

**“PERBAIKAN KUALITAS PROSES PERAKITAN *POWER*
SUPPLY DENGAN METODE *DMAIC*
DI PT SOG INDONESIA”**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan
Program Diploma IV Program Studi Teknik dan Manajemen Industri
POLITEKNIK STMI Jakarta**

Disusun Oleh :

NURMA AYU SAFITRI

1112022



**POLITEKNIK STMI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
JAKARTA
2016**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTRIAN PERINDUSTRIAN RI

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“PERBAIKAN KUALITAS PROSES PERAKITAN *POWER SUPPLY* DENGAN
METODE DMAIC DI PT SOG INDONESIA”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : NURMA AYU SAFITRI
NIM : 1112022
PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta**

Jakarta, 17 Oktober 2016
Dosen Pembimbing

Taswir Syahfoeddin, SMI, MSi

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :

“PERBAIKAN KUALITAS PROSES PERAKITAN *POWER SUPPLY* DENGAN METODE DMAIC DI PT SOG INDONESIA”

DISUSUN OLEH :

NAMA : NURMA AYU SAFITRI

NIM : 1112022

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. pada tanggal 18 November 2016.

Jakarta, November 2016

Penguji 1,

Penguji 2,

Muhamad Agus, ST. MT

Juhari Masudi, SMI, MM

NIP: 19700829200212001

NIP: 195404101982031001

Penguji 3,

Penguji 4,

Ir. Moh. Rahmatullah, MBA

NIP: 195504071984031004

Taswir Syahfoeddin, SMI, M.Si

NIP: 195412261989031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

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

Nama : NURMA AYU SAFITRI

NIM : 1112022

Program Studi : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Dengan ini menyatakan bahwa karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul: **PERBAIKAN KUALITAS PROSES PERAKITAN *POWER SUPPLY* DENGAN METODE DMAIC DI PT SOG INDONESIA.**

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, dosen pembimbing dan asistensi serta buku-buku jurnal 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 dicantumkan 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, 17 Oktober 2016
Yang Membuat Pernyataan

(Nurma Ayu Safitri)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis mengambil judul “PERBAIKAN KUALITAS PROSES *JUNCTION BOX (POWER SUPPLY)* DENGAN METODE *DMAIC* DI PT *SECURITY OPERATION GROUP (SOG)* INDONESIA” dan diajukan guna memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Diploma IV pada program studi Teknik dan Manajemen Industri, Politeknik STMI Kementerian Perindustrian R.I.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Penulis banyak memperoleh bimbingan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

- Kedua orang tua yaitu Bapak (Daryono) dan Ibu (Suhati) tercinta yang telah memberikan bantuan lahir maupun batin yang luar biasa kepada Penulis. Terima kasih untuk dukungan yang sangat berjasa sehingga Penulis bisa menyelesaikan kuliah dan Tugas akhir tepat waktu.
- Fajri Dwi Yudhanata selaku adik kandung Penulis yang telah memberikan dukungan yang luar biasa kepada Penulis.
- Bapak Dr. Mustofa S.T, MT, selaku Direktur Politeknik STMI, Kementerian Perindustrian R.I.
- Bapak, Ridzky Kramanandita, S.kom, MT selaku Pembantu Direktur 1 POLTEKNIK STMI, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhammad Agus, S.T, MT selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Industri yang dengan sabar mengemban tugasnya telah memberikan kelancaran proses Tugas Akhir.
- Bapak Taswir Syahfoeddin, S.MI, M.Si, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu dan dukungan kepada Penulis sehingga bermanfaat nantinya di masa yang akan datang.

- Bapak Sanny Jauwhannes selaku Direktur Utama PT SOG Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk melaksanakan PKL, serta penelitian Tugas Akhir.
- Bapak Hery Jumianto selaku Supervisor PT SOG Indonesia sebagai pembimbing lapangan Penulis telah memberikan banyak informasi kepada Penulis selama melaksanakan penelitian di PT SOG Indonesia.
- Beberapa orang yang istimewa, yaitu Anisa Nawang Wulan, N Mauludinar Oetari, Muhammad Ginta Putra Persda, Ronald Alan Lorenza selaku teman teristimewa Penulis yang telah memberikan dukungan, motivasi, inspirasi serta pelajaran hidup yang berguna bagi Penulis untuk tetap semangat kuliah hingga akhirnya menulis Tugas Akhir ini sampai selesai.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum dapat dikatakan sempurna karena keterbatasan pengetahuan Penulis. Untuk itu dengan segala kerendahan hati Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan penyempurnaan laporan ini

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis khususnya dan pembaca umumnya, Amin.

Jakarta, Oktober 2016

Penulis

ABSTRAK

PT *Security Operation Gorup* (SOG) Indonesia adalah perusahaan yang memproduksi *Junction Box (Power Supply)* untuk navigasi komunikasi kapal. Dalam menjalankan kegiatan produksi, masih terdapat produk cacat yang dihasilkan oleh proses-proses produksinya. Produk cacat tersebut dapat merugikan perusahaan, sehingga upaya perbaikan kualitas proses perlu dilakukan. Perbaikan kualitas yang baik adalah dengan menerapkan metode perbaikan berkesinambungan dan salah satunya adalah *DMAIC*. *DMAIC* memiliki siklus yang berulang dan tahapan yang lebih terstruktur, oleh karena itu mampu meningkatkan kualitas proses dan dapat menurunkan jumlah produk cacat yang dihasilkan proses produksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pada tahap *define* dapat ditentukan proses yang menjadi fokus penelitian yaitu cacat salah pasang. Proses ini mempunyai persentase terbesar dibanding proses-proses produksi lainnya. Pada tahap *measure* dapat ditentukan jenis cacat yang terjadi pada proses pemasangan komponen yaitu cacat salah pasang. Dari perhitungan yang dilakukan pada tahap ini, dapat diketahui nilai *sigma* sebelum perbaikan sebesar 2,8032. Pada tahap *analyze*, dilakukan analisis terhadap penyebab-penyebab cacat kesalahan pemasangan komponen menggunakan diagram sebab-akibat. Akar permasalahan yang terjadi disebabkan oleh faktor manusia yaitu operator kurang teliti, faktor material yaitu pasokan komponen dari supplier tidak dicek ulang, dan faktor metode yaitu penempatan komponen yang tidak sesuai dengan kode komponen. Pada tahap *improve*, dilakukan analisis 5W+1H untuk mendapatkan usulan perbaikan berdasarkan akar masalah yang telah diidentifikasi. Bentuk perbaikan pada tahap ini adalah penambahan kode pada tempat komponen. Pada tahap *control* dilakukan perhitungan untuk menilai kinerja proses pemasangan komponen setelah dilakukan perbaikan. Dari tahap tersebut, dapat diketahui bahwa nilai DPMO meningkat dari 91.727 unit menjadi 46.264 unit dan nilai *sigma* meningkat dari 2,8032 menjadi 3,18222 yang berarti nilai *sigma* mengalami peningkatan sebesar 0,35202.

Kata Kunci: *Six Sigma*, *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), Proses Pemasangan Komponen, Analisis Diagram Pareto, Diagram Sebab-Akibat, Analisis 5W+1H.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI 9

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Perumusan Masalah 2

1.3. Tujuan Penelitian 3

1.4. Manfaat Penelitian 3

1.5. Pembatasan Masalah 4

1.6. Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Kualitas... 6

2.1.1. Dimensi Kualitas 7

2.1.2. Pengendalian Kualitas 9

2.1.3. Manfaat Pengendalian Kualitas 10

2.1.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kualitas 10

2.1.5. Produk Rusak 11

2.2. *Six Sigma* 12

2.2.1. Sejarah Perkembangan *Six Sigma* 12.2.2.

Pengertian *Six Sigma* 13

2.2.3. Dasar *Six Sigma* dan Pergeserannya 13

2.2.4. Keuntungan <i>Six Sigma</i>	15
2.2.5. Prinsip Kualitas dan <i>Six Sigma</i>	16
2.2.6. Strategi Penerapan <i>Six Sigma</i>	17
2.3. Metode Perbaikan DMAIC	18
2.3.1. Tahap Define	18
2.3.2. Tahap Measure	23
2.3.3. Analyze	32
<u>2.3.4. Improve</u>	<u>33</u>
2.3.5. Control	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data	36
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	37
3.3. Metode Pengolahan Data	37
3.4. Metode Analisis Data.....	39

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data	42
4.1.1. Sejarah Perusahaan	42
4.1.2. Profil Perusahaan	42
4.1.3. Visi dan Misi Perusahaan.....	43
4.1.4. Struktur Organisasi dan Ketenagakerjaan.....	43
4.1.5. Tugas dan Fungsi Organisasi	46
4.1.6. Produk Yang Dihasilkan	48
4.1.7. Prses Produksi	49
4.1.8. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat	52
4.2. Pengolahan Data	54
4.2.1. Tahap Define.....	54

4.2.2. Tahap Measure.....	58
---------------------------	----

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Tahap Analyze	68
5.1.1. Pembuatan Diagram Fishbone	68
5.2. Tahap Improve	70
5.2.1. Analisis 5W+1H	71
5.3. Tahap Control	72
5.4. Perbandingan DPMO dan Level Sigma	78

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	79
6.2. Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pergeseran Tingkat Sigma dalam Konsep Six Sigma Motorola.....	15
Gambar 2.2. Siklus DMAIC.....	18
Gambar 2.3. Diagram SIPOC.....	20
Gambar 2.6. Contoh Diagram Pareto	23
Gambar 2.7. Peta Kendali p Data Atribut.....	28
Gambar 2.8. Diagram Sebab Akibat	33
Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian.....	40
Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT SOG Indonesia	45
Gambar 4.2. <i>Power Supply</i>	49
Gambar 4.3. <i>Power Supply</i>	49
Gambar 4.4. Diagram Alir Proses Produksi <i>power supply</i> PT SOG Indonesia.....	50
Gambar 4.5. Diagram SIPOC.....	56
Gambar 4.6. Diagram Pareto Jenis Cacat <i>power supply</i>	58
Gambar 4.7. Peta Kendali p Jumlah Cacat <i>power supply</i> Sebelum Perbaikan.....	63
Gambar 4.8. Peta Kendali p Jumlah Cacat <i>power supply</i> Setelah Revisi.....	65
Gambar 5.1. Diagram <i>Fishbone</i> Cacat <i>power supply</i> Kesalahan Pemasangan Komponen.....	69
Gambar 5.2. Peta Kendali p Jumlah Cacat <i>power supply</i> Kesalahan Pemasangan Komponen Setelah Perbaikan.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Hasil 3,8 Sigma dan 6 Sigma	14
Tabel 2.2. Penggunaan Metode 5W+1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan	34
Tabel 4.1. Nama Pemegang Saham dan Nilainya	42
Tabel 4.2. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Produk <i>power supply</i>	52
Tabel 4.3. Data Jenis-Jenis Cacat Pada <i>power supply</i>	53
Tabel 4.4. Jumlah Cacat dan Jenis Cacat <i>power supply</i> Periode Januari – Februari 2016	57
Tabel 4.5. Rekapitulasi Jumlah Produksi dan Cacat Salah Pasang	59
Tabel 4.6. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali p	61
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Peta Kendali p Revisi	63
Tabel 5.1. Analisis 5W+1H Untuk Perbaikan <i>power supply</i> Cacat Kesalahan Pemasangan	71
Tabel 5.2. Jumlah Cacat Salah Pasang Komponen Setelah Perbaikan.....	73
Tabel 5.3. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali p (Setelah Perbaikan)	74
Tabel 5.4. Perbandingan DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Perbaikan	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Konversi DPMO ke Level Sigma

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Persaingan di era globalisasi pada saat ini semakin ketat. Kualitas suatu produk merupakan salah satu hal yang sangat menentukan kesuksesan perusahaan di bidang industri manufaktur. Dengan menghasilkan produk-produk yang berkualitas tentunya akan meningkatkan pendapatan perusahaan dan kepercayaan terhadap pelanggan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan meningkatkan pengendalian kualitas produk yang harus dijalankan secara terus menerus. Dengan demikian, akan terjadi pengurangan tingkat cacat produk yang dapat merugikan perusahaan.

Menurut Gaspersz (1998) pengendalian kualitas adalah aktivitas untuk mengukur ciri-ciri kualitas dari produk yang ada, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Sehingga perusahaan dituntut untuk dapat menghasilkan kualitas produk yang konsisten agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

PT *Security Operation Group* (SOG) Indonesia adalah perusahaan multinasional yang bergerak dalam bidang pemantauan aset dan sistem pemasangan navigasi komunikasi *tracking* kapal yang memproduksi *Junction Box* (*power supply* atau catu daya) untuk navigasi komunikasi kapal. PT. SOG Indonesia tentu memiliki beberapa masalah yang terjadi di bagian produksi antara lain: pemilihan komponen, pemasangan komponen pada *Print Circuit Board*, pemeriksaan komponen pada PCB, perakitan PCB pada *Junction Box*, dan Quality Control Output akhir pada *Junction Box*.

Permasalahan yang paling mempengaruhi ditemukan terletak pada bagian produksi yaitu pemasangan komponen pada *Print Circuit Board* atau biasa disingkat PCB adalah sebuah papan yang digunakan untuk mendukung semua komponen-komponen elektronika yang berada di atasnya, papan PCB juga memiliki jalur-jalur yang berfungsi untuk menghubungkan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Komponen elektronika adalah sebuah alat berupa benda yang menjadi bagian pendukung suatu rangkaian elektronik yang memiliki nilai dan fungsi yang dapat bekerja sesuai dengan kegunaannya. Proses pemasangan komponen pada papan PCB yang mengalami kesalahan atau

komponen sudah mengalami kerusakan sebelum di pasang pada PCB ini sangat penting, karena ini adalah proses awal dari pembuatan *power supply*, jika pada proses ini mengalami masalah maka alat catu daya tidak bisa di gunakan atau menjadi reject.

Dari permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengukuran / pengecekan pada saat kegiatan proses pemasangan komponen berlangsung untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya *Not Good* dari produk yang dihasilkan. Pemecahan masalah ini dapat diselesaikan dengan mengklasifikasi, mendefinisi, dan menganalisis sehingga metode yang tepat digunakan adalah metode *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC).

Metode DMAIC dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah yang dialami perusahaan, dengan metode DMAIC ini permasalahan dapat di identifikasikan dan dilakukan pengukuran untuk memperbaiki penyebab terjadinya NG produk *Junction Box*. Langkah-langkah filosofi *six sigma* tersebut melalui tahap *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC) sehingga penyebab cacat dapat segera ditangani dan diharapkan dapat meminimalisir bahkan menghilangkan cacat yang ada.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka dapat didefinisikan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis cacat pada produk *Junction Box*?
2. Apa penyebab cacat yang terjadi pada produk *Junction Box*?
3. Bagaimana menentukan indikator perbaikan DPMO dan level sigma pada produk *Junction Box*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian kerja lapangan ini sesuai dengan perumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis cacat pada produk *Junction Box*.
2. Mengetahui penyebab cacat yang terjadi pada produk *Junction Box*.
3. Menghasilkan indikator perbaikan DPMO dan level sigma pada produk *Junction Box*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian kerja lapangan ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Memberikan masukan kepada PT SOG Indonesia yaitu perbaikan produk *Junction Box* sehingga mengurangi produk cacat.
 - b. Sebagai bahan pertimbangan perusahaan untuk meningkatkan jumlah produksi dengan spesifikasi standar.
2. Bagi Institusi Pendidikan
 - a. Menambah pengetahuan di bidang Teknik Industri mengenai perbaikan jumlah produk cacat sehingga proses pembelajaran dan pendidikan yang dilaksanakan dapat disesuaikan dengan kemajuan dunia industri saat ini.
 - b. Hasil analisis ini dapat digunakan sebagai perbendaharaan perpustakaan agar dapat berguna bagi mahasiswa dan menambah ilmu pengetahuan.
3. Bagi Mahasiswa
 - a. Memahami tentang perbaikan produk cacat di PT SOG Indonesia.
 - b. Menerapkan ilmu yang didapat pada saat di bangku kuliah baik secara teori maupun praktek pada dunia industri yang sebenarnya yaitu konsep menganalisa produk cacat dengan metode DMAIC.

1.5. Pembatasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas maka perlu pembatasan masalah dalam penelitian kerja lapangan ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan di PT SOG Indonesia.
2. Tidak ada penambahan/perubahan pada fasilitas produksi.
3. Pengambilan data dilakukan pada bulan Maret – April 2016.

4. Dalam penelitian ini tidak membahas biaya secara mendetail.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan informasi yang jelas agar mudah dipahami. Sistematika penulisan pada Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan tentang teori-teori yang mendukung dan berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, yaitu mengenai pengertian kualitas, dimensi kualitas, *six sigma*, dan metode DMAIC.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer perusahaan. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, diperoleh melalui hasil wawancara dengan perusahaan. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Define* dan *Measure*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

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

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan, dan merupakan jawaban dari tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga berisi saran yang mungkin dapat memberikan perbaikan dan peningkatan sistem terhadap perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas

Pengertian mutu atau kualitas suatu barang pada umumnya diukur dengan tingkat kepuasan konsumen atau pelanggan. Seberapa besar kepuasan yang diperoleh pelanggan tergantung dari tingkat kecocokan penggunaan masing-masing pelanggan. Sebagai contohnya seorang pengusaha membeli produk yang digunakan sebagai bahan baku akan mengatakan barang tersebut mempunyai kualitas baik jika barang tersebut dirasa cocok penggunaannya dan mempunyai kemampuan memproses hingga menghasilkan barang jadi dengan biaya yang rendah, atau seorang yang membeli barang jadi dengan harapan memperoleh barang yang berkualitas dalam arti tidak terdapat cacat sehingga orang tersebut tidak rugi mengeluarkan uang untuk membeli barang tersebut. Dengan demikian, pengertian kualitas mencakup kegiatan yang berkaitan dengan tercapainya kepuasan pemakai barang tersebut (Nasution, 2001).

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi (Ariani, 2004). Bahkan yang terbaik adalah apabila perhatian pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan pada proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*work in process*), sehingga apabila diketahui ada cacat atau kesalahan, masih dapat diperbaiki. Dengan demikian produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas dari cacat dan tidak adalagi pemborosan yang harus dibayar mahal karena produk tersebut harus dibuang atau dilakukan pengerjaan ulang (Gaspersz, 2003).

Konsep kualitas itu sendiri sering dianggap sebagai ukuran relatif kebaikan suatu produk atau jasa yang terdiri atas kualitas desain atau rancangan dan kualitas kesesuaian atau kecocokan. Kualitas rancangan merupakan fungsi spesifikasi produk, sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang diisyaratkan oleh rancangan itu. Ada beberapa definisi pengertian kualitas dikutip oleh Ariani (2004), pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang banyak kenal antara lain:

1. Juran (1962) mendefinisikan “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”

2. Crosby (1979) mendefinisikan “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.”
3. Deming (1982) mendefinisikan “kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang.”

2.1.1. Dimensi Kualitas

Menurut David A Garvin (1987), dimensi kualitas digunakan untuk mengukur kualitas suatu produk berdasarkan atribut-atribut tertentu yang dimiliki suatu produk. Menurut Gaspersz (1998) menguraikan dimensi kualitas menjadi 8 dimensi, yaitu:

1. *Performance* (Performansi)

Berkaitan dengan aspek fungsional dari produk itu dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk

2. *Feature* (Ciri)

Merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya. Seringkali terdapat kesulitan untuk memisahkan karakteristik performansi dan *features*. *Feature* dari produk mobil seperti atap yang dapat dibuka.

3. *Reliability* (Kehandalan)

Berkaitan dengan kemungkinan suatu produk melaksanakan fungsinya secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu. Dengan demikian keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan produk itu.

4. *Conformance* (Kesesuaian)

Berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah diterapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. Konformansi merefleksikan derajat dimana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformansi sebagai kebutuhan.

5. *Durability* (Ketahanan)

Ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu. Tingkat keawetan produk atau berapa lama suatu produk dapat digunakan sehingga dapat dilihat ketahanan produk tersebut mampu bertahan.

6. *Serviceability* (Pelayanan)

Merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, keramahan, kompetensi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan. Sebagai misal, saat ini kita menjumpai bahwa banyak perusahaan otomotif yang memberikan pelayanan perawatan atau perbaikan mobil sepanjang hari (24 jam), atau permintaan pelayanan melalui telpon dan perbaikan mobil dilakukan dirumah.

7. *Aesthetic* (Keindahan atau daya tarik)

Merupakan karakteristik yang bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual. Dengan demikian estetika dari suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi dan mencakup karakteristik tertentu seperti: keelokan, kemulusan, suara yang merdu, selera.

8. *Perception* (Reputasi)

Bersifat subyektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk itu seperti: meningkatkan harga diri. Merupakan karakteristik yang berkaitan dengan reputasi (*brand name, image*).

Dari penjelasan seluruh aspek kualitas diatas dapat disimpulkan bahwa setiap perusahaan berusaha untuk bersaing secara sehat dalam menciptakan produk-produk berkualitas yang dapat memenuhi harapan dan keinginan konsumen. Dimana masing-masing perusahaan memiliki strategi pemasaran yang bervariasi untuk meningkatkan kualitas produknya agar terciptanya kepuasan pelanggan atau konsumen terhadap produk tersebut.

Bila semua aspek kualitas tersebut dapat dilaksanakan dengan baik, maka diharapkan upaya peningkatan kepuasan pelanggan dapat tercapai melalui produk-produk yang berkualitas. Untuk itu diperlukan suatu pemikiran untuk dapat meningkatkan kualitas produknya yang sesuai dengan keinginan dan harapan konsumen. Hal ini dapat dilakukan apabila perusahaan dengan tepat melihat peluang usaha yang diharapkan oleh konsumen dengan melihat aspek kualitas produk agar produk yang dijual dapat diterima oleh konsumen. Dengan demikian hal tersebut harus menjadi pedoman dalam memasarkan produknya dengan suatu keunggulan dalam kualitas produknya.

2.1.2. Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan hal yang sangat penting bagi setiap perusahaan demi memenuhi kebutuhan pelanggan. Kualitas yang baik akan membuat pelanggan puas dan loyal untuk membeli produk pada perusahaan tersebut. Oleh karena itu setiap perusahaan dituntut untuk

dapat mengendalikan kualitasnya. Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, diantaranya yaitu:

1. Wignjosuebrotto (2003)

Mendefinisikan pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkatan/derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus-menerus, serta tindakan korektif bilamana diperlukan.

2. Gaspersz (2002)

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas-aktivitas teknik dan manajemen, dimana kita mengukur karakteristik dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan, serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performansi aktual dengan standar.

2.1.3. Manfaat Pengendalian Kualitas

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

1. Suatu struktur sistem pengendalian kualitas yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada, dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
3. Dapat memperbaiki produktivitas dan dapat mengurangi *scrap* dan pengerjaan ulang (*rework*).
4. Adanya pengurangan produk cacat dan meningkatnya produktivitas mengakibatkan menurunnya biaya produksi. Peningkatan produktivitas menyebabkan menurunnya *lead time* sehingga terjadi perbaikan waktu.

2.1.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas

Kualitas ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain fungsi, wujud luar, biaya produk dan proses pembuatan produk tersebut, (Ariani, 2004)

1. Fungsi Suatu Produk

Produk dikatakan berkualitas bila produk tersebut dapat memenuhi fungsi untuk apa barang tersebut dimaksudkan. Kualitas yang hendak dicapai sesuai dengan fungsi untuk apa produk tersebut digunakan atau dibutuhkan tercermin pada spesifikasi dari produk tersebut seperti kecepatan, tahan lamanya, kegunaannya, berat, mudah atau tidaknya perawatan dan kepercayaannya.

2. Wujud Luar

Salah satu faktor yang penting dan sering digunakan oleh konsumen dalam melihat suatu produk berkualitas atau tidak adalah wujud luar produk tersebut. Faktor luar yang dimaksud adalah bentuk, warna, dan desain konsumen.

3. Biaya Produk

Produk yang berkualitas bagus identik dengan harga produk yang mahal, hal ini dikarenakan adanya anggapan bahwa untuk mendapatkan kualitas yang baik dibutuhkan biaya yang lebih mahal. Namun tidak selamanya biaya suatu produk dapat menentukan kualitas produk tersebut karena adanya inefisiensi dalam menghasilkan produk tersebut dan tingginya tingkat keuntungan yang diambil produk tersebut.

4. Proses Pembuatan

Untuk mendapatkan kualitas produk yang baik, maka harus diperhatikan proses pembuatan dari barang tersebut, menyangkut waktu pengerjaannya harus lebih lama, peralatan dan perlengkapan yang lebih sempurna dan pekerja-pekerja yang lebih ahli.

2.1.5 Produk Rusak

Produk rusak merupakan produk yang mempunyai wujud produk selesai, tetapi dalam kondisi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh perusahaan. Produk rusak ini kemungkinan ada yang dapat dijual, namun ada juga yang tidak dapat dijual, tergantung dari kondisi barang tersebut, apakah kerusakannya masih dalam batas normal atau tidak normal.

Pengertian Produk Rusak

Produk rusak yang terjadi selama proses produksi mengacu pada produk yang tidak dapat diterima oleh konsumen dan tidak dapat dikerjakan ulang. Berikut ini terdapat pengertian produk rusak menurut para ahli:

1. Menurut Hansen dan Mowen (2001):

“Produk harus sesuai dengan spesifikasinya dalam memenuhi kebutuhannya, untuk berfungsi sebagaimana mestinya produk dibuat. Produk itu dinyatakan rusak apabila produk tersebut tidak memenuhi spesifikasinya”.

2. Menurut Bastian Bustami, Nurlela (2007):

“Produk rusak adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi secara ekonomis produk tersebut dapat diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu, tetapi biaya yang dikeluarkan cenderung lebih besar dari nilai jual setelah produk tersebut diperbaiki. Produk rusak ini pada umumnya diketahui setelah proses produk selesai”.

3. Menurut Assauri (1999):

Produk rusak adalah penciptaan hasil yang tidak memiliki nilai ekonomis sehingga tidak mempunyai nilai jual di pasar. Jika standar kerusakan nol dapat tercapai. Perusahaan harus menanggung biaya pencegahan dan biaya penilaian.

4. Menurut Horngren (1999) yang diterjemahkan oleh Endah Susilaningtyas, dilihat dari jenisnya produk rusak dibagi menjadi dua macam, yaitu: produk rusak yang bersifat normal dan produk rusak yang bersifat abnormal. Kemudian dijelaskan sebagai berikut: “Kerusakan normal adalah kerusakan yang timbul dengan kondisi operasi yang efisien yang merupakan hasil inheren (keluaran) dari proses tertentu. Kerusakan abnormal adalah kerusakan yang tidak dapat diharapkan timbul dengan kondisi operasi yang efisien, yang bukan bagian dari proses produksi yang terpilih”.

2.2 Six Sigma

Hal-hal yang berkaitan dengan *six sigma* antara lain sejarah perkembangan *six sigma*, pengertian *six sigma*, dasar *six sigma* dan pergeserannya, dan keuntungan *six sigma*.

2.2.1. Sejarah Perkembangan Six Sigma

Six sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *six sigma* Motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan

peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas, seperti MBNQA (*Malcolm Baldrige National Quality Award*), ISO 9000, dan lain-lain, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi ampuh bagaimana terobosan-terobosan seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*Defect Per Millon Opportunities* – kegagalan per sejuta kesempatan) (Gasperz, 2002).

Setelah Motorola memenangkan penghargaan MBNQA pada tahun 1988, maka rahasia kesuksesan mereka menjadi pengetahuan publik, dan sejak saat itu program *six sigma* yang diterapkan Motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Dalam suatu seminar sehari tentang “Aplikasi *six sigma* untuk Pengukuran Kinerja Manajemen” di PT Astra International, Tbk. Pada tanggal 14 Desember 2000, diketahui bahwa manajemen Astra sangat antusias dan berkeinginan untuk menerapkan prinsip-prinsip *six sigma* (Gasperz, 2002).

2.2.2. Pengertian Six Sigma

Berikut ini adalah beberapa pengertian *six sigma*, yaitu:

1. *Six sigma* adalah suatu metodologi bisnis yang bertujuan meningkatkan nilai-nilai kapabilitas dari aktivitas proses bisnis (Hidayat, 2007).
2. *Six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang atau jasa), upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect*-kegagalan nol) (Gasperz, 2002).

Six sigma dapat didefinisikan dalam berbagai cara. *Six sigma* adalah mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 DPMO (*Defects per Million Opportunities*) sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Sekalipun demikian, yang paling

tepat, *six sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses, dan kepemimpinan bisnis (Pande, 2002).

2.2.3. Dasar Six Sigma dan Pergeserannya

Menurut Gaspersz, (2002), ada enam aspek yang perlu di perhatikan dalam penerapan konsep *six sigma* di bidang manufaktur, yaitu:

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklarifikasikan karakteristik kualitas yang akan dianggap sebagai CTQ (*Critical to Quality*).
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat di kendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses, dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang di inginkan pelanggan (menentukan nilai *Upper Specification Limit* dan *Lower Specification Limit* dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *six sigma* yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_p minimum sama dengan dua ($C_p \geq 2$) atau 3,4 DPMO.

Sigma adalah cara untuk menentukan atau bahkan memprediksikan kesalahan atau cacat dalam proses, baik untuk proses manufaktur atau pengiriman sebuah pelayanan. Jika perusahaan sudah mencapai level 6 *Sigma* berarti dalam proses mempunyai peluang untuk *defect* atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari satu juta kemungkinan (*opportunity*). Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan membandingkan nilai *sigma*, didapatkan perbandingan sebagai berikut (Ariani, 2004):

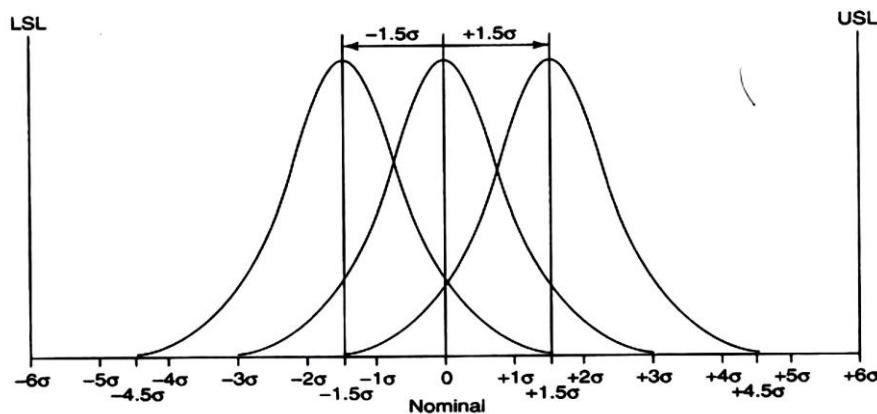
Tabel 2.1 Perbandingan Hasil 3,8 *Sigma* dan 6 *Sigma*

Pencapaian Tujuan-Apa yang telah anda dapatkan		
Sampel	3,8 <i>Sigma</i>	6 <i>Sigma</i>
Untuk setiap 300.000 surat yang diantar	3.000 salah kirim	1 salah kirim

Melakukan 500.000 kali <i>restart</i> komputer	4.100 berbenturan	< 2 berbenturan
Untuk 500 tahun dari tutup buku akhir tahun	60 bulan tidak Seimbang	0.018 bulan tidak Seimbang
Untuk setiap minggu penyiaran TV (<i>per channel</i>)	1,68 jam gagal Mengudara	1,8 detik gagal Mengudara

(Sumber : Ariani, 2004)

Proses *six sigma* Motorola berdasarkan pada distribusi normal yang mengizinkan pergeseran 1,5 *Sigma* dari nilai target. Konsep *six sigma* menurut Motorola ini berbeda dengan konsep distribusi normal yang tidak memberikan kelonggaran akan pergeseran. Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atau proses sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebagus-bagusnya suatu proses industri (khususnya *mass production*) tidak akan 100% berada pada suatu titik nilai target tapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut, adapun pergeseran tingkat *sigma* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pergeseran Tingkat *Sigma* Dalam Konsep *Six Sigma* Motorola
(Sumber : Ariani, 2004)

2.2.4. Keuntungan *Six Sigma*

Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diraih dari penerapan metode *six sigma* adalah (Pande, Robert dan Roland 2002):

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas

3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan *defect* (cacat)
5. Pengembangan produk dan jasa
6. Meningkatnya pencegahan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas

2.2.5. Prinsip Kualitas dan Six Sigma

Prinsip-prinsip ini merupakan landasan filosofi *six sigma* yang dikutip Evans dan Lindsay (2007), walaupun terdengar sederhana, amat berbeda dengan praktik manajemen tradisi lama. Peningkatan kualitas biasanya merupakan hasil dari gebrakan teknologi dan bukannya berasal dari upaya perbaikan berkelanjutan. Dengan fokus yang sungguh-sungguh pada kualitas, maka sebuah organisasi akan secara aktif berusaha untuk terus-menerus memahami kebutuhan serta tuntutan pelanggan, berusaha untuk membangun kualitas dan mengintegrasikannya ke dalam proses-proses kerja dengan cara menimba ilmu serta pengalaman dari para karyawannya, dan terus memperbaiki semua sisi organisasi. *six sigma* sebagai manajemen kualitas modern didasari oleh tiga prinsip dasar, dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini merupakan kunci dari *six sigma* :

1. Fokus pada pelanggan

Pelanggan adalah penilai utama kualitas. Persepsi mengenai nilai dan kepuasan pelanggan dipengaruhi oleh banyak faktor yang terjadi selama pembelian, kepemilikan, dan jasa pelayanan pelanggan tersebut. Untuk memenuhi tuntutan ini perusahaan harus lebih mematuhi spesifikasi produk, mengurangi kecacatan dan kesalahan, atau melayani keluhan pelanggan. Upaya yang dilakukan juga harus termasuk mendesain produk baru yang membuat pelanggan puas serta respon yang cepat terhadap permintaan pasar dan pelanggan.

2. Partisipasi dan kerjasama semua individu di dalam perusahaan.

Para karyawan diizinkan untuk berpartisipasi, baik secara individu maupun dalam tim dalam keputusan yang mempengaruhi pekerjaan dan pelanggan mereka akan memberi kontribusi terhadap kinerja bisnis dan kualitas. *Six sigma* bergantung pada partisipasi dan kerjasama karyawan pada setiap tingkatan dari garis depan hingga manajemen tingkat atas

untuk memahami masalah-masalah bisnis, menemukan sumber permasalahan tersebut, menghasilkan solusi untuk perbaikan, dan mengimplementasikan.

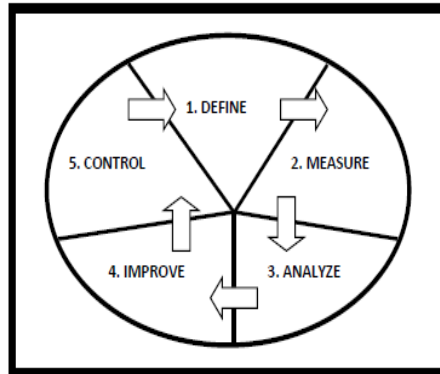
3. Fokus pada proses yang didukung oleh perbaikan dan pembelajaran secara terus-menerus. Proses adalah serangkaian aktifitas yang ditunjukkan untuk mencapai beberapa hasil. Proses merupakan hal yang paling mendasar dalam *six sigma*, karena proses adalah cara bagaimana sebuah pekerjaan menghasilkan nilai bagi pelanggan. Jika dalam konteks produksi, proses adalah sekumpulan aktifitas dan operasi yang terlibat dalam perubahan *input* (fasilitas fisik, material, modal, peralatan, manusia, dan energi) menjadi *output* (produk/jasa). Perbaikan proses merupakan aktifitas yang paling utama dalam *six sigma*. Perbaikan baik dalam arti perubahan secara perlahan-lahan, dalam bentuk kecil dan bertahap, serta yang bersifat terobosan, maupun perbaikan yang besar dan cepat.

2.2.6. Strategi Penerapan Six Sigma

Strategi penerapan six sigma yang diciptakan oleh DR. Mikel Harry dan Richard Schroeder disebut sebagai The Six Sigma Breakthrough Strategy. Strategi ini merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya. Ada banyak strategi yang diterapkan pada proses selama bertahun-tahun sejak 0 gerakan kualitas dimulai. Sebagian besar dari model tersebut didasarkan pada langkah-langkah yang diperkenalkan oleh W. Edwards Deming, yaitu *Plan – Do – Check – Action*, atau PDCA menggambarkan logika dasar dari perbaikan proses berbasis data. Namun selain itu terdapat juga beberapa model struktur dalam peningkatan kualitas *six sigma*. Salah satu yang paling banyak dipakai adalah model DMAIC (*Define – Measure – Analyze – Improve – Control*). Ada banyak variasi yang dapat digunakan sesuai keinginan perusahaan sendiri yang dianggap cocok seperti IDOV (*Identify – Design – Optimize – Validate*). Sedangkan pada GE, diterapkan model M-A-I-C. Selain dengan menggunakan langkah-langkah DMAIC, *six sigma* juga menggunakan metodologi DMADV (*Define – Measure – Analyze – Design – Verify*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses yang sudah ada sebelumnya, sedangkan DMADV digunakan untuk menghasilkan desain produk atau proses baru untuk kinerja proses yang dapat diprediksikan dan bebas defect (Hidayat, 2007).

2.3. Model Perbaikan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*)

Ada beberapa model struktur dalam peningkatan kualitas *six sigma*, salah satunya yang paling banyak digunakan adalah metode DMAIC. DMAIC merupakan proses untuk meningkatkan terus-menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis menurut ilmu pengetahuan dan fakta. Tahapan DMAIC merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *six sigma*. Siklus DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Siklus DMAIC
(Sumber: Pande, Robert dan Roland 2002)

2.3.1. Tahap *Define*

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini tahap yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek *six sigma*, pemilihan jenis komponen, proses kunci dalam proyek *six sigma* atau yang dikenal dengan diagram SIPOC, serta pernyataan tujuan proyek *six sigma*.

1. Pemilihan Proyek *Six Sigma*

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

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

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

2. CTQ (*Critical To Quality*).

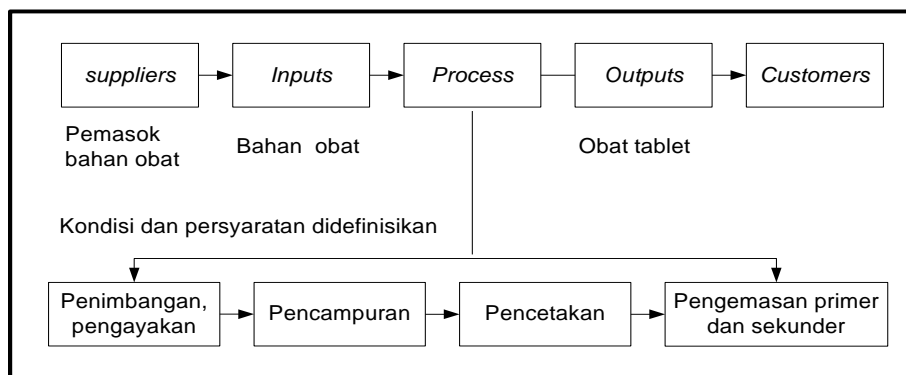
Karakteristik kualitas (*Critical To Quality* = CTQ) sebaiknya ditetapkan berdasarkan dengan spesifikasi pelanggan. Pemahaman akan CTQ pelanggan akan membantu kita untuk menyeleksi proyek-proyek *six sigma* yang terpenting. Identifikasi CTQ membutuhkan pemahaman akan keinginan pelanggan karena bagaimana pun pelangganlah yang berperan penting terhadap pencitraan kualitas perusahaan. Sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kunci (CTQ), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *six sigma* biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka, diantaranya:

- a. Biaya yang dikeluarkan untuk pengukuran seharusnya tidak lebih besar dari pada manfaat yang diterimanya.
- b. Pengukuran harus dimulai pada permulaan *six sigma*, berbagai masalah yang berkaitan dengan kualitas beserta kesempatan-kesempatan untuk meningkatkannya harus dirumuskan secara jelas.
- c. Pengukuran harus sederhana serta memunculkan data yang mudah untuk digunakan, mudah dipahami dan mudah untuk melaporkannya.
- d. Pengukuran harus dilakukan pada sistem secara keseluruhan yang menjadi ruang lingkup proyek *six sigma*.
- e. Karakteristik kualitas yang dalam proyek *six sigma* disebut sebagai CTQ yang diukur setelah dipahami secara jelas terutama mengenai keterkaitan CTQ itu dengan sasaran proyek *six sigma*.

- f. Pengukuran harus diterima dan dipercaya sebagai sah (valid) oleh mereka yang menggunakannya. Hal ini berarti data yang dihasilkan harus akurat.
 - g. Pengukuran harus melibatkan semua individu yang berada dalam proses yang terlibat dalam program *six sigma*.
 - h. Umpan balik harus diberikan pada waktu yang tepat kepada operator dan manajer, agar kinerja dapat disesuaikan untuk menuju sasaran proyek *six sigma*.
 - i. Pengukuran harus mengandung hal-hal yang bermakna serta terperinci agar dapat digunakan dan dipahami oleh mereka yang terlibat dan berkepentingan dengan proyek *six sigma*.
 - j. Pengukuran harus berfokus pada tindakan korektif dan peningkatan bukan sekedar pada pemantauan dan pengendalian.
3. Diagram Alir Proses.
- Diagram aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Tujuan pokok dalam pembuatan *flow diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses produksi.
4. Diagram SIPOC (*Suppliers, Input, Proses, Output, dan Customers*).
- Setiap proyek *six sigma* yang dipilih, harus didefinisikan proses-proses kunci, proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan disini dapat menjadi pelanggan internal, ataupun eksternal. Peta SIPOC 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. SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam system kualitas (Gaspersz,2002), yaitu:
- a. *Suppliers*, merupakan orang/kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*).
 - b. *Inputs*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.

- c. *Processes*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.
- d. *Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.
- e. *Customers*, adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*.

Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan obat adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3

Diagram SIPOC
(Sumber: Gaspersz, 2002)

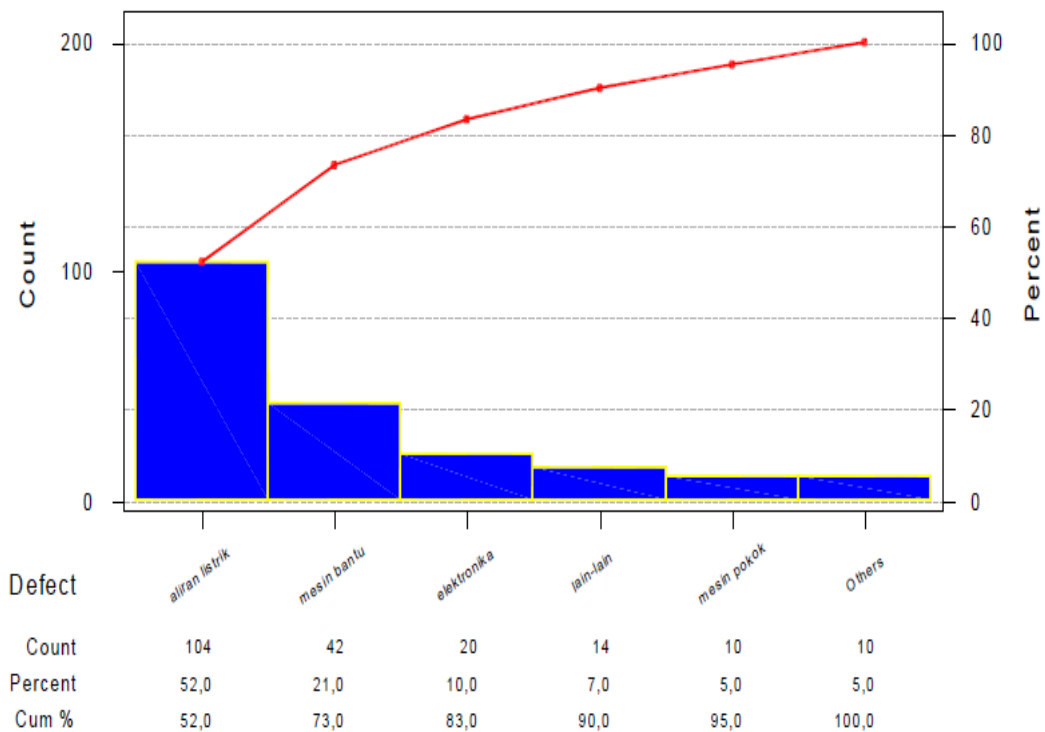
5. Diagram Pareto.

Joseph Juran pernah menyebutkan bahwa sebagian besar permasalahan kualitas hanya berasal dari beberapa penyebab. Ia menyebut teknik ini Analisis Pareto yang berasal dari nama Vilfredo Pareto (1848-1923), seorang ekonom Italia. Sebagai contoh, dalam sebuah analisis mengenai 200 jenis kegagalan mesin mobil di lapangan, hanya lima yang menjadi penyebab sepertiga semua kegagalan, sementara 25 menjadi penyebab dari dua pertiga kegagalan. Analisis Pareto membantu untuk memisahkan “beberapa faktor yang penting” dengan “banyak yang tidak penting” dan memberikan arahan untuk pemilihan proyek perbaikan. Distribusi Pareto adalah salah satu jenis distribusi dimana sifat-sifat yang diobservasi diurutkan dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Pareto Diagram adalah histogram data yang mengurutkan data dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang

paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan. Analisis pareto sering kali digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan di lembar pemeriksaan. Diagram Pareto membantu analis untuk secara progresif berfokus pada masalah yang lebih spesifik. Pada tiap tingkatan, diagram pareto membagi data ke dalam beberapa tingkat yang lebih detail. Sehingga akhirnya kita dapat mengisolasi masalah-masalah yang paling signifikan. Diagram Pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. Dalam (Ariani, 2004) Diagram Pareto digunakan untuk mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah didiagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentingannya, dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari diagram ini adalah aturan '80-20' yang menyatakan bahwa '*80% of the trouble comes from 20% of the problem*' (bahwa sekitar 80% dari masalah disebabkan oleh 20% dari penyebab). Pada dasarnya diagram pareto dipergunakan sebagai alat interpretasi untuk menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah yang ada serta memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan penting melalui membuat ranking terhadap masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan. Tahapan-tahapan dalam melakukan analisis Pareto hingga pembuatan diagram Pareto yaitu sebagai berikut (Pyzdek, 2002):

- a. Tentukan klasifikasi (kategori Pareto) untuk grafik. Kategori ini misalnya berdasarkan jenis kesalahan, biaya, jenis cacat atau jenis produk.
- b. Tetapkan interval atau lamanya waktu untuk analisis yang akan dicantumkan dalam grafik.
- c. Tentukan jumlah kejadian untuk setiap kategori. Tentukan juga total keseluruhan. Jika ada beberapa kategori yang menyebabkan hanya sebagian kecil dari total, kategori ini dapat dikelompokkan ke dalam kategori "lain-lain".
- d. Hitung persentase untuk setiap kategori dengan membagi kategori total dengan total keseluruhan, kemudian kalikan dengan 100%.

- e. Urutkan peringkat kejadian mulai dari kejadian dengan persentase terbesar hingga terkecil.
- f. Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori dengan kategori-kategori sebelumnya.
- g. Buat bagan dengan menggambarkan sumbu horizontal dan vertikal (kiri dan kanan) pada kertas grafik.
- h. Batasi sumbu vertikal dalam satuan yang tepat dan beri label satuan yang sesuai pada sumbu tersebut. Sumbu vertikal kiri berskala 0 sampai sedikitnya total keseluruhan. Sementara sumbu vertikal kanan dibuat dengan skala 0 sampai 100 (dalam %), dimana 100% pada sisi kanan sama dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
- i. Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori, dimulai dari kategori dengan peringkat terbesar, kemudian terbesar kedua dan seterusnya.
- j. Gambarkan balok/batang yang tingginya mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi balok ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- k. Gambarkan satu garis yang menunjukkan persentase kumulatif dari kategori. Garis ini ditentukan oleh sumbu vertikal kanan.



Gambar 2.6 Contoh Diagram Pareto

(Sumber: Nasution, 2001)

2.3.2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas karena dapat mengetahui kinerja perusahaan melalui perhitungan data yang dijadikan dasar untuk melakukan analisis dan perbaikan. Dalam DMAIC terdapat dua konsep pengukuran yaitu pengukuran kinerja produk dan konsep pengukuran kinerja proses. Pengukuran kinerja proses dapat dilakukan dengan:

1. Membuat peta kendali
2. Menghitung kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses yang terjadi mampu (*capable*) atau tidak. Analisis kapabilitas proses akan membandingkan kinerja suatu proses dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pengukuran kinerja produk dapat dilakukan dengan cara menghitung DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), yaitu mengidentifikasi berapa banyak produk *defect* yang muncul jika ada satu juta peluang, dan menghitung nilai *sigma*.

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

1. Peta Kendali

Diagram kontrol merupakan salah satu metode pengawasan kualitas, dikembangkan oleh Shewhart, yang dapat mengukur kinerja kualitas. Diagram kontrol dipergunakan untuk mengukur rata-rata, variabel dan atribut. Menurut Nasution (2005), variabel berhubungan dengan rata-rata dan besarnya deviasi serta untuk mengetahui sumbu terjadinya variasi proses. Pada dasarnya peta kontrol/ kendali dipergunakan untuk:

- 1) Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal. Dengan demikian peta kontrol/kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistikal, dimana semua nilai rata-rata atau *range* dari subgrup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.

- 2) Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- 3) Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Grafik peta kendali biasanya menggambarkan kinerja proses dari satu kejadian satu ke kejadian berikutnya dengan batasan-batasan yang ditetapkan yang diperoleh dari proses perhitungan. Menurut Gasperz, pada prinsipnya setiap peta kontrol/kendali mempunyai (Ariani, 2003):

1. Garis tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan dengan CL.
2. Sepasang batas kendali (*Control Limits*), dimana suatu batas kendali ditempatkan di atas garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas (*Upper Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai LCL.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada di dalam batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk-bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali atau tidak terkendali sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada.

Pada umumnya peta kendali digunakan untuk menganalisis beberapa data dan terbagi menjadi 2 jenis peta kendali yaitu (Ariani, 2003):

1. Peta Kendali Data Variabel

Peta kendali yang digunakan untuk data variabel yaitu:

- a. Peta kendali rata-rata (*mean chart* atau *X chart*), adalah peta kendali digunakan untuk mengetahui penyimpangan pengukuran dari pengukuran rata-rata panjang, lebar, tinggi, berat, diameter dan sebagainya.

- b. Peta kendali *Range (R-chart)* dan Peta kendali standar deviasi (*SD-chart*). Peta kendali yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian pemrosesan. *R-chart* lebih mudah dilakukan tetapi *SD-chart* lebih tepat.
- c. Peta kendali individu (*individual control chart*), adalah peta kendali yang digunakan apabila perusahaan hanya memproduksi satu unit dalam setiap harinya.

2. Peta Kendali Data Atribut

Peta kendali data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain. Data atribut diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misal goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang. Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya, atau kebutuhan. Pengendalian kualitas proses statistik untuk data atribut ini digunakan sebagai pengganti pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut dapat digunakan pada semua tingkatan dalam organisasi, perusahaan, dan mesin-mesin. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut juga dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail.

Ada dua kelompok grafik pengendali proses statistik data atribut, yakni yang berdasarkan distribusi binomial dan distribusi poisson. Kelompok pengendali untuk unit-unit ketidaksesuaian, didasarkan pada distribusi binomial seperti p-chart yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok yang ditunjukkan dengan bagian atau persen. Sedangkan yang berdasarkan distribusi poisson, terdapat c-chart, dan u-chart. Peta kendali untuk data atribut dapat dibagi menjadi 4 (empat) peta kendali yaitu:

a. Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan yang sering disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang sedang diinspeksi.

Dengan demikian peta kendali P dikendalikan untuk mengendalikan proporsi dari produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Proporsi yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok itu. Item-item itu dapat mempunyai beberapa karakteristik kualitas yang diperiksa atau diuji secara simultan oleh pemeriksa. Jika item-item itu tidak memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik kualitas yang diperiksa, item-item itu digolongkan sebagai tidak memenuhi syarat spesifikasi atau cacat.

Adapun rumus batas pengendali p adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

p = proporsi cacat dalam setiap sampel

r = banyaknya produk cacat per periode

n = banyaknya sampel per periode

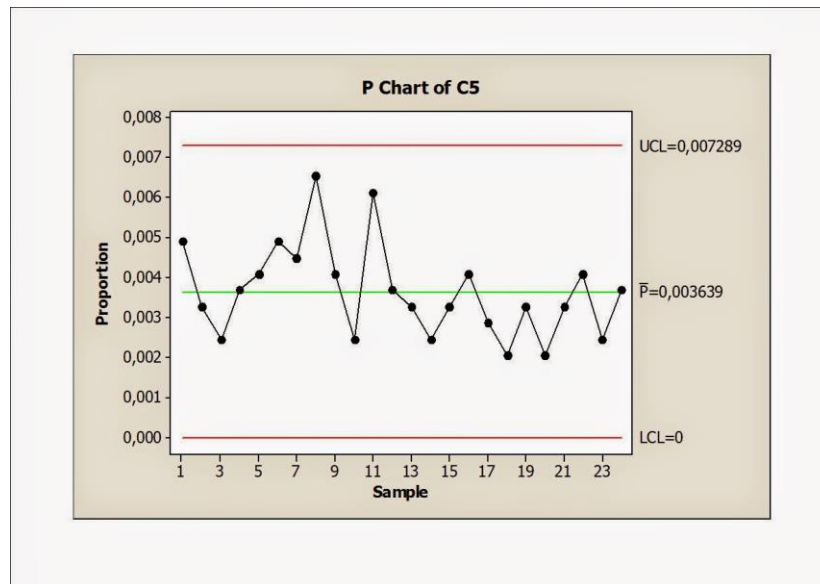
\bar{p} = Rata-rata proporsi cacat

$$= \frac{\sum r}{\sum n}$$

CL = \bar{p}

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

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



Gambar 2.7. Peta Kendali P Data Atribut
(Sumber: Nasution, 2001)

b. Peta Kendali np

Pada dasarnya peta kendali np serupa dengan peta kendali p, kecuali bahwa dalam peta kendali np terjadi perubahan skala pengukuran. Peta kendali np menggunakan ukuran banyaknya item yang tidak memenuhi spesifikasi atau banyaknya item yang tidak sesuai (cacat) dalam suatu pemeriksaan. Peta kendali np dan p cocok untuk situasi dasar yang sama, sehingga pilihan penggunaan peta kendali np apabila hal-hal berikut berlaku data banyaknya item yang tidak sesuai adalah lebih bermanfaat dan mudah untuk diinterpretasikan dalam pembuatan laporan dibandingkan data proporsi dan ukuran contoh (n) bersifat konstan dari waktu ke waktu. Peta Kendali C

Peta kendali p dan np didasarkan pada unit produk yang cacat, dimana pengendalian kualitas didasarkan pada unit produk secara keseluruhan. Dalam hal seperti ini suatu produk dinyatakan cacat apabila mengandung paling sedikit satu titik spesifik yang tidak memenuhi syarat. Peta kendali c didasarkan pada titik spesifik yang tidak memenuhi syarat untuk produk itu, sehingga suatu produk dapat saja dianggap memenuhi syarat meskipun mengandung satu atau beberapa titik spesifik yang cacat. Peta kendali c membutuhkan ukuran contoh konstan atau banyaknya item yang diperiksa bersifat konstan untuk setiap periode pengamatan.

c. Peta Kendali U

Peta kendali u mengukur banyaknya ketidaksesuaian (titik spesifik) per unit laporan inspeksi dalam kelompok (periode) pengamatan, yang mungkin memiliki ukuran contoh (banyaknya item yang diperiksa). Peta u serupa dengan peta kendali c, kecuali bahwa banyaknya ketidaksesuaian dinyatakan dalam dasar per unit item. Peta kendali c dan u sesuai untuk beberapa kondisi. Peta kendali u dapat dipergunakan apabila contoh lebih dari satu unit dan mungkin bervariasi dari waktu ke waktu.

Untuk menyusun grafik pengendali proses statistik untuk data atribut diperlukan beberapa langkah sebagai berikut (Ariani, 2003):

- 1) Menentukan sasaran yang akan dicapai. Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta pengendali kualitas proses statistik data atribut yang harus digunakan. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, atukah ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.
- 2) Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi. Banyaknya sampel yang diambil mempengaruhi jenis grafik pengendali di samping karakteristik kualitasnya.
- 3) Mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan tentu disesuaikan dengan jenis peta pengendali. Misalnya suatu perusahaan atau organisasi menggunakan p-chart, maka data yang dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.
- 4) Menentukan garis tengah dan batas-batas pengendali pada masing-masing grafik pengendali biasanya menggunakan $\pm 3 \sigma$ sebagai batas-batas pengendalinya.
- 5) Merevisi garis tengah dan batas-batas pengendali revisi terhadap garis pusat dan batas-batas pengendali dilakukan apabila dalam grafik pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat data yang berada di luar batas pengendali statistik (*out of statistical control*) dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab khusus. Demikian pula, data yang berada di bawah garis pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

2. Perhitungan Level *Sigma*

Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang dan/atau jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran

dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan pedoman dasar untuk melakukan pengendalian dan peningkatan kualitas dari karakteristik *output* yang diukur (Gasperz, 2002).

Adapun langkah-langkah perhitungan level *sigma* menggunakan data variabel adalah:

a. Menghitung nilai Z:

$$Z = \frac{USL - \bar{X}}{s} \dots\dots\dots (2)$$

b. Setelah didapat nilai Z, konversikan pada tabel normal.

c. Menghitung jumlah DPMO

$$DPMO = (1 - \text{nilai Z pada tabel normal}) \times 1.000.000$$

d. Setelah jumlah DPMO diperoleh, konversikan ke tabel DPMO untuk mengetahui *sigma* berada pada level berapa.

2.3.3. Analyze

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari kecacatan atau kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian.

Kekurangan yang ditemui pada kebanyakan pendekatan pemecahan masalah adalah kurangnya penekanan pada analisis yang tajam. Yang amat sering terjadi adalah kita melompat langsung kepada suatu solusi tertentu tanpa sepenuhnya memahami suatu masalah serta mengidentifikasi sumbernya, atau “akar permasalahan,” dari masalah. Fase analisis dari DMAIC berfokus pada pernyataan mengapa cacat, kesalahan, atau variasi yang berlebihan terjadi. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *analyze* meliputi pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).

1. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Diagram ini dikenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1951 sehingga diagram ini biasa disebut Diagram Ishikawa. Diagram ini digunakan untuk mencari sebab-sebab dari suatu penyimpangan yang terjadi. Penyusunan Diagram ini dilakukan dengan sumbang saran, dengan diagram ini dapat diketahui hubungan antara berbagai faktor yang mungkin

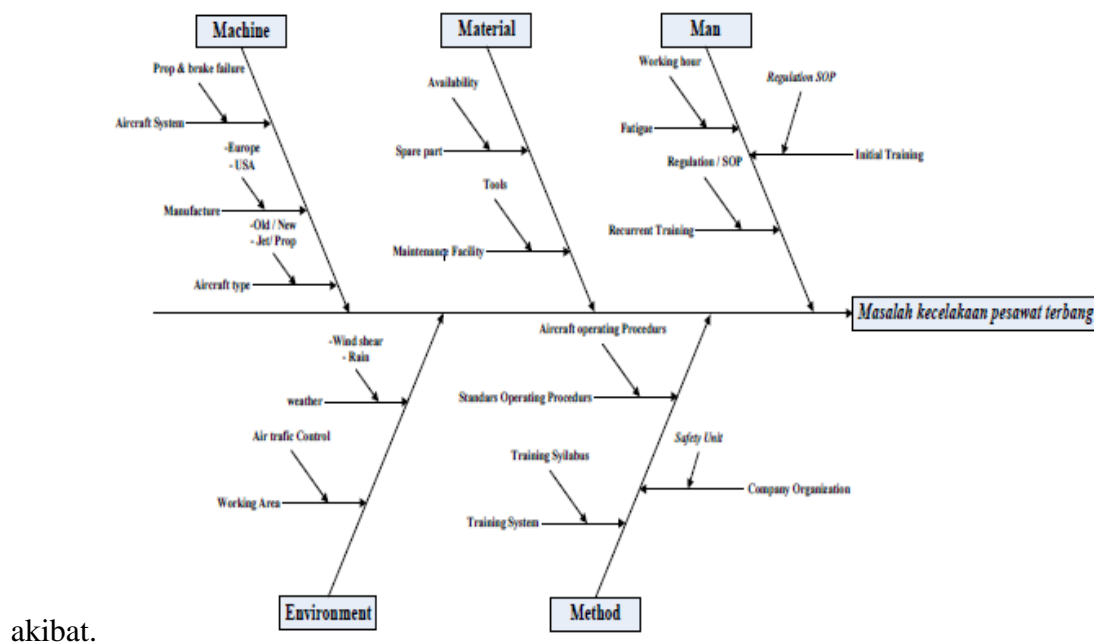
terjadi sebab suatu penyimpangan atau sebuah akibat. Faktor tersebut ialah manusia, mesin, material, metode dan lingkungan.

Diagram sebab akibat ini sering juga disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone* diagram), atau diagram Ishikawa karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoro Ishikawa pada tahun 1943. Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan sebagai berikut :

- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari suatu masalah yang sedang dikaji, dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

- Apa penyebab itu ?
- Mengapa kondisi atau penyebab itu terjadi ?
- Bertanya “mengapa” beberapa kali (konsep *five whys*) sampai ditemukan penyebab yang cukup spesifik untuk diambil tindakan perbaikan. Penyebab-penyebab spesifik tersebut dimasukkan atau dicatat dalam diagram sebab



Gambar 2.8 Diagram Sebab Akibat
(Sumber: Ishikawa 1988)

2.3.4. Improve

Improve merupakan tahap operasional keempat dari program peningkatan kualitas *six sigma*. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas dari program *six sigma*.

Pada dasarnya rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini (Gasperz, 2002).

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang berarti bahwa dalam tahap ini tim harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana tindakan itu akan diterapkan atau dilakukan. Analisis menggunakan metode 5W-1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini (Gasperz, 2002).

5W-1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (di mana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas *six sigma* dapat menggunakan metode 5W+1H *analysis* untuk pengembangan rencana tindakan (Gasperz, 2002).

Tabel 2.2 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

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

Metode	(bagaimana)?	Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	
Alasan kegunaan	Why (mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
		Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	Where (dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan?	
		Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens		Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
Orang	Who (siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	
		Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.3.5. Control

Fase pengendalian berfokus pada bagaimana menjaga perbaikan agar terus berlangsung, termasuk menempatkan perangkat pada tempatnya untuk meyakinkan agar variabel utama tetap berada dalam wilayah maksimal yang dapat diterima dalam proses yang sedang dimodifikasi. Perbaikan ini bisa saja termasuk menentukan standar serta prosedur baru, mengadakan pelatihan untuk karyawan, serta mencanangkan sistem pengendalian untuk meyakinkan agar perbaikan secara berkelanjutan. Bentuk pengendalian dapat menggunakan daftar periksa (*checklist*) atau pemeriksaan berkala untuk meyakinkan bahwa prosedur yang benar telah diikuti, atau penerapan diagram pengendalian proses statistik untuk memonitor kinerja cara pengukuran yang terpenting (Evans dan Lindsay, 2007).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini merupakan proses dalam pengukuran, agar terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarannya. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan proses pengukuran atau urutan-urutan langkah sebagai berikut:

3.1. Jenis dan Sumber Data

Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam menyusun laporan ini adalah mengumpulkan data dari perusahaan yang akan diukur. Data merupakan salah satu unsur penting sebagai masukan dalam melakukan pengolahan data untuk dibahas dalam laporan ini. Data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperlukan dalam melakukan pengukuran. Sumber data diperoleh langsung tanpa perantara, dapat berupa opini secara individual, kelompok atau merupakan hasil observasi. Data primer yang dikumpulkan dalam pengukuran ini adalah data cacat setelah perbaikan seperti jumlah produk cacat, karakteristik cacat dan penyebabnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari data yang telah ada dan dikumpulkan oleh pihak yang berkaitan dengan permasalahan seperti buku atau literatur yang ada kaitannya dengan peningkatan kualitas menggunakan metode *six sigma*. Data sekunder yang dikumpulkan dalam pengukuran ini sebagai berikut:

- a. Data umum perusahaan. Pada data ini dijelaskan juga mengenai proses pembuatan produk *Junction Box*.
- b. Hasil produksi pada bagian pemasangan komponen dan data cacat sebelum perbaikan.
- c. Data *Suppliers-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC).
 - 1) *Suppliers* : persiapan komponen yang akan dipasang pada PCB sudah di sesuaikan dengan kebutuhan pada PCB
 - 2) *Input* : hasil dari komponen yang akan dipasang pada PCB
 - 3) *Process* : pemasangan komponen sesuai fungsinya pada PCB

4) *Output* : produk jadi *Junction Box*

5) *Customer* : bagian *Quality Control*

3.2. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara langsung mendatangi perusahaan yang menjadi objek pengukuran. Dalam pengukuran ini, ada beberapa hal yang perlu dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

- a. Observasi langsung, yaitu metode yang dilakukan melalui pengamatan langsung untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data-data yang akurat.
- b. Wawancara, yaitu metode pengumpulan informasi melalui wawancara dengan bagian-bagian yang ada hubungannya dengan permasalahan yang akan dibahas. Pengukuran dilakukan di PT. SOG Indonesia kuningan Jakarta selatan.

3.3. Metode Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Studi ini dilakukan dengan melakukan wawancara dengan beberapa staf *Quality Control* (QC) dan beberapa operator pada proses pemasangan komponen pada PCB untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam pengukuran ini.

2. Studi Pustaka

Tahap selanjutnya adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang pengukuran. Tahap ini memberikan gambaran serta metode yang akan digunakan dalam pengolahan data untuk memecahkan permasalahan yang ada dengan menggunakan literatur dan buku ilmiah yang relevan.

3. Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, perlu dilakukan pengumpulan data yang dapat mendukung pemecahan masalah yang ada. Adapun data yang dikumpulkan sebagai berikut :

- a. Data jumlah produksi *Junction Box*
 - b. Data jumlah cacat Produk *Junction Box*
 - c. Data jenis-jenis cacat pada produk *Junction Box*
4. Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahap dimana seluruh data yang diperlukan dikumpulkan dan diolah sesuai dengan metodologi yang telah ditetapkan. Tahap ini merupakan penerapan siklus DMAIC. Adapun tahapan penerapan siklus DMAIC adalah sebagai berikut :

a. Tahap *Define*

1) Identifikasi jenis cacat produk *Junction Box* pada proses pemasangan komponen
Terdapat jenis cacat atau ketidaksesuaian pada ketentuan sistem.

2) Pembuatan diagram SIPOC

Diagram SIPOC dapat mempermudah untuk melihat aliran proses pembuatan produk *Junction Box*.

b. Tahap *Measure*

1) Menentukan *Critical to Quality*.

2) Perhitungan prioritas jumlah cacat Produk dengan menggunakan Persentase jumlah cacat produk. Data yang digunakan yaitu data jumlah produk *Junction Box* dan jumlah cacat pada periode Maret sampai April 2016.

3) Membuat perhitungan kapabilitas proses dengan menggunakan peta kendali P.

4) Pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan tingkat *sigma*.

c. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan proses pemasangan komponen pada produk *JB*, kemudian melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat yaitu, metode, material, peralatan, dan manusia dengan menggunakan *fishbone* diagram.

d. Tahap *Improve*

1) Penggunaan metoda 5W+1H untuk proses pemasangan komponen.

2) Implementasi usulan perbaikan terhadap proses.

e. Tahap *Control*

Pada tahap ini, implementasi jawaban dari tahap *Improve* yang diterapkan agar perbaikan kualitas berkelanjutan di perusahaan.

3.4 Metode Analisis Data

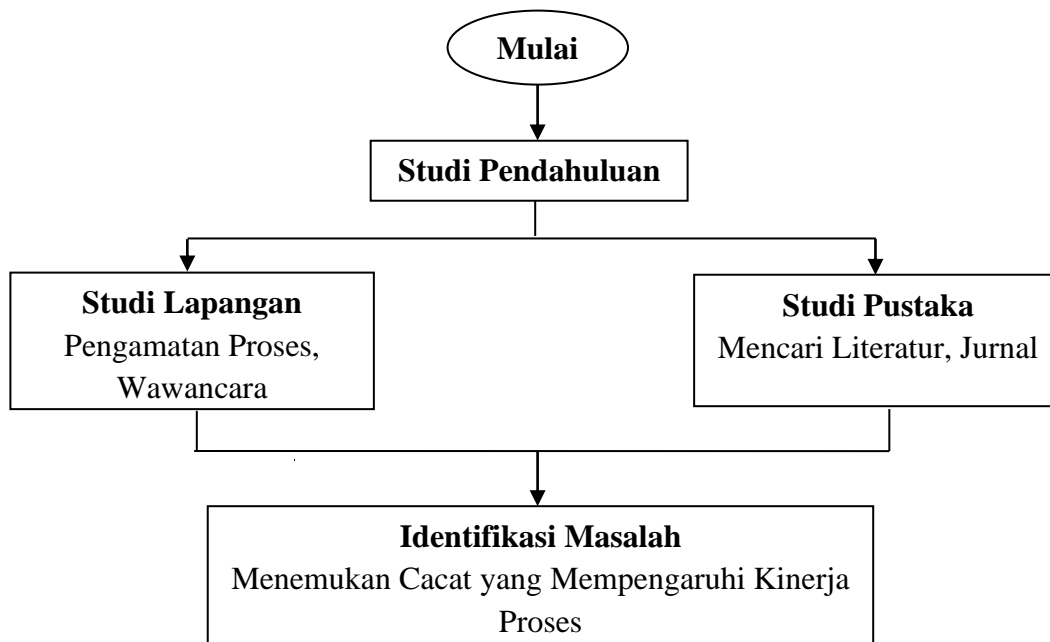
Tahapan analisa masalah dilakukan setelah semua pengolahan data dilakukan. Untuk memeriksa hasil yang akan didapat, apakah telah sesuai dengan yang diinginkan maka dilakukan beberapa analisis terhadap beberapa kondisi :

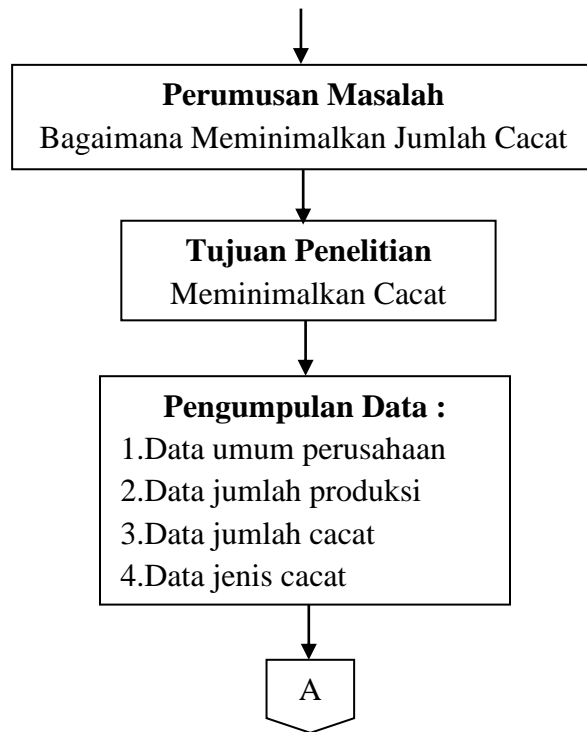
- a. Kondisi awal sebelum diterapkannya program peningkatan kualitas.
- b. Metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (D-M-A-I-C).
- c. Kondisi akhir setelah diterapkannya program peningkatan kualitas.

Dari ketiga kondisi tersebut akan dianalisis :

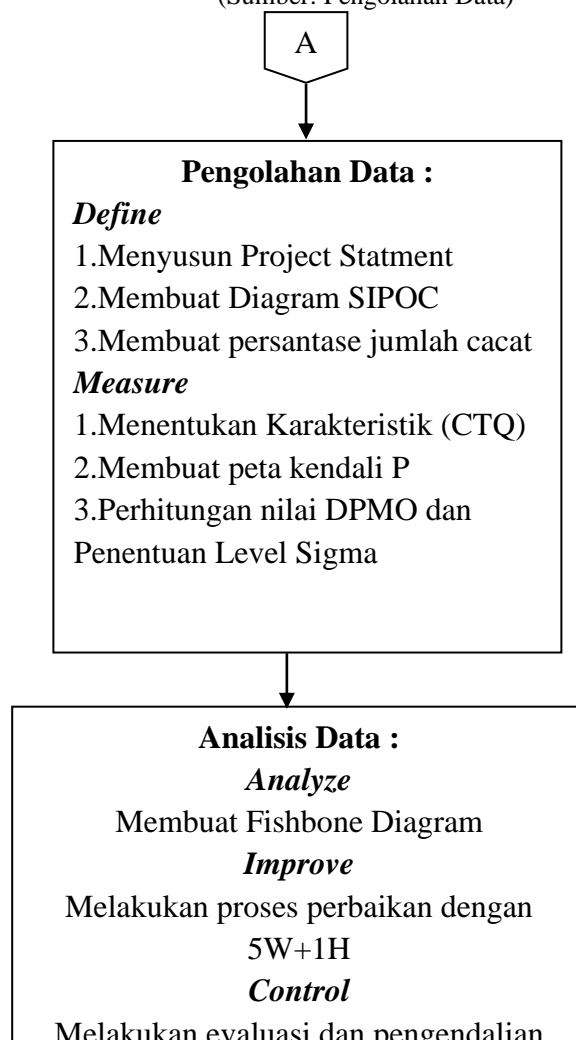
- a. Perhitungan tingkat kecacatan per sejuta kesempatan (DPMO) beserta konversi dari level *sigma*.

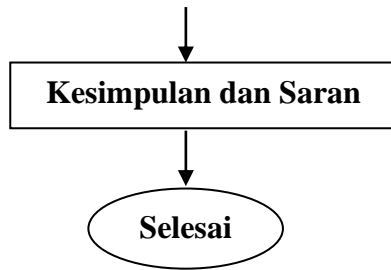
Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram kerangka pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Diagram pemecahan masalah dalam penelitian yang dilakukan terlihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian
(Sumber: Pengolahan Data)





Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Informasi yang telah dikumpulkan melalui wawancara, hasil pengukuran serta data yang diperoleh dari PT SOG Indonesia, yaitu sejarah perusahaan, profil perusahaan, gambaran proses produksi JB, data jumlah produksi, data jumlah cacat dan data jenis cacat pada proses pemasangan komponen pada produk JB.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT SOG Indonesia adalah perusahaan multinasional yang bergerak dalam bidang pemantauan aset dan sistem pemasangan navigasi komunikasi *tracking* kapal yang di dirikan pada tahun 1995 di Jakarta dan disahkan sesuai dengan akta notaris no.117 tanggal 16 Agustus 1995 di hadapan notaris Bambang Santoso, SH. Memiliki 7.000.000 lembar saham dengan nilai nominal Rp. 2.257 perlembar. Saham-saham ini dimiliki oleh dua orang yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nama Pemegang Saham dan Nilainya

Nama	Jumlah Saham	Nilai (Rupiah)
Sanny Jauwhannes	6.650.000 lembar	5.009.050.000
Suhendro Slamet	350.000 lembar	789.950.000
Jumlah	7.000.000 lembar	5.799.000.000

(Sumber : PT SOG Indonesia)

4.1.2 Profil Perusahaan

PT SOG Indonesia adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *manufacturing* dengan pembuatan *power supply* atau catu daya untuk navigasi komunikasi kapal, adapun profil perusahaan dapat dilihat sebagai berikut:

Nama : PT SOG Indonesia

Alamat : Menara Kadin Indonesia Blok X-5 Kav. 2-3

Jakarta Selatan 12950

Telepon: (021) 57904045

Fax: (021) 57904047

Pengurus : Suhendro Slamet (Komisaris)

Sanny Jauwhannes (Direktur)

Jumlah Karyawan : 80 orang

Berikut merupakan data karyawan PT SOG Indonesia terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Karyawan Tahun 2016

Departemen	Karyawan	Departemen	Karyawan	Total
HRD	5	Marketing	8	
Legal	2	Porduksi	25	
Finance	10	Tehncial Support	16	
Operational & Logistic	7	Maintenace Support	7	
Jumlah	24 Karyawan		56 Karyawan	80 Karyawan

(Sumber : PT SOG Indonesia)

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Visi adalah suatu pandangan jauh tentang perusahaan, tujuan - tujuan perusahaan dan apa yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut pada masa yang akan datang. Sedangkan Misi adalah pernyataan tentang apa yang harus dikerjakan oleh lembaga dalam usahanya mewujudkan Visi. Misi perusahaan adalah tujuan dan alasan mengapa perusahaan itu ada. Misi juga akan memberikan arah sekaligus batasan proses pencapaian tujuan. PT SOG Indonesia mempunyai visi dan misi sebagai berikut:

1. Visi

Menjadi perusahaan satelit terbaik dalam bidang penyedia power supply atau catu daya terkemuka di dunia dan penyalur tenaga kerja profesional.

2. Misi

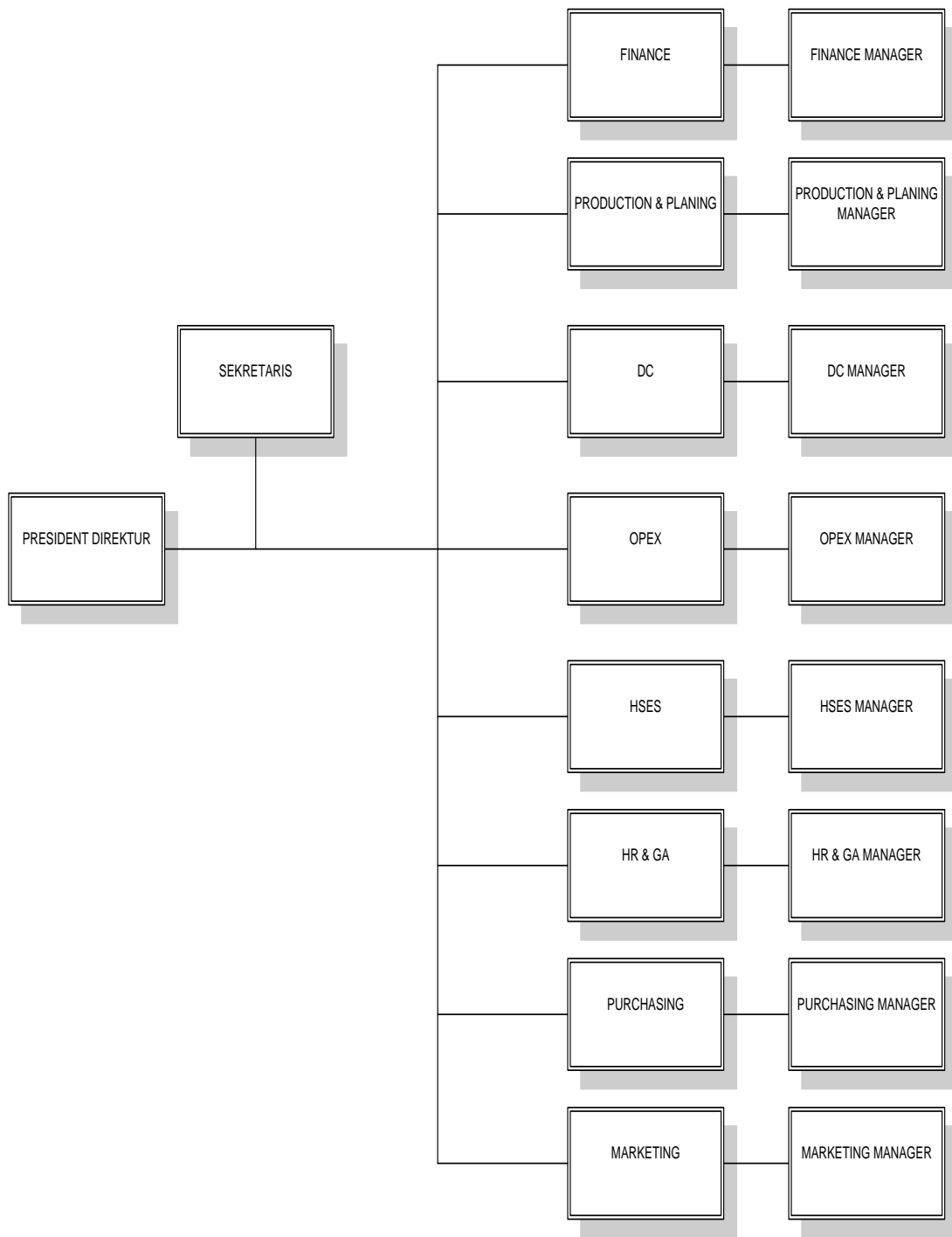
Memasok produk dan jasa yang bermutu tinggi dengan cara paling *lean* melalui pengembangan karyawan secara berkesinambungan, khususnya dalam hal *lead time* dan mutu pelanggan, modal dan biaya. *Lean* adalah perbaikan berkesinambungan untuk menghilangkan pemborosan dan penghargaan kepada manusia. Pemborosan adalah semua selain jumlah minimum alat, bahan, perlengkapan, ruang dan waktu karyawan yang memang mutlak diperlukan untuk menambah nilai kepada produk.

4.1.4 Struktur Organisasi dan Ketenagakerjaan

Mekanisme kerja yang dilakukan PT SOG Indonesia memperlihatkan suatu organisasi yang tumbuh dan berkembang dengan mengadakan perubahan-perubahan dari struktur organisasi yang dinilai kurang efisien dalam pencapaian dan tujuan. Struktur organisasi mempunyai arti yang penting untuk:

1. Memberikan gambaran tentang organisasi.
2. Menunjukkan penetapan masing-masing kekuasaan dan tanggung jawab
3. Menggambarkan pembagian tugas karyawan secara teratur.
4. Menggambarkan kekuasaan garis-garis kekuasaan dan hubungannya.

Struktur organisasi dapat pula dijadikan satu pedoman bagi penyusunan kerja yang memberikan manfaat yang besar bagi pimpinan dan karyawannya. Oleh sebab itu, dalam penyusunan atau membuat struktur organisasi haruslah dibuat sederhana mungkin, jelas dalam membedakan unsur-unsur pokok dan tanggung jawab. Organisasi yang dibuat untuk menunjang kebijakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT SOG Indonesia
 (Sumber: PT SOG Indonesia)

4.1.5. Tugas dan Fungsi Organisasi

Deskripsi mengenai tugas dan fungsi organisasi pada PT SOG Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Presiden, yaitu yang menjabat sebagai wakil dari pemilik perusahaan tersebut atau beliau yang di tugaskan untuk menjalankan lajunya perusahaan tersebut.
2. Sekretaris, yaitu membantu presiden dalam menjalankan aktifitas di perusahaan, dalam mendokumentasikan seluruh kegiatan yang dilakukan presiden.
3. Manager *Finance*, Bertugas dan bertanggung jawab mengawasi terhadap seluruh aspek manajemen keuangan perusahaan, memimpin dan mengkoordinasikan kegiatan administratif, menentukan kebijakan keuangan, rencana bisnis dan anggaran perusahaan serta mengembangkan sistem pengendalian internal serta mengkoordinasikan dan mengevaluasi masalah operasional umum, membina hubungan baik kepada pihak internal maupun eksternal yang terkait dengan membuat perencanaan untuk meningkatkan efektivitas dan produktivitas karyawan, menyetujui dan mengkoordinasikan perubahan dan perbaikan pada sistem dan prosedur semua bagian umum yang terkait, membentuk dan meningkatkan kepribadian yang baik, loyalitas karyawan terhadap perusahaan serta menciptakan suasana kerja yang kondusif, melakukan tugas-tugas lain yang berkaitan dengan masalah umum lainnya.
4. Manager *Production and Planing*, Memimpin organisasi dalam kegiatan perencanaan operasional yang mengoptimalkan *Supply Chain* dan mengelola total kegiatan manufaktur. Memantau semua perencanaan bahan, perencanaan produksi dan pengendalian persediaan untuk memenuhi perkiraan saat ini dan masa depan serta menanamkan budaya perbaikan terus-menerus melalui keterlibatan untuk mencapai target sekaligus meningkatkan kepuasan pelanggan.
5. Manager *Distribution Center*, yaitu mengatur pemasukan dan pengeluaran di saat konsumen mengorder. Agar tidak adanya kesenjangan dalam komunikasi serta mendistribusikan produk yang dipesan pelanggan sampai ditempatnya sesuai dengan waktu yang dipesan.
6. Manager *Opex*, yaitu menetapkan proses produksi yang paling efisien dalam rangka meningkatkan kualitas dan produktivitas. Memenuhi standar operasi perusahaan. Mengontrol seluruh produk. Memimpin fungsi *Quality Control* di pabrik. Mengelola dan

memfasilitasi proyek-proyek perbaikan, Pelatihan dan pengembangan untuk implementasi TRACC / ALPS. Memastikan bahwa perusahaan sudah sesuai dengan standar ISO dan mengatur proses sertifikasi. Mengarahkan tim pelaksanaan proyek ISO. Melakukan desain perbaikan dan pemeriksaan proses yang terus menerus untuk memastikan seluruh aspek kegiatan sesuai dengan ISO dan prosedur bisnis yang lebih baik dalam mempertahankan dan meningkatkan kualitas.

7. Manager HSES, yaitu mengatur segala bentuk keamanan yang ada di lingkungan perusahaan. Menjamin pembangunan, mengelola dan memastikan realisasi anggaran untuk unit yang ditugaskan, memberikan persetujuan, memastikan dan mengatur eksekusi dan memberikan hasil yang terbaik dalam kegiatan perusahaan, Menghentikan setiap tindakan tidak aman yang diamati di semua lokasi SOG dan tempat kerja serta membantu dalam melakukan penyelidikan insiden kecelakaan yang terjadi.
8. Manager HR & GA, yaitu Merupakan pemimpin perusahaan yang membawahi sejumlah operasional masing-masing departemen. Tugas dan tanggung jawabnya yaitu Memimpin dan mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan operasional perusahaan meliputi departemen HRD dan GA (*Human Resources of Development*) dan (*General Affair*) dan departemen *accounting*. Membuat perjanjian kepada beberapa bank. Menandatangani PKB (Perjanjian Kerja Bersama) tahunan. Mengontrol setiap pemasukan dan pengeluaran kas. Tegas dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan pengeluaran uang. Membuat laporan keuangan untuk keperluan direksi. Memelihara hubungan yang baik secara internal maupun eksternal. Mengawasi dan mengambil keputusan serta tindakan-tindakan yang diperlukan oleh manager HRD dan GA, serta manager *accounting*.
9. Manager *Purchasing*, tugas dan tanggung jawabnya adalah Membuat perencanaan pembelian barang sesuai dengan permintaan pembelian yang diterima, Mengatur pembelian barang. Mencari dan membandingkan beberapa *supplier* untuk mendapatkan harga dan kualitas yang baik. Mengotorisasikan *Purchase Order*.
10. Manager *Marketing*, bertanggung jawab untuk perencanaan, memimpin, dan mengarahkan tim penjualan untuk mencapai target volume penjualan dan target keuntungan. Manager marketing juga bertanggung jawab untuk menumbuhkan jejak distribusi di seluruh negeri untuk memastikan bahwa kami memiliki jaringan yang kuat

untuk layanan pelanggan. Ini menyeimbangkan tujuan ganda pertumbuhan pangsa pasar dan meningkatkan laba atas investasi. Manager *marketing* juga Memastikan bahwa alat pendukung penjualan yang tersedia dapat di implementasikan ke dalam proses penjualan untuk memenangkan pelanggan baru yang akan membawa volume penjualan tambahan, Manager *marketing* juga memberikan pelatihan berkelanjutan untuk tenaga penjualan baru dan yang sudah ada, menekankan pelanggan terfokus, berbasis kebutuhan proses penjualan.

4.1.6. Produk Yang Dihasilkan

1. Produk yang dihasilkan

Produk yang saat ini diproduksi oleh PT SOG Indonesia adalah *Junction Box*. Contoh gambar *Junction Box* yang diproduksi oleh PT SOG Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Junction Box*
(Sumber: PT SOG Indonesia)



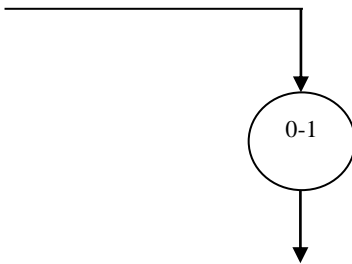
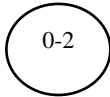
Gambar 4.3 Junction Box
(Sumber: PT SOG Indonesia)

4.1.7. Proses Produksi

Pada dasarnya proses pembuatan JB dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berhubungan antara proses yang satu dengan proses selanjutnya. Proses ini saling berurutan dimana setiap proses harus menghasilkan produk yang berkualitas sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga menjadi satu produk yang siap untuk digunakan dan mampu bersaing di pasaran.

Sebelum masuk ke dalam proses produksi, dilakukan pengecekan bahan baku dari *supplier* komponen. Apabila terdapat komponen yang tidak sesuai dengan standar maka akan dikembalikan kepada *supplier*, jika OK maka komponen langsung masuk ke RMH (*Raw Material House*). RMH ini berfungsi sebagai tempat penerimaan komponen. Setelah komponen diterima, selanjutnya dilakukan pembuatan (identitas komponen) yang berguna agar operator tidak salah menggunakan komponen. Setelah itu dilakukan pengecekan oleh petugas QC komponen, dan apabila OK dilakukan bongkar barang dan material itu disimpan digudang yang selanjutnya akan dikirim ke produksi.

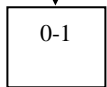
Diagram alir proses produksi pembuatan *JB* PT SOG Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.4.



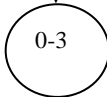
Pemilihan Komponen



Pemasangan Komponen pada PCB

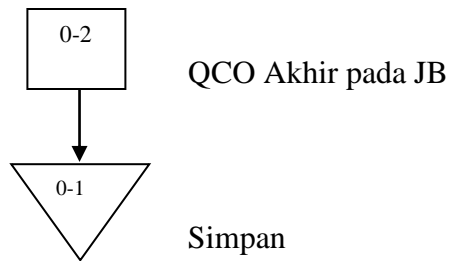


Pemeriksaan Kompomen



Perakitan PCB pada BOX JB





RINGKASAN		
KEGIATAN	SIMBOL	JUMLAH
OPERASI	○	3
PEMERIKSAAN	□	2
PENYIMPANAN	▽	1
JUMLAH		6

Gambar 4.4 Diagram alir proses produksi JB PT SOG Indonesia
(Sumber: PT SOG Indonesia)

Berikut ini gambaran proses pembuatan JB PT SOG Indonesia dari pemilihan komponen sampai QCO akhir JB:

1. Proses Pemilihan komponen

Proses awal produksi adalah proses pemilihan komponen yang akan di pasang pada PCB.

Komponen harus di cek, apakah dalam keadaan baik atau tidak berfungsi sesuai dengan fungsinya karna komponen dari pabrik belum tentu baik. Dengan urutan yang tentunya sudah ditentukan perusahaan sesuai dengan standar.

2. Proses Pemasangan Komponen Pada PCB (*Printed Circuit Board*)

Proses selanjutnya adalah proses pemasangan komponen, yaitu proses Pemasangan komponen pada PCB yang dapat menghasilkan produk JB yang berkualitas sesuai dengan spesifikasi perusahaan.

3. Pemeriksaan Komponen pada PCB A dan PCB B

Proses yang dilakukan adalah pengecekan kualitas oleh QC awal komponen yang terpasang pada PCB. Proses yang dilakukan adalah pengukuran fungsi fungsi komponen yang ada pada PCB yang sudah terpasang.

4. Proses Perakitan PCB ke JB (*Junction Box*)

Proses yang dilakukan ketika produk yang telah diperiksa oleh tim *quality control* dapat diterima spesifikasi, dilanjutkan perakitan pcb ke dalam JB

5. Proses QCO Akhir JB

Setelah proses pemilihan komponen, pemasangan komponen, pemeriksaan komponen pada PCB, perakitan PCB kedalam JB, QCO akhir JB kemudian pengepakan.

4.1.8. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat

Berdasarkan data historis perusahaan didapatkan data cacat yang dihasilkan untuk produk JB pada periode 28 Maret sampai 29 April 2016. Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Produk JB

Waktu Penelitian	Jumlah Produksi	Jumlah Unit Cacat
28-Mar-16	48	1
29-Mar-16	44	2
30-Mar-16	45	4
31-Mar-16	43	2
01-Apr-16	48	4
04-Apr-16	46	3
05-Apr-16	42	4
06-Apr-16	40	2
07-Apr-16	41	2
08-Apr-16	45	4
11-Apr-16	42	1
12-Apr-16	40	5
13-Apr-16	48	4

14-Apr-16	46	3
15-Apr-16	42	1
18-Apr-16	41	5
19-Apr-16	43	2
20-Apr-16	44	4
21-Apr-16	45	3
22-Apr-16	47	2
25-Apr-16	47	3
26-Apr-16	45	2
27-Apr-16	48	2
28-Apr-16	46	4
29-Apr-16	42	1
TOTAL	1108	70

(Sumber: PT SOG Indonesia)

Berdasarkan data pada Tabel 4.3 diatas, maka dapat dijelaskan bahwa data diatas adalah data jumlah produksi dan jumlah cacat secara keseluruhan. Pada Tabel 4.3 juga dapat dilihat bahwa jumlah cacat yang terjadi masih cukup besar. Adapun rincian atau jenis-jenis cacat dari jumlah cacat untuk produk JB tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Jenis-jenis Cacat Produk JB

Waktu Penelitian	Jumlah Produksi	Jenis-jenis Cacat			Jumlah Unit Cacat
		Salah Pasang	Komponen Rusak	Penyolderan Tidak Baik	
28-Mar-16	48	1			1
29-Mar-16	44	2			2
30-Mar-16	45	2	2		4
31-Mar-16	43	1		1	2
01-Apr-16	48	4			4
04-Apr-16	46	1	2		3
05-Apr-16	42	2		2	4
06-Apr-16	40	1	1		2
07-Apr-16	41	2			2
08-Apr-16	45	3	1		4
11-Apr-16	42	1			1
12-Apr-16	40	2	2	1	5
13-Apr-16	48	4			4
14-Apr-16	46	2	1		3

15-Apr-16	42	1			1
18-Apr-16	41	3		2	5
19-Apr-16	43	2			2
20-Apr-16	44	3		1	4
21-Apr-16	45	2	1		3
22-Apr-16	47	1		1	2
25-Apr-16	47	2	1		3
26-Apr-16	45	2			2
27-Apr-16	48	1		1	2
28-Apr-16	46	3	1		4
29-Apr-16	42	1			1
TOTAL	1108	49	12	9	70

(Sumber: PT SOG Indonesia)

Berdasarkan pada Tabel 4.4 diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga jenis cacat yaitu: salah pasang komponen, komponen rusak, dan penyolderan yang tidak baik. Dari ketiga jenis cacat tersebut dapat dijelaskan bahwa jumlah cacat terbesar terdapat pada jenis cacat salah pasang komponen yaitu sebesar 49 unit. Sehingga pemilihan perbaikan akan berfokus pada jenis cacat salah pasang komponen.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menguji data yang sudah terkumpul dengan menggunakan metode DMAIC, sehingga nantinya diperoleh suatu informasi sebagai bahan dari analisa masalah. Dalam laporan ini pengolahan data berisikan, tahap *define* dan *measure*.

4.2.1. Tahap Define

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian terhadap kriteria pemilihan jenis produk yang memiliki prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tahap ini bertujuan untuk mempermudah melakukan analisis dan langkah perbaikan terhadap proses berdasarkan aliran proses yang ada. Analisis juga dilakukan terhadap kebutuhan spesifik pelanggan yang akan tergambar dalam diagram SIPOC. Tujuannya adalah untuk mempermudah dilakukannya analisis dan perbaikan terhadap proses.

4.2.1.1 Pemilihan Proyek Six Sigma

Pemilihan proyek *six sigma* pada pengukuran ini dipilih melalui dua tahapan, yaitu pemilihan jenis produk dan pemilihan lini produksi. Hasil dari pemilihan jenis dan lini inilah yang dijadikan proyek peningkatan kualitas *six sigma*.

1. Pemilihan Jenis Produk

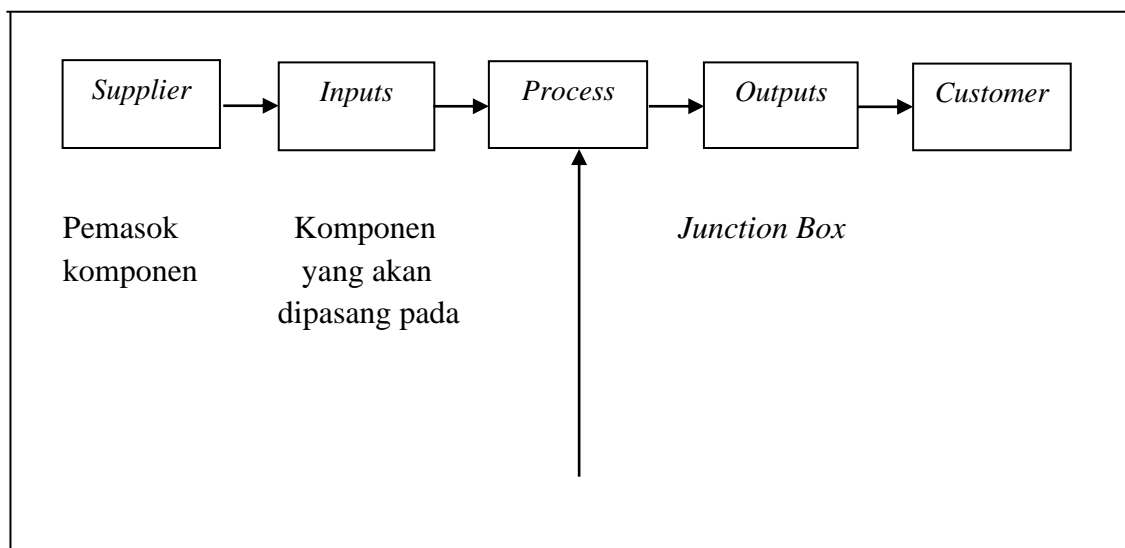
Pemilihan jenis produk yang akan diukur adalah dengan menggunakan data historis perusahaan terhadap banyaknya produk cacat yang telah terjadi. Jenis produk yang dipilih adalah *Junction Box* karena PT SOG Indonesia hanya memproduksi satu produk sebagai jenis produk yang akan diperbaiki. Pemilihan ini dilakukan berdasarkan jumlah cacat yang ditemukan selama periode dua periode yaitu 28 Maret sampai 29 April 2016. Pemilihan ini dilakukan dengan membuat persentase jumlah cacat berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.

2. Pemilihan Lini Produksi

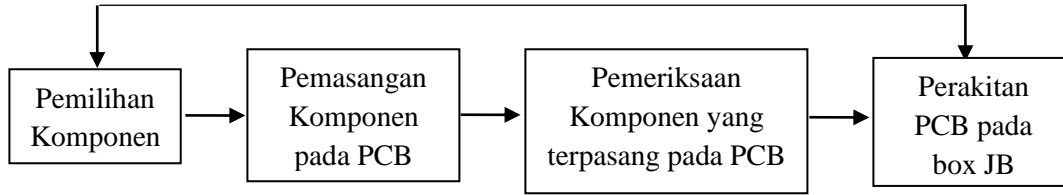
Pemilihan lini produksi bertujuan untuk mengetahui bagian produksi yang menimbulkan cacat produk. Dengan melihat Gambar 4.4 yaitu Alur proses produksi, diketahui proses pemasangan komponen pada PCB dipilih karena merupakan lini proses yang paling mempengaruhi timbulnya cacat pada JB. Pada saat produk diketahui cacat oleh *quality control* maka produk tersebut akan diperbaiki.

4.2.1.2 Diagram SIPOC

Dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma*, tahapan proses dimodelkan dalam Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). Diagram SIPOC merupakan alat yang berguna dalam peningkatan proses untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek peningkatan kualitas. Pembuatan diagram SIPOC untuk proses pembuatan JB dapat dilihat pada Gambar 4.5.



PCB



Gambar 4.5. Diagram SIPOC Proses Pembuatan JB
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

a. *Supplier*

Supplier pada proses pembuatan JB adalah proses sebelumnya yaitu mempersiapkan komponen yang akan dipasang pada PCB sudah disesuaikan dengan kebutuhan pada PCB.

b. *Inputs*

Material yang digunakan untuk produk JB adalah komponen, PCB dan terminal konektor. Tentunya bahan komponen yang digunakan sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditetapkan oleh PT SOG Indonesia.

c. *Process*

Proses pembuatan atau produksi JB yaitu pemilihan komponen, pemasangan komponen, pemeriksaan komponen pada PCB, perakitan PCB ke dalam JB dan pemeriksaan unit JB.

d. *Output*

Output produk JB dengan kualitas baik.

e. *Customer*

Customer dari proses pembuatan JB adalah proses *finishing*, dimana nanti akan dikirim sesuai dengan permintaan konsumen.

4.2.2. Tahap *Measure*

Tahap ini merupakan tahap kedua dari proyek DMAIC yaitu penetapan karakteristik kualitas (CTQ), membuat peta kendali, menghitung level *sigma* yang telah dicapai perusahaan saat ini.

1. *Critical To Quality* (CTQ)

Penentuan CTQ (*critical to quality*) yang digunakan merupakan karakteristik kualitas produk. Pemilihan CTQ ini berdasarkan jenis cacat yang diketahui pada produk JB, kemudian diketahui mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas produk JB . Jenis cacat yang menjadi CTQ adalah cacat JB tidak berfungsi sesuai standar. Hal ini karena hanya ada satu cacat yang muncul pada produk JB yaitu cacat JB tidak berfungsi sesuai standar.

Tabel 4.4 Jumlah Cacat dan Jenis Cacat JB Periode Maret – April 2016

No	Jenis Cacat	Jumlah cacat	Persentase cacat	Persentase Kumulatif
1	Salah Pasang	53	76%	76%
2	Komponen Patah	7	10%	86%
3	Komponen Melepuh	6	9%	94%
4	Komponen tidak terpasang dengan baik	4	6%	100%
Total		70	100%	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.4, maka dapat dibuat diagram Paretonya untuk menemukan cacat yang sering terjadi/terbesar, sehingga dapat menetapkan jenis cacat yang menjadi CTQ yang akan diperbaiki. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Berdasarkan gambar diagram Pareto, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang mempunyai jumlah persentase terbesar adalah cacat salah pasang komponen. Dengan demikian, CTQ yang dipilih untuk penelitian lebih dalam dan dilakukan perbaikan adalah jenis cacat salah pasang komponen.

2. Peta Kendali

Peta kendali merupakan suatu alat untuk mengontrol proses dan mengetahui dinamika keadaan yang terjadi pada suatu proses yang bertujuan sebagai alat pengendalian kualitas. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali p. Hal ini dikarenakan tahap pemeriksaan pada proses pemasangan komponen adalah secara *visual* dan selama penelitian. Berikut adalah rekapitulasi data jumlah sampel dan jumlah cacat pada bulan Maret – April 2016 berdasarkan 4 jenis cacat yang paling berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Salah Pasang Komponen Pada Produk JB

Waktu Penelitian	Jumlah Produksi (n)	Jumlah Unit Cacat (np)
28-Mar-16	48	3
29-Mar-16	44	3
30-Mar-16	45	4
31-Mar-16	43	2
01-Apr-16	48	4
04-Apr-16	46	3
05-Apr-16	42	3
06-Apr-16	44	2
07-Apr-16	41	2
08-Apr-16	45	4
11-Apr-16	42	1
12-Apr-16	47	3
13-Apr-16	48	4
14-Apr-16	46	3
15-Apr-16	42	1

Waktu Penelitian	Jumlah Produksi (n)	Jumlah Unit Cacat (np)
18-Apr-16	41	5
19-Apr-16	43	2
20-Apr-16	48	3

21-Apr-16	45	4
22-Apr-16	47	2
25-Apr-16	47	3
26-Apr-16	46	2
27-Apr-16	48	2
28-Apr-16	46	4
29-Apr-16	43	1

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan jumlah sampel dan jumlah cacat yang telah diperoleh sebelumnya diperoleh perhitungan peta kendali p sebagai berikut:

$$\text{Proporsi produk cacat} = \frac{\text{Jumlah Cacat per Periode}}{\text{Jumlah Produksi per Periode}}$$

$$\text{Proporsi produk cacat (sampel Pertama)} = \frac{np}{n}$$

$$p = \frac{3}{48} = 0,0625$$

Sedangkan untuk sampel ke 2 sampai ke 25 dilakukan perhitungan dengan rumus yang sama. Hasil perhitungan proporsi produk cacat termuat dalam lampiran.

Central Line (CL) adalah :

$$CL = \frac{\text{Total Jumlah Cacat}}{\text{Total Jumlah Produksi}}$$

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \frac{70}{1125} = 0,06222$$

Upper Control Limit (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) adalah :

$$UCL \text{ p (sampel pertama)} = 0,06222 + 3 \sqrt{\frac{0,06222 (1-0,06222)}{48}} = 0,16682$$

$$LCL \text{ p (sampel pertama)} = 0,06222 - 3 \sqrt{\frac{0,06222 (1-0,06222)}{48}} = -0,04238$$

Sedangkan untuk sampel ke 2 sampai ke 25 dilakukan perhitungan dengan rumus yang sama. Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan Peta Kendali p, pada bulan 28 Maret

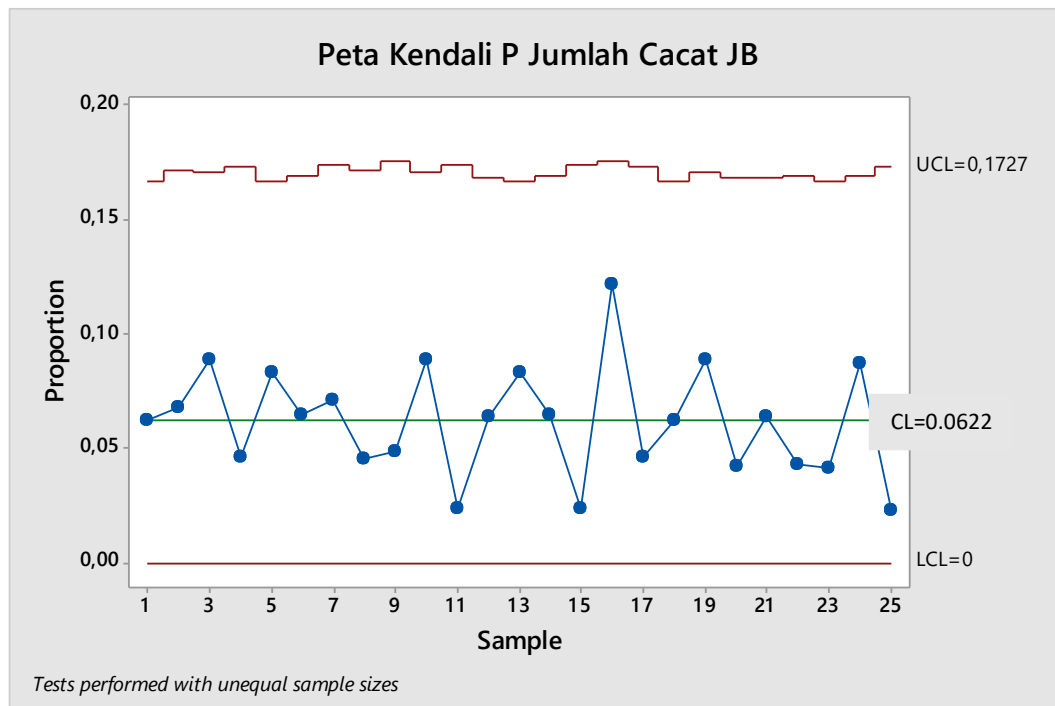
sampai 29 April 2016. Adapun data tersebut dapat dilihat pada seperti tampak pada tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali p

Waktu Penelitian	Jumlah Produksi (n)	Jumlah Cacat (np)	Proporsi Cacat (p)
28-Mar-16	48	3	0,0625
29-Mar-16	44	3	0,06818
30-Mar-16	45	4	0,08889
31-Mar-16	43	2	0,04651
01-Apr-16	48	4	0,08333
04-Apr-16	46	3	0,06522
05-Apr-16	42	3	0,07143
06-Apr-16	44	2	0,04545
07-Apr-16	41	2	0,04878
08-Apr-16	45	4	0,08889
11-Apr-16	42	1	0,02381
12-Apr-16	47	3	0,06383
13-Apr-16	48	4	0,08333
14-Apr-16	46	3	0,06522
15-Apr-16	42	1	0,02381
18-Apr-16	41	5	0,12195
19-Apr-16	43	2	0,04651
20-Apr-16	48	3	0,0625
21-Apr-16	45	4	0,08889
22-Apr-16	47	2	0,04255
25-Apr-16	47	3	0,06383
26-Apr-16	46	2	0,04348
27-Apr-16	48	2	0,04167
28-Apr-16	46	4	0,08696
29-Apr-16	43	1	0,02326

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan peta kendali p yang dilakukan, maka dapat dibuat peta kendali kualitas atribut p selama penelitian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Kendali p Cacat JB Sebelum Perbaikan
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Karena seluruh sampel telah berada dalam batas pengendali (*in statistical control*) sehingga tidak perlu diadakan revisi lagi, dan peta pengendali inilah yang digunakan sebagai perencanaan pengendalian kualitas proses statistik data atribut untuk periode mendatang. Dengan demikian tahap selanjutnya yaitu perhitungan kinerja *baseline* dapat dilakukan.

3. Perhitungan Kinerja *Baseline*

Untuk mengetahui kinerja *baseline* maka perlu dilakukan perhitungan besarnya nilai *sigma* produk dengan menggunakan rumus-rumus yang sudah baku dan juga menggunakan tabel nilai *sigma*. *Level sigma* merupakan hasil konversi dari nilai *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*, sehingga untuk mengetahui nilai *sigma* perusahaan maka dilakukan terlebih dahulu perhitungan untuk mendapatkan nilai *DPMO*. Perhitungan nilai *DPMO* cacat *JB tidak berfungsi* adalah sebagai berikut:

a. *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Untuk mengetahui nilai *DPMO*, maka tahapan perhitungan yang harus dilakukan yaitu:

1) Unit (U)

Jumlah yang diperiksa pada 28 Maret – 29 April 2016 adalah sebanyak 1108 unit.

2) *Opportunity (OP)*

Berdasarkan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat satu kesempatan terjadinya cacat yaitu cacat JB tidak berfungsi sesuai standar.

Dengan demikian berarti ada satu kesempatan terjadinya cacat pada setiap unit produk yang dihasilkan.

3) *Defect (D)*

Jumlah cacat produk pada 28 maret - 29 April 2016 adalah 70 unit.

4) *Defect per Unit (DPU)*

$$\begin{aligned} \text{DPU} &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{70 \text{ unit}}{1125 \text{ unit}} = 0,06222 \end{aligned}$$

5) *Total Opportunity (TOP)*

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times \text{OP} = 1108 \text{ unit} \times 1 \\ &= 1.125 \text{ unit} \end{aligned}$$

6) *Defect per Opportunity (DPO)*

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah unit} \times \text{peluang}} \\ &= \frac{70 \text{ unit}}{1.125 \text{ unit}} = 0,062222 \end{aligned}$$

7) *Defect per Million Opportunity (DPMO)*

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 1.000.000 \text{ unit} \\ &= 0,062222 \times 1.000.000 \text{ unit} \\ &= 62.222 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (*DPMO*) pada cacat *Junction Box* tidak berfungsi adalah 62.222 unit.

b. Nilai *Sigma*

Nilai *DPMO* sudah diketahui yaitu sebesar 62.222 unit. Tahapan selanjutnya adalah mengonversikan nilai *DPMO* tersebut untuk mendapatkan nilai *sigma* proses. Tahapan konversi nilai *DPMO* menjadi nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola. Berdasarkan tabel konversi Motorola, nilai *DPMO* 63.176 unit terletak pada nilai *sigma* antara 3,02 dan 3,03. Dengan demikian untuk mengetahui nilai *sigma* perusahaan dilakukan interpolasi terhadap kedua nilai *sigma* tersebut (nilai *sigma* 3,02 mempunyai *DPMO* = 64.256 unit, sedangkan nilai *sigma* 3,03 mempunyai *DPMO* = 63.008 unit). Perhitungan interpolasi sebagai berikut:

$$\frac{64.256-63.176}{63.176-63.008} = \frac{3,02-x}{x-3,03}$$

$$\frac{1.080}{168} = \frac{3,02-x}{x-3,03}$$

$$1.080(x - 3,03) = 168(3,02 - x)$$

$$1.080x - 3.272,4 = 507,36 - 168x$$

$$1.080x + 168x = 507,36 + 3.272,4$$

$$1.248x = 3.779,76$$

$$x = 3,0286$$

Berdasarkan hasil interpolasi, maka diketahui nilai *sigma* yang dimiliki PT SOG Indonesia saat ini 28 Maret – 29 April 2016 yaitu sebesar 3,0286 (sebelum dilakukan perbaikan).

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

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

5.1 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap berikutnya setelah tahap *measure* dan merupakan tahap operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi dan analisa mengenai akar penyebab permasalahan dari kedua karakter kualitas yang telah ditentukan pada tahap *measure*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui rekomendasi perbaikan yang tepat dan dapat dilakukan agar dapat mengurangi jumlah cacat yang dihasilkan.

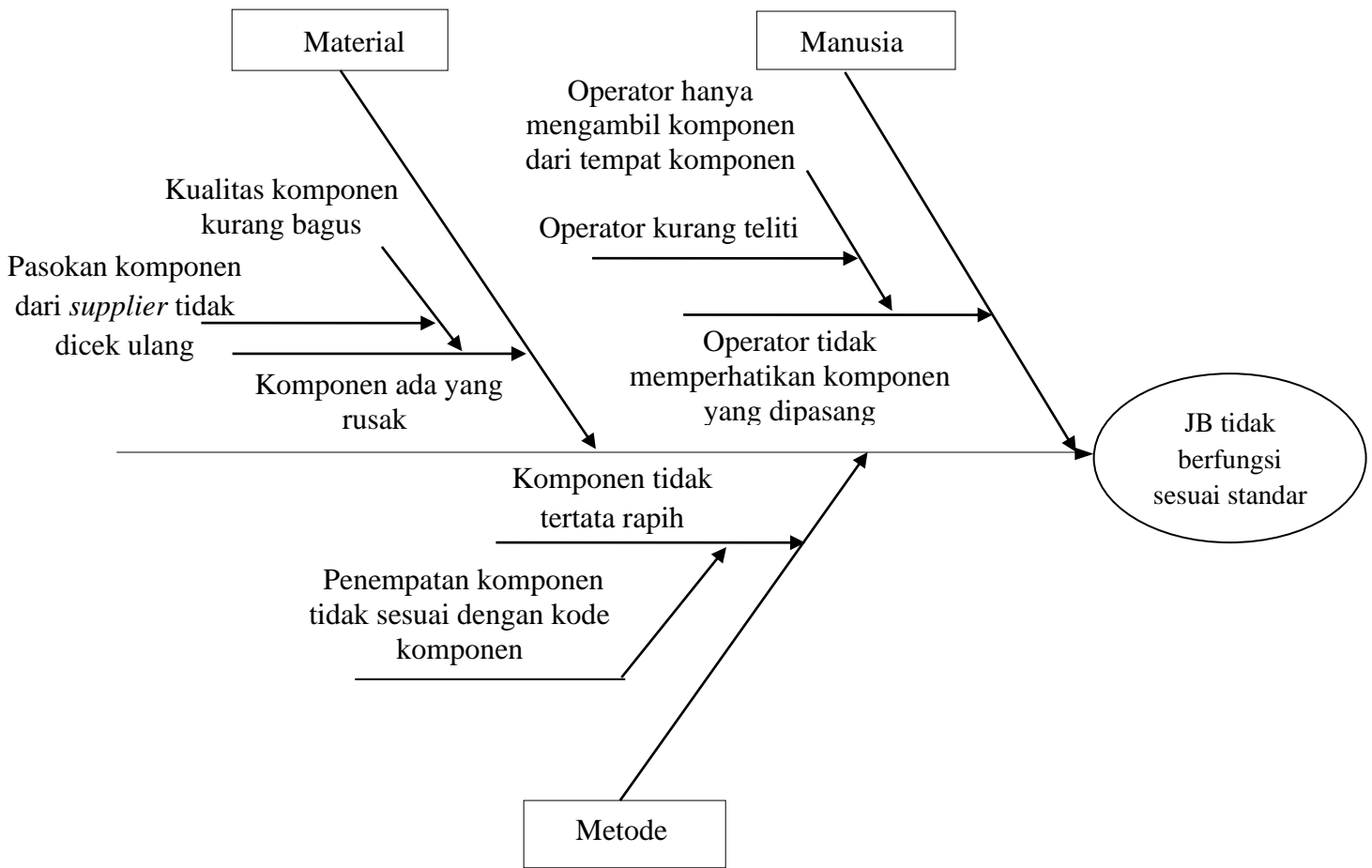
Alat yang digunakan dalam tahap ini adalah diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat. Hasil akhir yang ingin diperoleh dari tahap ini adalah berupa informasi atau pernyataan mengenai penyebab utama terjadinya cacat yang selanjutnya akan diperbaiki.

5.1.1 Pembuatan Diagram *Fishbone*

Berdasarkan hasil dari dua tahap sebelumnya yakni *define* dan *measure*, diperoleh jenis cacat yaitu JB tidak berfungsi sesuai standar. Jenis cacat ini kemudian dianalisis untuk mengetahui sebab-sebab masalahnya. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya jenis cacat tersebut, maka digunakan diagram *fishbone* yang terlebih dahulu dilakukan wawancara dengan pihak perusahaan. Pada umumnya dalam pembuatan diagram *fishbone*, penyebab dapat dilihat dari 5 aspek yaitu manusia, mesin, material, metode, mesin, dan lingkungan. Tetapi berdasarkan hasil wawancara terhadap prioritas masalah yang akan diperbaiki, tidak ditemukan keseluruhan aspek. Berikut ini adalah analisis dan gambar diagram *fishbone* berdasarkan karakteristik kualitas (CTQ) :

- 1) Diagram *Fishbone* Tidak Sesuai Spesifikasi

Pembuatan diagram *fishbone* ini didasarkan pada hasil wawancara sehingga didapatkan masalah pemasangan komponen tidak sesuai spesifikasi pada produk JB. Gambar diagram *fishbone* untuk cacat JB tidak berfungsi sesuai standar dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram *Fishbone Horizontal* Cacat JB Tidak Berfungsi Sesuai Standar
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Diagram *fishbone* diatas menunjukkan beberapa faktor yang menyebabkan JB tidak berfungsi. Berdasarkan diagram *fishbone* pada Gambar 5.1 maka dapat dianalisis penyebab terjadinya cacat JB tidak berfungsi sesuai standar sebagai berikut ini :

1. Manusia

Banyak faktor dalam diri operator yang dapat menyebabkan kinerjanya tidak stabil sehingga mengakibatkan terjadinya penyimpangan dalam mengerjakan pekerjaannya. Berdasarkan diagram *fishbone* ditemukan Operator yang kurang teliti disebabkan operator tidak memperhatikan komponen yang akan dipasang, operator tidak memperhatikan disebabkan karena operator hanya mengambil tanpa mengecek komponen dari tempatnya. Hal ini sangat mempengaruhi terjadinya cacat JB tidak berfungsi sesuai standar.

2. Material

Penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya cacat JB tidak berfungsi adalah komponen ada yang rusak atau *reject* karena kualitas komponen yang kurang bagus. Hal ini disebabkan karena pasokan komponen dari *supplier* tidak dicek ulang.

3. Metode

Dari faktor metode, akar permasalahan yang menimbulkan cacat JB tidak berfungsi adalah komponen tidak sesuai tempatnya karena komponen tidak tertata rapih. Hal ini disebabkan karena penempatan komponen yang tidak sesuai dengan kode komponen.

5.2 Tahap *Improve*

Fase *improve* merupakan fase lanjutan dari fase *analyze* dan merupakan fase keempat dalam DMAIC. Fase *improve* atau tahap perbaikan berkaitan dengan penentuan dan perbaikan solusi-solusi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya pada fase *analyze*, demi tercapainya tujuan awal perusahaan yaitu meminimalisasi jumlah cacat pada JB yang tidak berfungsi sesuai standar. Pada penelitian ini, aktivitas yang dilakukan pada fase *improve* adalah mengetahui usulan tindakan perbaikan dan penentuan solusi-solusi atau tindakan-tindakan untuk mengatasi permasalahan cacat JB tidak berfungsi sesuai standar. Tahap *improve* ini dilakukan dengan metode 5W+1H. Metode 5W+1H berguna untuk melihat usulan rencana perbaikan dalam upaya meminimalkan jumlah cacat.

5.2.1 Analisis 5W + 1H

Berdasarkan hasil dari tahap *analyze* dengan menggunakan metode *fishbone*, diperoleh penyebab-penyebab dari JB tidak berfungsi sesuai standar. Penyebab dari ketidaksesuaian tersebut berasal dari manusia, material, dan metode. Berikut ini merupakan analisis 5W+1H untuk usulan rencana perbaikan dari karakteristik kualitas :

1) Analisis 5W+1H *Junction Box* Tidak Berfungsi Sesuai Standar

Pembuatan Analisis 5W+1H ini didasarkan pada hasil wawancara sehingga didapatkan usulan rencana perbaikan pada produk *Junction Box*. Tabel Analisis 5W+1H untuk cacat JB tidak berfungsi dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk perbaikan JB tidak berfungsi sesuai standar

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
	Masalah Apa	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung Jawab
Manusia	Operator hanya mengambil komponen dari tempatnya	Operator kurang teliti	Proses pemasangan komponen	Melakukan pengawasan dan melakukan pelatihan terhadap operator	Pada saat pemilihan dan pemasangan komponen	Supervisor produksi
Material	Pasokan komponen dari <i>supplier</i> tidak dicek ulang	Komponen ada yang rusak/ <i>reject</i>	Proses pemilihan komponen	Melakukan pengecekan ulang pada komponen	Pada saat sebelum komponen dikirim	Supervisor produksi

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk perbaikan JB tidak berfungsi sesuai standar (Lanjutan)

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
	Masalah Apa	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung Jawab
Metode	Penempatan komponen tidak sesuai kode komponen	Komponen tidak sesuai tempatnya	Proses pemilihan komponen	Melakukan penambahan kode pada tempat komponen	Pada saat pemilihan komponen	Supervisor produksi

(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap kelima atau tahap operasional terakhir dalam metode DMAIC. Pada tahap ini, aktivitas yang dilakukan adalah pengontrolan terhadap hasil perbaikan dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah perbaikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik dan terkendali secara statistik atau tidak. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini seperti membuat rekapan data cacat dari kedua CTQ setelah perbaikan, membuat peta kendali, menghitung DPMO dan level *sigma* setelah perbaikan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

1. Peta Kendali p (setelah perbaikan)

Berikut adalah data jumlah produksi dan jumlah cacat pada bulan Juni 2016 berdasarkan jenis cacat yang paling berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Ukuran Sampel Pemeriksaan dan Banyaknya Produk Cacat Pada JB

Waktu Penelitian	Ukuran Sampel Pemeriksaan (n)	Banyaknya Produk Cacat (np)
28-Mar-16	45	1
29-Mar-16	47	0
30-Mar-16	42	1
31-Mar-16	45	1
01-Apr-16	43	2
04-Apr-16	48	1
05-Apr-16	43	0
06-Apr-16	42	0
07-Apr-16	41	0

08-Apr-16	40	2
11-Apr-16	48	1
12-Apr-16	46	1
13-Apr-16	46	2
14-Apr-16	42	0
15-Apr-16	47	1
18-Apr-16	48	2
19-Apr-16	46	0
20-Apr-16	43	0
21-Apr-16	44	1
22-Apr-16	44	0
25-Apr-16	45	1
26-Apr-16	44	2
27-Apr-16	48	1
28-Apr-16	48	2
29-Apr-16	42	1
	1117	23

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan jumlah sampel dan jumlah cacat yang telah diperoleh dari pengamatan setelah perbaikan diperoleh perhitungan peta kendali p yang baru sebagai berikut:

$$\text{Proporsi produk cacat} = \frac{\text{Banyaknya Produk Cacat per Periode}}{\text{Banyaknya Sampel per Periode}}$$

$$\text{Proporsi produk cacat (sampel Pertama)} = \frac{np}{n}$$

$$p = \frac{1}{45} = 0,0222$$

Sedangkan untuk sampel ke 2 sampai ke 25 dilakukan perhitungan dengan rumus yang sama. Hasil perhitungan proporsi produk cacat termuat dalam lampiran.

Central Line (CL) adalah :

$$CL = \frac{\text{Total Banyaknya Produk Cacat}}{\text{Total Ukuran Sampel yang Diperiksa}}$$

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \frac{23}{1117} = 0,02059$$

Upper Control Limit (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) adalah :

$$UCL\ p\ (\text{sampel pertama}) = 0,02059 + 3 \sqrt{\frac{0,02059(1-0,02059)}{45}} = 0,09863$$

$$LCL\ p\ (\text{sampel pertama}) = 0,02059 - 3 \sqrt{\frac{0,02059(1-0,02059)}{45}} = -0,0441$$

Rekapitulasi hasil perhitungan mengenai Peta Kendali p setelah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

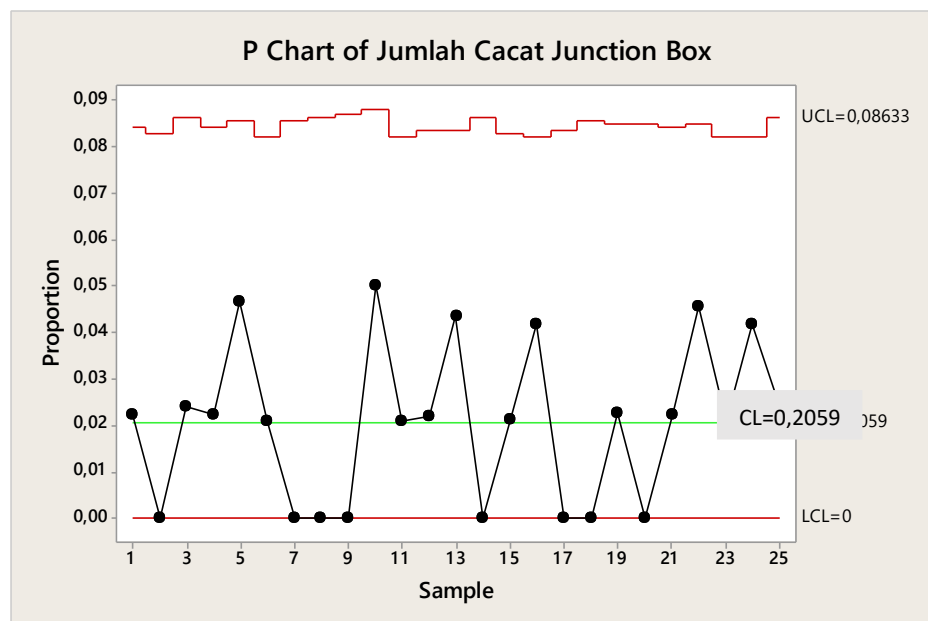
Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali p (setelah perbaikan)

Waktu Penelitian	Ukuran Sampel Pemeriksaan n	Banyaknya Produk Cacat (np)	Proporsi Cacat p
28-Mar-16	45	1	0,022222222
29-Mar-16	47	0	0
30-Mar-16	42	1	0,023809524
31-Mar-16	45	1	0,022222222
01-Apr-16	43	2	0,046511628
04-Apr-16	48	1	0,020833333
05-Apr-16	43	0	0
06-Apr-16	42	0	0
07-Apr-16	41	0	0
08-Apr-16	40	2	0,05
11-Apr-16	48	1	0,020833333

12-Apr-16	46	1	0,02173913
13-Apr-16	46	2	0,043478261
14-Apr-16	42	0	0
15-Apr-16	47	1	0,021276596
18-Apr-16	48	2	0,041666667
19-Apr-16	46	0	0
20-Apr-16	43	0	0
21-Apr-16	44	1	0,022727273
22-Apr-16	44	0	0
25-Apr-16	45	1	0,022222222
26-Apr-16	44	2	0,045454545
27-Apr-16	48	1	0,020833333
28-Apr-16	48	2	0,041666667
29-Apr-16	42	1	0,023809524
	$\sum n = 1117$	$\sum np = 23$	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan peta kendali p yang sudah dilakukan, maka dapat dibuat peta kendali kualitas atribut p baru setelah perbaikan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Peta Kendali p Jumlah Cacat JB tidak Berfungsi Sesuai Standar Setelah Perbaikan

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali p yang digambarkan, diketahui bahwa semua data berada dalam batas kendali (*in statistical control*), sehingga tidak perlu diadakan revisi terhadap data yang dikumpulkan.

1. Kinerja *Baseline* (setelah perbaikan)

Perhitungan nilai *DPMO* cacat JB tidak berfungsi sesuai standar setelah perbaikan adalah sebagai berikut:

c. *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Untuk mengetahui nilai *DPMO*, maka tahapan perhitungan yang harus dilakukan yaitu:

8) Unit (U)

Jumlah yang diperiksa pada bulan Juni 2016 adalah sebanyak 1117 unit.

9) *Opportunity (OP)*

Berdasarkan karakteristik kebutuhan pelanggan, diketahui jenis cacat yang menjadi *CTQ* adalah cacat JB tidak berfungsi sesuai standar. Dengan demikian berarti ada satu kesempatan terjadinya cacat pada produk yang dihasilkan.

10) *Defect (D)*

Jumlah cacat produk pada bulan Juni 2016 adalah 23 unit.

11) *Defect per Unit (DPU)*

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{23 \text{ unit}}{1117 \text{ unit}} = 0,02059$$

12) *Total Opportunity (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 1117 \text{ unit} \times 1 \\ &= 1.117 \text{ unit} \end{aligned}$$

13) *Defect per Opportunity (DPO)*

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah unit} \times \text{peluang}} \\ &= \frac{23 \text{ unit}}{1.117 \text{ unit}} = 0,02059 \end{aligned}$$

14) *Defect per Million Opportunity (DPMO)*

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \text{ unit}$$

$$= 0,02059 \times 1.000.000 \text{ unit}$$

$$= 20.590 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (*DPMO*) pada cacat JB tidak berfungsi adalah 20.590 unit.

d. Nilai Sigma (setelah perbaikan)

Nilai *DPMO* sudah diketahui yaitu sebesar 20.590 unit. Berdasarkan tabel konversi Motorola, nilai *DPMO* 20.590 unit terletak pada nilai *sigma* antara 3,54 dan 3,55. Dengan demikian untuk mengetahui nilai *sigma* dilakukan interpolasi terhadap kedua nilai *sigma* tersebut (nilai *sigma* 3,54 mempunyai *DPMO* = 20.675 unit, sedangkan nilai *sigma* 3,55 mempunyai *DPMO* = 20.182 unit). Perhitungan interpolasi sebagai berikut:

$$\frac{20.675 - 20.590}{20.590 - 20.182} = \frac{3,54 - x}{x - 3,55}$$

$$\frac{85}{408} = \frac{3,54 - x}{x - 3,55}$$

$$85(x - 3,55) = 408(3,54 - x)$$

$$85x - 301,75 = 1.444,32 - 408x$$

$$85x + 408x = 1.444,32 + 301,75$$

$$493x = 1.746,07$$

$$x = 3,5417$$

Berdasarkan hasil interpolasi, maka diketahui nilai *sigma* yang dimiliki PT SOG Indonesia setelah perbaikan adalah 3,5417. Dengan demikian, nilai *sigma* proses mengalami peningkatan kualitas.

5.4 Perbandingan DPMO dan Level Sigma

Perbandingan DPMO dan level *sigma* dilakukan untuk mengetahui apakah DPMO setelah perbaikan mengalami penurunan dari DPMO sebelum perbaikan, sedangkan level *sigma* mengalami kenaikan setelah upaya perbaikan diimplementasikan terhadap proses. Besarnya DPMO dan level *sigma* sebelum dan setelah perbaikan dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perbandingan DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Perbaikan

No	Baseline	Nilai	Selisih	Ket
----	----------	-------	---------	-----

	Kinerja	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan		
1.	DPMO	63.176	20.590	42.586	Turun
2.	Level Sigma	3,0286	3,5417	0,5131	Naik

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Berdasarkan Tabel 5.4 didapat dijelaskan bahwa DPMO mengalami penurunan signifikan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya penurunan DPMO setelah dilakukan perbaikan yaitu sebesar 39.906 dari 63.176 menjadi 20.590 dari total *defect*. Level *Sigma* terjadi peningkatan level, yaitu dari 3,0286 menjadi 3,5417.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah ditentukan sebelumnya, maka kesimpulan yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Jenis cacat yang terjadi pada *Junction Box* adalah cacat *Junction Box* (JB) tidak berfungsi sesuai standar karena hanya ada satu cacat yang muncul pada produk JB yaitu cacat JB tidak berfungsi sesuai standar.
2. Dari hasil analisis dengan menggunakan 5W+1H maka faktor yang menyebabkan terjadinya produk cacat pada proses pemasangan komponen adalah sebagai berikut:

- a. Manusia

Banyak faktor dalam diri operator yang dapat menyebabkan kinerjanya tidak stabil sehingga mengakibatkan terjadinya penyimpangan dalam mengerjakan pekerjaannya. Berdasarkan diagram *fishbone* ditemukan Operator yang kurang teliti disebabkan operator tidak memperhatikan komponen yang akan dipasang, operator tidak memperhatikan disebabkan karena operator hanya mengambil tanpa mengecek komponen dari tempatnya. Hal ini sangat mempengaruhi terjadinya cacat JB tidak berfungsi sesuai standar.

- b. Material

Penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya cacat JB tidak berfungsi adalah komponen ada yang rusak atau *reject* karena kualitas komponen yang kurang bagus. Hal ini disebabkan karena pasokan komponen dari *supplier* tidak dicek ulang.

- c. Metode

Dari faktor metode, akar permasalahan yang menimbulkan cacat JB tidak berfungsi sesuai standar adalah komponen tidak sesuai tempatnya karena komponen tidak tertata rapih. Hal ini disebabkan karena penempatan komponen yang tidak sesuai dengan kode komponen.

3. Usulan perbaikan dari faktor-faktor penyebab produk cacat, maka diperlukan tindakan pengendalian kualitas untuk meningkatkan kemampuan proses pemasangan komponen pada JB sebagai berikut:
 - a. Melakukan pengawasan dan melakukan pelatihan terhadap operator.
 - b. Melakukan pengecekan ulang pada komponen.
 - c. Melakukan penambahan kode pada tempat komponen.

Hasil perbandingan DPMO, dan level *sigma*, sebelum dan sesudah perbaikan pada proses pemasangan komponen untuk produk JB dengan menggunakan pendekatan DMAIC adalah sebagai berikut:

- a. DPMO

Nilai DPMO sebelum implementasi adalah 63.176 unit dan nilai DPMO sesudah implementasi adalah sebesar 20.590 unit.

- b. Nilai Level Sigma

Level *sigma* sebelum implementasi adalah 3,0286 *sigma* dan level *sigma* sesudah implementasi adalah sebesar 3,5417 *sigma*.

6.2. Saran

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

1. Untuk meningkatkan kualitas produk, maka PT SOG Indonesia sebaiknya melibatkan seluruh karyawan dalam hal pengendalian kualitas dengan cara FGD (*focus group discussion*)
2. Sebaiknya dilakukan perbaikan secara terus menerus terhadap kualitas produk, khususnya produk JB agar mencapai kualitas terbaik.
3. Melakukan pengecekan dan perawatan pada tempat komponen agar tidak terjadi kesalahan pada pemasangan komponen karena sangat berpengaruh terhadap *output* yang dihasilkan.
4. Implementasi perbaikan *six sigma* sebaiknya dilanjutkan oleh pihak manajemen secara berkelanjutan dan diterapkan pada semua bagian perusahaan, untuk dapat meningkatkan kualitas JB terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif dan Manajemen Kualitas*. Yogyakarta: ANDI.
- Evans, J. R. dan Lindsay, W. M. 2007. *Pengantar Six Sigma; An Introduction to Six Sigma and Process Improvement*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Garvin, D. A. 1987. *Managing Quality*. New York: The Free Press.
- Gaspersz, V. 1998. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2003. *Manajemen Bisnis Total - Total Quality Management*. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama,
- Hansen dan Mowen. 2001. *Manajemen Biaya. Buku II*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Hidayat. 2007. *Strategi Six Sigma Peta Pengembangan Kualitas dan Kinerja Bisnis*, Penerbit PT, Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Peter, Pande. Et all, 2003. *“The Six Sigma Way “(Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka)*. Yogyakarta: ANDI.
- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Handbook. Panduan lengkap Untuk Greenbelts. Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkatan.*, Jakarta: Salemba Empat.
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Jakarta: Guna Widya.

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola

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

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		

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

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

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

