalaman dari operator atau pekerja, tidak mematuhi prosedur SOP dan kurangnya pengawasan terhadap material, (b) Faktor penyebab cacat *gap* NG adalah operator tidak tepat pada peletakan nut yang sesuai tempatnya, tingkat kelelahan operator yang cukup tinggi, posisi komponen tidak sesuai dengan tempatnya dan kurang teliti pada prosedur SOP dan (c) Faktor penyebab cacat benjol sama halnya dengan cacat penyok
2. Perbaikan yang harus dilakukan pada departemen *welding*, adalah (a) Diskusi interna dan membuat perencanaan respon perusahaan pada saat pertemuan (*briefing*), (b) Mengadakan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan operator tentang pengelasan dan (c) Meminta kepada *supplier* untuk mengirimkan material yang sesuai dengan spesifikasi.
3. Hasil perhitungan kinerja proses sebelum dan setelah implementasi usulan perbaikan dari segi nilai Cp dan nilai DPMO serta *Level Sigma* adalah sebagai berikut (a) Nilai Cp sebelum implementasi adalah sebesar 1,115 sedangkan sesudah implementasi adalah sebesar 1,1916. Terjadinya kenaikan nilai Cp setelah implementasi perbaikan. Kenaikan ini memang relatif kecil namun dapat memberikan perubahan lebih baik pada departemen *welding* terhadap *body* mobil APV dan (b) Nilai DPMO sebelum implementasi adalah sebesar 19.068 unit dengan tingkat *sigma* 3,574 sedangkan nilai DPMO sesudah implementasi adalah sebesar 5.781 unit dengan tingkat *sigma* sebesar 4,025. Penurunan nilai DPMO dan peningkatan level *sigma* mengartikan bahwa tujuan untuk mengurangi jumlah cacat dan peningkatan *sigma* dapat terealisasi meskipun kecil.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Implementasi perbaikan sebaiknya dilanjutkan oleh pihak manajemen secara berkesinambungan dan diterapkan pada semua bagian perusahaan, untuk dapat meningkatkan kualitas hingga menuju level enam *sigma* ( $6\sigma$ ).
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan rujukan bagi peneliti selanjutnya dalam program studi Teknik dan Manajemen Industri.
3. Mengevaluasi setiap tiga bulan sekali kepada operator terhadap kompetensi pengelasan.
4. Memeriksa setiap alat-alat pengelasan dan mesin secara berkala setiap sebulan sekali oleh pihak tim *maintenance*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Besterfield, Dale. 2003. *Total Quality Management*. Pearson Education, Inc. New Jersey.
- Brue. 2005. *Six Sigma For Managers: 24 Lessons To Understand and Apply Six Sigma Principles In Any Organization*. New Delhi: Mc Graw-Hill Profesional.
- Deming, W. E. 1982. *Out Of The Crisis-Quality, Productivity and Competitive Position*. Cambridge University Press.
- Evan dan Linday. 2007. *Pengantar Six Sigma (An Introduction to Six Sigma and Process Improvement)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Feigenbaum, V. 1988. *Kendali Mutu Terpadu*, Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HCCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, A. 2007. *Strategi Six Sigma*, Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Juran, M. 1988. *Juran On Planning For Quality*. New York: Free Press.
- Montgomery, D.C. 2001. *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Nasution, M.N. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Edisi 1. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Pande, P.S. 2002. *The Six Sigma Way – Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pyzdek. 2003. *Quality Engineering Handbook*, 2nd Edition. New York: CRS Press.
- Sugian. 2006. *Kamus Manajemen Mutu*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Tjiptono, F. 2001. *Total Quality Management*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.

# LAMPIRAN

# **TABEL KONVERSI DPMO KE NILAI *SIGMA* (Lampiran A)**

Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

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

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

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.216	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

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

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

# TABEL STANDAR PROBABILITAS NORMAL (Lampiran B)

**STANDARD NORMAL DISTRIBUTION: Table Values Represent AREA to the LEFT of the Z score.**

<b>Z</b>	<b>.00</b>	<b>.01</b>	<b>.02</b>	<b>.03</b>	<b>.04</b>	<b>.05</b>	<b>.06</b>	<b>.07</b>	<b>.08</b>	<b>.09</b>
<b>-3.9</b>	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
<b>-3.8</b>	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
<b>-3.7</b>	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
<b>-3.6</b>	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
<b>-3.5</b>	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
<b>-3.4</b>	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
<b>-3.3</b>	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
<b>-3.2</b>	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
<b>-3.1</b>	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
<b>-3.0</b>	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
<b>-2.9</b>	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
<b>-2.8</b>	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
<b>-2.7</b>	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
<b>-2.6</b>	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
<b>-2.5</b>	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
<b>-2.4</b>	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
<b>-2.3</b>	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
<b>-2.2</b>	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
<b>-2.1</b>	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
<b>-2.0</b>	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
<b>-1.9</b>	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
<b>-1.8</b>	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
<b>-1.7</b>	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673

-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08691	.08534	.08379	.08226
-1.2	.11507	.11314	.11123	.10935	.10749	.10565	.10383	.10204	.10027	.09853
-1.1	.13567	.13350	.13136	.12924	.12714	.12507	.12302	.12100	.11900	.11702
-1.0	.15866	.15625	.15386	.15151	.14917	.14686	.14457	.14231	.14007	.13786
-0.9	.18406	.18141	.17879	.17619	.17361	.17106	.16853	.16602	.16354	.16109
-0.8	.21186	.20897	.20611	.20327	.20045	.19766	.19489	.19215	.18943	.18673
-0.7	.24196	.23885	.23576	.23270	.22965	.22663	.22363	.22065	.21770	.21476
-0.6	.27425	.27093	.26763	.26435	.26109	.25785	.25463	.25143	.24825	.24510
-0.5	.30854	.30503	.30153	.29806	.29460	.29116	.28774	.28434	.28096	.27760
-0.4	.34458	.34090	.33724	.33360	.32997	.32636	.32276	.31918	.31561	.31207
-0.3	.38209	.37828	.37448	.37070	.36693	.36317	.35942	.35569	.35197	.34827
-0.2	.42074	.41683	.41294	.40905	.40517	.40129	.39743	.39358	.38974	.38591
-0.1	.46017	.45620	.45224	.44828	.44433	.44038	.43644	.43251	.42858	.42465
-0.0	.50000	.49601	.49202	.48803	.48405	.48006	.47608	.47210	.46812	.46414

**STANDARD NORMAL DISTRIBUTION: Table Values Represent AREA to the LEFT of the Z score.**

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
0.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807

