

**“PENERAPAN METODE DMAIC UNTUK MENGHILANGKAN
CACAT KOMPONEN *WATER PUMP* PADA MESIN *REVERSE
OSMOSIS SEAWATER* DI PT TIRTA SUMBER MAKMUR”**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program
Studi DIV Teknik Industri Otomotif pada
Politeknik STMI Jakarta**

Oleh:

**NAMA : NOER MAULUDINAR OETARI
NIM : 1111090**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2017**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTRIAN PERINDUSTRIAN RI
TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

“PENERAPAN METODE DMAIC UNTUK MENGHILANGKAN CACAT KOMPONEN *WATER PUMP* PADA MESIN *REVERSE OSMOSIS SEAWATER* DI PT TIRTA SUMBER MAKMUR” **DISUSUN**

OLEH:

NAMA : NOER MAULUDINAR OETARI

NIM : 1111090

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

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu, 12 September 2018.

Jakarta, September 2018

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Ir. Moh. Rahmatulloh, MBA
NIP: 195504071984031004

Taswir Syahfoeddin, SMI, MSi
NIP: 195412261989031001

Dosen Penguji 3

Dosen Pembimbing

Indra Yusuf. R. ST, MT
NIP: 197312302001121002

Dr. Huwae Elias Paulus, MSc, MM
NIP: 195510091982031002

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR :

**“PENERAPAN METODE DMAIC UNTUK MENGHILANGKAN CACAT
KOMPONEN WATER PUMP PADA MESIN REVERSE OSMOSIS
SEAWATER DI PT TIRTA SUMBER MAKMUR”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : NOER MAULUDINAR OETARI

NIM : 1111090

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

Laporan Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Jakarta, 2 Oktober 2017

Dosen Pembimbing 1 Dosen Pembimbing 2

Dr. Huwae Elias Paulus, MSc, MM

Dr. Ir. Drs. Hasan Sudrajat, MM, MH

NIP: 195510091982031002 NIP : 195804091979031002 **ABSTRAK**

PT Tirta Sumber Makmur merupakan salah satu perusahaan yang menghasilkan produk-produk setengah jadi dan penyedia jasa *finishing*. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak dibidang keahlian sistem dan disinfeksi air dengan teknologi *Reverse Osmosis* sehingga menghasilkan air yang steril. Salah satu produknya adalah *Reverse Osmosis Seawater*. Proses produksi dalam mesin *Reverse Osmosis Seawater* dilakukan dengan melalui 3 tahap yaitu proses perakitan *pretreatment*, perakitan unit *RO*, dan terakhir perakitan *system membrane*. Saat ini kualitas mesin *Reverse Osmosis Seawater* masih belum maksimal, hal ini ditunjukkan oleh banyaknya jumlah produk *defect* yang cukup besar, yaitu sekitar 43%. Cacat tersebut menyebabkan produk tidak sesuai spesifikasi, sehingga menimbulkan pemborosan waktu serta pemborosan biaya bagi perusahaan. Dari sekian banyak *defect* yang ditemukan, kecacatan terbesar ada dalam perakitan unit *RO* dengan cacat yang paling dominan yaitu cacat *water pump seal* bocor. Dampak yang ditimbulkan dari adanya produk cacat ini adalah *rework* produk dari awal proses yaitu perakitan unit *RO*. Pada masalah ini solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengguakan filosofi *Six Sigma* dengan metode DMAIC. Metode ini dapat meminimalisirkan produk cacat

dan peningkatan nilai *Sigma*. Metode ini dilakukan melalui lima tahapan yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*. Pada tahap *define* ini digunakan pemilihan dan penentuan proyek *Six Sigma* pada produk untuk memprioritaskan masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu, *check sheet* untuk mengumpulkan data, diagram Pareto untuk menentukan cacat yang paling dominan dan diagram SIPOC untuk mendefinisikan proses yang akan diteliti. Pada tahap *measure* digunakan *Voice Of Customer* untuk mengetahui *Critical To Quality*, pembuatan peta kendali p untuk mengetahui apakah cacat dalam batas kendali atau tidak serta perhitungan DPMO dan *Level Sigma*. Pada tahap *analyze* dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat untuk mengidentifikasi penyebab akar permasalahan. Pada tahap *improve* digunakan 5W+1H untuk membuat solusi. Pada tahap *control* dilakukan tindakan perbaikan pada jenis cacat yang diprioritaskan, menunjukkan penurunan nilai DPMO sebesar 8.700 dari 32.000 menjadi 23.300 dan juga dapat meningkatkan nilai *sigma* sebesar 0,13 dari 3,35 menjadi 3,48

Kata Kunci : Perbaikan Proses, DMAIC, *Reverse Osmosis Seawater*, Perakitan Unit RO dan *water pump seal* bocor

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kenikmatan hidup serta kesempatan sehingga saya mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam terus tercurah kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya hingga ke zaman yang penuh dengan karunia ilmu pengetahuan, semoga syafaat beliau melingkupi kita hingga akhir. Adapun judul penuliasantugas akhir yaitu **“PENERAPAN METODE DMAIC UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK REVERSE OSMOSIS SEAWATER DI PT TIRTA SUMBER MAKMUR”**

Tujuan penulisan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Akademik Program Diploma IV Program Studi Teknik

Industri Otomotif. Bahan penulisan diambil berdasarkan hasil penelitian kerja lapangan di PT Tirta Sumber Makmur.

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini tak lupa menghaturkan sujud syukur dan sangat berterima kasih kepada Mama dan Papa yang telah banyak memberikan dorongan serta motivasi semangat dari awal sampai terselesaikannya tugas akhir ini. Dan tanpa dorongan dari semua pihak maka penulisan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada :

- Bapak DR. Mustofa, S.T, M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, ST,MT selaku Ketua Program Studi TIO
- Bapak Dr.Huwae Elias Paulus, MSc, MM selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta memberikan petunjuk dan arahan yang sangat berharga untuk penulis.
- Bapak Dr. Ir. Drs. Hasan Sudrajat, MM selaku dosen pembimbing II yang telah banyak bimbingan serta memberikan petunjuk dan arahan yang sangat berharga.
- Bapak / Ibu dosen di Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan ilmuilmu yang bermanfaat bagi penulis.
- Prof. Dr Majid Hakim Elahi yang telah memberikan dorongan serta motivasi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- Tak lupa juga berterima kasih kepada sahabat-sahabat saya Sammy, Nawang, Nurma, Gita, Ginta, Ida dan Ronald yang selalu mendukung serta memberikan dorongan moril dan memotivasi sampai laporan ini terselesaikan.

Sangat disadari bahwa tugas akhir ini masih sangat jauh dari kesempurnaan dengan segala kekurangannya. Untuk itu diharapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan dari tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Jakarta, Oktober 2017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep Dasar Sistem Industri	7
2.2 Kualitas	10

2.2.1 Dimensi Kualitas	12
2.2.2 Pengendalian Kualitas	14
2.2.3 Langkah-langkah Pengendalian Kualitas	15
2.2.4 Manfaat Pengendalian Kualitas	17
2.2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas	17
2.3 Variasi	19
2.4 Perbaikan Proses	21
2.5 <i>Six Sigma</i>	22
2.5.1 Pengendalian Kualitas <i>Six Sigma</i> Motorola	22
2.5.2 Beberapa Istilah dalam Konteks <i>Six Sigma</i>	25
2.5.3 Keuntungan Penerapan <i>Six Sigma</i>	26
2.5.4 Prinsip Kualitas dan <i>Six Sigma</i>	27
2.6 Model Perbaikan <i>Define, Measure, Analyze, Improve</i> dan <i>Control</i> (DMAIC)	28
2.6.1 <i>Software Minitab</i>	29
2.6.2 Tahap <i>Define</i>	30
2.6.3 Tahap <i>Measure</i>	37
2.6.4 Tahap <i>Analyze</i>	49
2.6.5 Tahap <i>Improve</i>	52
2.6.6 Tahap <i>Control</i>	54
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Sumber Data	56
3.1.1 Jenis Data	56
3.1.2 Sumber Data	57
3.2 Metode Pengumpulan Data	57
3.3 Teknik Analisis	58
3.3.1 Studi Lapangan.....	58
3.3.2 Studi Pustaka	58
3.3.3 Identifikasi Masalah	58
3.3.4 Tujuan Penelitian	59
3.3.5 Pengumpulan Data	59
3.3.6 Pengolahan Data.....	59

3.3.7 Analisis Pengolahan Data	61
3.3.8 Kesimpulan dan Saran	62
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	65
4.1.1 Sejarah Berdirinya PT Tirta Sumber Makmur	65
4.1.2 Visi dan Misi PT Tirta Sumber Makmur	66
4.1.3 Struktur Organisasi PT Tirta Sumber Makmur	67
4.1.4 <i>Job Description</i>	68
4.1.5 Kebijakan Mutu PT Tirta Sumber Makmur	70
4.1.6 <i>Customer</i> PT Tirta Sumber Makmur	71
4.1.7 Sistem Ketenagakerjaan	73
4.1.8 Kondisi dan Lingkungan Kerja	74
4.1.9 Alat Pelindung Diri (APD)	74
4.1.10 Deskripsi Produk	75
4.1.11 Proses Produksi	77
4.1.12 Bahan Utama Mesin <i>Reverse Osmosis Seawater</i>	77
4.1.13 <i>Flowchart</i> (Diagram Aliran Proses Produksi).....	79
4.1.14 Jenis Cacat	80
4.1.15 Data dan Jenis Cacat Harian	82
4.2 Pengolahan Data.....	83
4.2.1 Produk Perusahaan PT Tirta Sumber Makmur	83
4.2.2 Produk Cacat	84
4.2.3 Tahap <i>Define</i>	85
4.2.4 Tahap <i>Measure</i>	89
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH	
5.1 Tahap <i>Analyze</i>	99
5.2 Tahap <i>Improve</i>	102
5.3 Tahap Implementasi	105
5.4 Tahap <i>Control</i>	106
5.4.1 Data Setelah Perbaikan	107
5.4.2 Peta Kendali Setelah Perbaikan	108
5.4.3 Perhitungan <i>Defect Per Milion Opportunities</i> (DPMO) dan <i>Level Sigma</i> Setelah Perbaikan	110

5.4.4 Perbandingan <i>Defect Per Milion Opportunities</i> (DPMO) dan <i>Level Sigma</i>	112
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	114
6.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skema Sistem Produksi	8
2.2 Roda Deming dalam Industri Modern	9
2.3 Diagram PDCA	16
2.4 Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola dengan Distribusi Normal 1,5 <i>Sigma</i>	25
2.5 Siklus DMAIC	29
2.6 <i>Cheeck Sheet</i> (Lembar Periksa)	32
2.7 Diagram Pareto Proses Produksi	34
2.8 Diagram SIPOC	35
2.9 Simbol Bagan Aliran	36
2.10 Bentuk Diagram Alir (<i>flowchart</i>)	37
2.11 Peta Kendali P	43
2.12 Diagram sebab-akibat (<i>fishbone</i>)	52
3.1 Kerangka Berfikir dari Metodologi Penelitian	63

4.1 Logo PT Tirta Sumber Makmur	66
4.2 Struktur Organisasi PT Tirta Sumber Makmur	68
4.3 Mesin <i>RO Seawater</i>	76
4.4 Cara Kerja Mesin <i>RO Seawater</i>	79
4.5 Peta Aliran Proses Produksi (<i>flowchart</i>)	80
4.6 <i>Water Pump</i>	81
4.7 Diagram Pareto Data Produksi	84
4.8 Diagram Pareto Data Cacat Produk	85
4.9 <i>Parto Chart</i> Jenis Cacat	87
4.10 Diagram SIPOC	88
4.11 Peta Kontrol P Jumlah Cacat	93
4.12 Peta Kontrol P Jumlah Cacat Setelah Revisi	95
5.1 <i>Fishbone</i> Diagram <i>Seal</i> Bocor	100
5.2 <i>Seal</i> Rusak	105
5.3 Pendingin Mesin	105
5.4 <i>Seal</i> Setelah Perbaikan	106
5.5 Peta Kontrol P 1 Juli s.d 25 Juli 2016 setelah perbaikan	109

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbedaan <i>True Six Sigma</i> dengan <i>Motorola Six Sigma</i>	24
2.2 Proses Produksi	34
2.3 Hubungan <i>Sigma</i> dan DPMO	47
2.4 Sampling judgemental vs statistical	48
2.5 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan	54
4.1 <i>Customer</i> PT Tirta Sumber Makmur.....	71
4.2 Waktu Kerja <i>Shift</i> Pagi	73
4.3 Pengolahan Tingkat Awal	78
4.4 Komponen <i>RO</i>	78
4.5 Komponen Desinfeksi dan Tangki Penampung Air	78
4.6 Pembangkit Listrik	78
4.7 Data dan Jenis Cacat Harian Mei 2016	82
4.8 Produk PT Tirta Sumber Makmur.....	83
4.9 Data Produk Cacat PT Tirta Sumber Makmur Mei 2016	85
4.10 Jenis dan Presentase Jumlah Cacat	86
4.11 Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Mei 2016	93
4.12 Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Mei 2016 setelah Revisi	92
5.1 Analisis 5W+1H untuk perbaikan <i>seal</i> bocor	103
5.2 Data Cacat 1 Juli 2106 s.d 25 Juli 2016 setelah perbaikan	107
5.3 Pengolahan Data Cacat Harian 1 Juli 216 s.d 25 Juli 2016 Setelah Perbaikan	108
5.4 Perbandingan DPMO dan <i>Level Sigma</i> Sebelum dan Sesudah perbaikan ...	112

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas merupakan salah satu jaminan yang harus diberikan dan dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggan. Termasuk pada kualitas produk, oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas secara terus menerus dari perusahaan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan.

PT Tirta Sumber Makmur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur. Produknya adalah macam-macam mesin yang harus digunakan sebagai media untuk penyedia air yang terdiri dari atas beberapa mesin dan rakitan. Perusahaan ini menggunakan sistem disinfeksi air dengan teknologi *Reverse Osmosis* sehingga menghasilkan air yang steril untuk rumah tangga, kantor, pabrik, restaurant, rumah sakit, hotel, resort, komunitas pulau, industri makanan, minuman dan untuk memenuhi kebutuhan farmasi. Salah satu produknya adalah *Reverse Osmosis Seawater*. Proses produksi dalam produk *Reverse Osmosis Seawater* dilakukan melalui 3 tahap perakitan yaitu proses perakitan *pretreatment*, perakitan unit *RO*, dan terakhir perakitan *system membrane*.

Saat ini kualitas produk *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur masih belum maksimal, hal ini ditunjukkan oleh banyaknya jumlah produk *defect* yang cukup besar, yaitu sekitar 43%. Cacat tersebut menyebabkan produk tidak sesuai spesifikasi, seharusnya debit air yang keluar adalah 20.000 s.d 25.000 liter/hari tetapi debit air yang keluar hanya 17.000 s.d 18.000 liter/hari sehingga menimbulkan complain dari pelanggan karena tidak dapat digunakan sebagaimana semestinya. Dari sekian banyak *defect* yang ditemukan, kecacatan terbesar ada dalam perakitan unit *RO* dengan cacat yang paling dominan yaitu cacat *water pump*.

Permasalahan dalam proses perakitan unit *Reverse Osmosis* cacat tersebut harus segera diperbaiki kualitasnya dengan cara terlebih dahulu mengidentifikasi penyebab-penyebab permasalahan. Dampak yang ditimbulkan dari adanya produk cacat ini adalah *rework* produk dari awal proses yaitu perakitan unit *RO*, sehingga dari keadaan ini akan menimbulkan pemborosan waktu produksi dan biaya produksi yang secara tidak langsung akan menurunkan kualitas perusahaan.

Untuk itu yang paling tepat didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktifitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat pendayagunaan asset yang lebih tinggi, serta mendapatkan imbal hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan. Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian yang sederhana yaitu DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisa), *Improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya. Dengan demikian diharapkan penelitian mampu meningkatkan kualitas produk dan menekan jumlah cacat produk seminimal mungkin. Berdasarkan persoalan diatas maka diambil judul **“Penerapan Metode DMAIC Untuk Menghilangkan Cacat Komponen Water Pump Pada Mesin Reverse Osmosis Seawater di PT Tirta Sumber Makmur”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis cacat pada mesin *Reverse Osmosis Seawater* dan faktor penyebab terjadinya cacat pada komponen *water pump*?
2. Bagaimana tindakan perbaikan untuk meningkatkan kualitas perakitan pada komponen *water pump*?
3. Bagaimana nilai *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma* sebelum dan sesudah perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam pelaksanaan pada PT Tirta Sumber Makmur agar proses bisa berjalan dengan lancar adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis-jenis cacat pada mesin *Reverse Osmosis Seawater* dan mengetahui faktor penyebab timbulnya cacat komponen *water pump* .

2. Mendapatkan langkah perbaikan untuk meningkatkan kualitas pada komponen *water pump*.
3. Menghasilkan nilai *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma* sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, serta memudahkan dalam menganalisis dan menarik kesimpulan, maka dibuat ruang lingkup pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di PT Tirta Sumber Makmur.

2. Ukuran jarak data penelitian yang digunakan sebelum dan sesudah perbaikan dari tanggal 2 Mei 2016 s.d 29 Juli 2016.
3. Penelitian dan pengamatan dilakukan pada saat proses perakitan *pretreatment*, perakitan unit *RO*, dan perakitan *system membrane*.
4. Laporan tidak membahas masalah biaya, dan hanya di fokuskan pada pengukuran jarak dimensi.
5. Penelitian dilakukan melalui tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas yang terdiri dari lima fase yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* .
6. *Tools* yang digunakan dalam metode DMAIC yaitu diagram Pareto untuk mengidentifikasi cacat yang paling dominan, diagram sebab-akibat (*fishbone*) untuk mengidentifikasi penyebab cacat.
7. Tidak membahas tentang permasalahan yang berkaitan dengan ergonomik dan studi gerak.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang menguraikan data yang dihimpun dari perusahaan yang sedang diteliti. Adapun teknik pengumpulan datanya: 1. *Library Research* (Metode Kepustakaan)

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku atau literatur yang berhubungan dengan tema penelitian. Dalam tahap ini, landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan adalah teori mengenai *Define*,

Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) dalam kualitas dan kapabilitas proses. Selain itu penulis juga mengumpulkan data-data tertulis yang berhubungan dengan kegiatan produksi di PT Tirta Sumber Makmur melalui dokumen/data yang ada di perusahaan.

2. *Field Research* (Metode Observasi)

Metode ini dilakukan dengan cara mencari data melalui pengamatan langsung di lapangan (pabrik) pada saat Praktek Kerja Lapangan. Dalam hal ini penulis melakukan observasi/pengamatan langsung pada proses produksi yang terjadi di PT Tirta Sumber Makmur. Kemudian, mengamati dan mencatat hal-hal yang penting yang berhubungan dengan proses produksi tersebut.

3. *Actions Research* (Penelitian Tindakan)

Dilakukan untuk penerapan yang meningkatkan mutu dan berfokus pada permasalahan yang ada pada suatu objek yang diteliti serta diamati dengan baik agar bisa terpecahbelahkan suatu masalah pada perusahaan PT Tirta Sumber Makmur.

4. *Interview* (Metode pengumpulan data dengan wawancara)

Dalam hal ini penulis melakukan *interview* dengan *supervisor*, karyawan maupun operator di PT Tirta Sumber Makmur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dalam laporan Praktek Kerja Lapangan ini.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihakpihak yang terkait, manfaat penelitian yang diharapkan antara lain:

1. Bagi perusahaan

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

2. Bagi peneliti

Hasil ini diharapkan dapat menambah pegetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan pengendalian kualitas dalam perusahaan. Selain itu, penelitian ini

dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa kuliah.

3. Bagi pihak lain

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

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan, pembahasan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini merupakan bagian yang berisi landasan mendasar dalam menguraikan teori atau konsep yang berhubungan dengan metode DMAIC. Landasan ini diperoleh dari buku-buku bahasan yang bersangkutan dengan DMAIC yang digunakan sebagai dasar pemikiran ilmiah untuk membahas dan menganalisis permasalahan .

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah kerangka berpikir dari awal penelitian hingga akhir yang dilakukan dalam memecahkan masalah .

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data umum perusahaan yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan pada perusahaan. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, seperti cacat yang paling dominan dan didapatkan dari diagram pareto. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Define* dan *Measure*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH

Bab ini menjelaskan analisis masalah berdasarkan hasil pengolahan data pada bab IV melalui metode yang diterapkan. Tahapan yang dilakukan adalah *Analyze*, *Improve*, dan *Control*. 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.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan landasan-landasan mendasar dalam menguraikan teoriteori yang berhubungan dengan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC), seperti konsep dasar sistem industri, kualitas, dimensi kualitas, pengendalian kualitas, langkah-langkah pengendalian kualitas, manfaat pengendalian kualitas, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas, variasi, perbaikan proses, *Six Sigma* beserta perkembangan sejarahnya, *Software Minitab*, tahap *Define*, tahap *Measure*, tahap *Analyze*, tahap *Improve* dan tahap *Control*.

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri

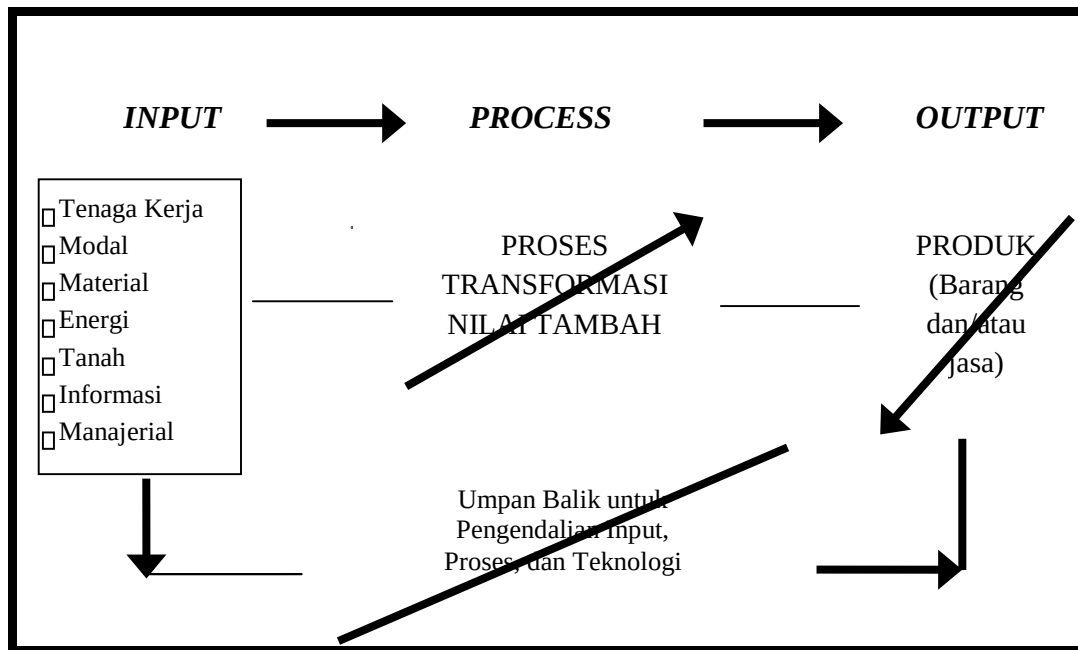
Dalam dunia industri setiap perusahaan mengalami persaingan dalam bisnis. Persaingan yang semakin besar tersebut menyebabkan setiap perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas kepada pelanggannya, untuk itu perlu adanya pemahaman dan keputusan terhadap kebutuhan dan keinginan pelanggan dengan cara selalu menjaga kualitas. Proses industri dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*Continuous Improvement*) yang dimulai dari siklus sejak adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, proses produksi, sampai pada distribusi kepada konsumen. Berdasarkan informasi sebagai umpan balik yang dikumpulkan dari konsumen dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini dengan mengadakan perbaikan terus menerus.

Sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Dengan demikian sistem produksi merupakan suatu hubungan dari beberapa unit atau elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan tertentu. Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting menunjang kontinuitas operasional sistem produksi. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (*material*), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari : supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Suatu sistem produksi selalu berada dalam lingkungan, sehingga aspek-aspek lingkungan seperti : perkembangan teknologi, sosial dan ekonomi, serta kebijaksanaan pemerintah akan sangat mempengaruhi keberadaan sistem produksi.

Skema sistem produksi digambarkan seperti pada Gambar 2.1. berikut :

LINGKUNGAN

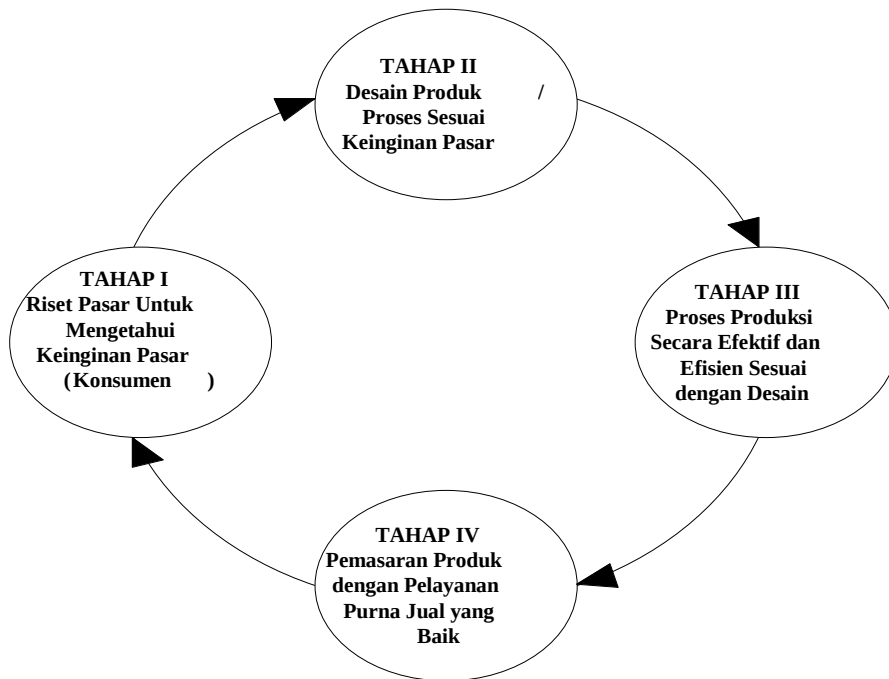




Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.1 tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah : *input*, *process*, *output* serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi seperti perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar produksi dan penentuan harga pokok agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continous improvement*).

Deming (1982), seorang ahli fisika dari Amerika Serikat, memperkenalkan suatu diagram yang memandang industri sebagai suatu perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh Deming selanjutnya populer dengan nama "Roda Deming (*Deming's Wheel*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2.2 Roda Deming dalam Industri Modern
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.2 tampak bahwa Roda Deming terdiri dari empat komponen utama, yaitu : riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik sehingga memuaskan pelanggan. Deming menjelaskan bahwa Roda itu harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggungjawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas.

Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga dan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan para pesaingnya. Deming menjelaskan bahwa roda itu harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggungjawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan informasi tentang keinginan konsumen yang diperoleh dari riset pasar yang komperhensif, selanjutnya desain produk sesuai dengan keinginanan pasar. Dalam desain produk telah menetapkan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Pada bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas

produk agar diperoleh produk sesuai keinginan pasar. Dari proses produksi yang efisien dan berkualitas, selanjutnya didistribusikan ke konsumen dengan harga yang kompetitif. Untuk menghadapi persaingan yang semakin meningkat, perusahaan dituntut untuk selalu melakukan perbaikan secara terus-menerus (*Continuous Improvement*).

2.2 Kualitas

Kualitas merupakan tingkat baik buruknya atau taraf atau derajat sesuatu. Istilah ini banyak digunakan dalam bahasa bisnis, rekayasa, dan manufaktur dalam kaitannya dengan teknik dan konsep untuk memperbaiki kualitas yang akan dihasilkan. 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, 2002).

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), “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.”
2. Vincent Gaspersz (2005), “kualitas adalah totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau diterapkan.”
3. Crosby (1979), “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.”
4. Deming (1982), “kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang.”
5. Feigenbaum (1991), “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture*, dan *maintenance* dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.”
6. Elliot (1993), “kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang berbeda tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan.”
7. Goetsh dan Davis (1994), “kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.”
8. ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI19-8402-1991), “kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.”

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang disetujui secara *universal*, tetapi definisi-definisi tersebut memiliki maksud dan tujuan yang sama yaitu :

- a. Kualitas merupakan usaha untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.
- b. Kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan.

- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah, sehingga membutuhkan suatu usaha untuk meningkatkan kondisi tersebut agar dianggap berkualitas.

Kualitas tidak bisa dipandang sebagai suatu ukuran yang dianggap sempit, yaitu kualitas produk semata-mata. Kualitas tidak hanya kualitas produk saja akan tetapi sangat kompleks karena melibatkan seluruh aspek dalam organisasi serta diluar organisasi. Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari beberapa definisi kualitas menurut para ahli diatas terdapat beberapa kesamaan, sebagaimana yang diringkas dalam Nasution yaitu : kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan, kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses dan lingkungan, dan kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas).

2.2.1 Dimensi Kualitas

Gaspersz (2005), menyatakan dalam bukunya bahwa David Garvin (1987) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, 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 konformasi 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. *Esthetics* (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

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.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, diantaranya yaitu:

1. Feigenbaum (1991)

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan mengadakan pemeriksaan yang dimulai dari bahan mentah sampai bahan jadi sehingga sesuai dengan apa yang diharapkan.

2. Besterfield (1992)

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai suatu proses yang teratur terhadap kegiatan-kegiatan untuk mengukur performansi standar dan berusaha melakukan tindakan perbaikan.

3. Gasperz (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.

Menurut pengertian diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kalitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen.

2.2.3 Langkah-langkah Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas harus dilakukan melalui proses yang terus-menerus dan berkesinambungan. Proses pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan melalui proses (*Plan, Do, Check, Action*) PDCA yang diperkenalkan oleh Dr. W. Edwards Deming, seorang pakar kualitas ternama yang berkebangsaan Amerika Serikat. Siklus

PDCA umumnya digunakan untuk mengetes dan mengimplementasikan perubahan-perubahan untuk memperbaiki kinerja produk, proses atau suatu system dimasa yang akan datang.

Tahap-tahap dalam siklus PDCA terdiri atas:

1. *Plan*

Tindakan untuk mengatur pelaksanaan dari suatu kegiatan agar dapat berjalan sesuai dengan rencana.

2. *Do*

Mengadakan perbaikan dan pencegahan terhadap kesalahan-kesalahan yang telah dilakukan agar kesalahan tersebut tidak terulang kembali.

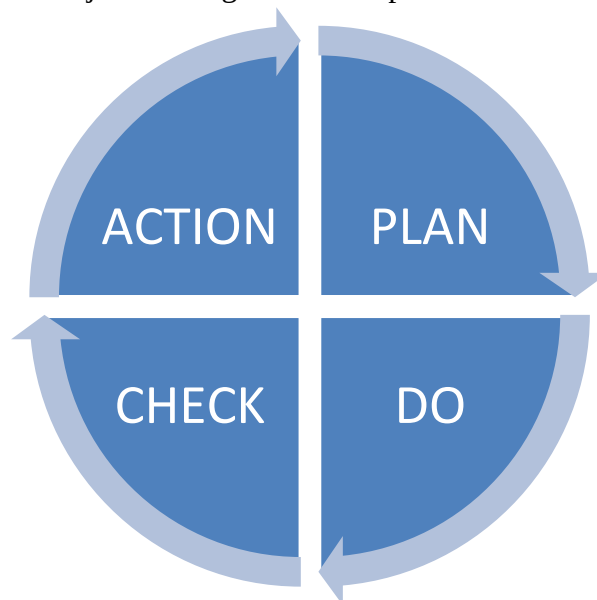
3. *Check*

Menilai dan mengoreksi dengan maksud agar rencana-rencana yang telah ditetapkan dapat tercapai sesuai rencana.

4. *Action*

Tindakan untuk megarahkan semua pelaksanaan kegiatan pada satu sasaran yang telah ditetapkan.

Seperti yang telah ditunjukkan diagram PDCA pada Gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.3 Diagram PDCA
(Sumber: Gaspersz, 1998)

Seperti dilihat pada Gambar 2.3 diatas, keempat langkah tersebut merupakan sebuah proses pengendalian. Tidak salah satu diantara langkah-langkah ini yang secara sendiri mewujudkan pengendalian.

Untuk melaksanakan pengendalian kualitas, terlebih dahulu perlu dipahami beberapa langkah dalam melaksanakan pengendalian kualitas. Untuk mengimplementasikan perencanaan pengendalian dan pengembangan kualitas diperlukan langkah-langkah sebagai berikut (Schroeder, 2007):

1. Mengidentifikasi karakteristik kualitas.
2. Menentukan bagaimana cara mengukur setiap karakteristik.
3. Menetapkan standar kualitas.
4. Menetapkan program inspeksi.
5. Mencari dan memperbaiki penyebab kualitas yang rendah.
6. Terus-menerus melakukan perbaikan.

2.2.4 Manfaat Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan agar menghindari penyimpangan-penyimpangan yang muncul dan dapat dikurangi dan proses dapat dialihkan pada tujuan yang ingin dicapai. Pengendalian kualitas dapat dikatakan efektif apabila dapat menekan sampai batas minimal. Menurut Evan dan Lindsay (2007), manfaat dari pengendalian kualitas adalah:

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.

2.2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Menurut Feigenbaum (1991), kualitas merupakan suatu yang diputuskan oleh pelanggan. Kualitas didasarkan pada pengalaman aktual pelanggan terhadap produk

atau jasa, diukur berdasarkan persyaratan pelanggan tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk ada sembilan atau biasa dikenal dengan 9M, dimana faktor-faktor ini akan menentukan bahwa suatu produk dapat memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu diantaranya:

1. *Market* (Pasar)

Jumlah produk baru dan lebih baik yang ditawarkan di pasar terus tumbuh pada laju eksplosif. Kebanyakan dari produk ini adalah hasil perkembangan-perkembangan teknologi baru bukan hanya produk itu sendiri tetapi juga bahan dan metode yang mendasari pembuatan produk tersebut.

2. *Money* (Uang)

Meningkatnya persaingan di dalam banyak bidang, bersamaan dengan fluktuasi ekonomi dunia telah menurunkan batas (*margin*) laba. Pada waktu yang bersamaan, kebutuhan akan otomatisasi. Pengeluaran biaya yang lebih besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Kenyataan ini telah memfokuskan perhatian manajer di bidang biaya mutu sebagai salah satu “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian dapat untuk dapat memperbaiki laba.

3. *Management* (Manajemen)

Tanggung jawab mutu telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus. Bagian kendali mutu harus merencanakan pengukuran-pengukuran mutu. Pada seluruh aliran, proses yang menjamin bahwa hasil akhir memenuhi persyaratan-persyaratan mutu. Hal ini telah menambah beban manajemen puncak, khususnya dipandang dari bertambahnya kesulitan dalam mengalokasikan tanggung jawab yang tepat untuk mengoreksi penyimpangan standar mutu.

4. *Man* (Sumber Daya Manusia)

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan seluruh bidang-bidang baru seperti elektronika, komputer telah mempercepat suatu permintaan yang besar akan karyawan dengan pengetahuan khusus.

5. *Motivation* (Motivasi)

Membawa mutu produk kedalam pasar telah memperbesar makna kontribusi setiap karyawan terhadap mutu. Penelitian tentang motivasi manusia menunjukkan

bahwa sebagai tambahan hadiah uang. Hal ini membimbing ke arah kebutuhan yang tidak pernah ada sebelumnya, yaitu pendidikan mutu dan komunikasi yang lebih baik tentang kesadaran mutu.

6. *Material* (Bahan)

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan mutu, para ahli teknik memilih bahan dengan batasan yang lebih ketat dari pada sebelumnya dan menggunakan banyak bahan yang baru, yang disebut logam dan campuran eksotik untuk pemakaian khusus. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

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

Mutu yang baik sebuah faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Semakin besar usaha perusahaan untuk melakukan pemekanisasian dan otomasi untuk mencapai penurunan biaya, mutu yang baik semakin kritis, baik untuk membuat penurunan-penurunan ini menjadi nyata dan untuk meningkatkan pekerja dan pemakaian mesin hingga ke nilai yang memuaskan.

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

Evolusi teknologi komputer yang cepat telah membuka kemungkinan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil kembali dan manipulasi informasi pada suatu skala yang tidak pernah terbayang sebelumnya. Teknologi informasi baru yang ampuh ini menyediakan cara untuk mengandalkan produk dan jasa bahkan hingga setelah sampai ke pelanggan.

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

Kemajuan pesat dalam kerumitan kerekayasaan rancangan yang memerlukan kendali yang jauh lebih ketat pada seluruh proses pembuatan, telah membuat hal-hal kecil yang sebelumnya terabaikan menjadi penting secara potensial. Meningkatnya kerumitan dan persyaratan-persyaratan prestasi yang lebih tinggi bagi produk telah menekankan pentingnya keamanan dan keandalan produk.

2.3 Variasi

Variasi merupakan perubahan atau fluktuasi dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses atau seberapa *predictable* sebuah

proses. Variasi dipengaruhi oleh lingkungan, orang, mesin atau perlengkapan, metode atau prosedur, pengukuran, dan bahan mentah (Gaspersz, 2002). Variasi merupakan akibat dari sebab-sebab khusus dan sebab alamiah (umum). Sebab khusus dapat dihilangkan dengan menggunakan peranti atau alat perbaikan proses, sedangkan sebab alamiah dapat diatasi dengan dilakukannya perbaikan proses secara kontinu. Penyebab khusus dan penyebab umum memiliki pengertian (Gaspersz, 2002):

1. Penyebab khusus

Kejadian-kejadian di luar sistem industri yang mempengaruhi variasi dalam sistem industri itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor: manusia, peralatan/mesin, material, lingkungan, dan metode kerja. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat diidentifikasi/ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses, sehingga menimbulkan variasi. Dalam analisis data dengan menggunakan peta kontrol jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas kendali.

2. Penyebab umum

Faktor-faktor di dalam sistem industri atau yang melekat pada proses industri yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem industri serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga sebagai penyebab acak atau penyebab sistem. Oleh karena penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, maka untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem manajemen kualitas tersebut. Dalam analisis data dengan menggunakan peta kontrol jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas kendali.

Huruf kecil “*Sigma*” dalam alphabet Yunani - σ – merupakan sebuah simbol yang digunakan dalam notasi statistik untuk menunjukkan “deviasi standar” dari sebuah populasi. Deviasi standar disebut dalam istilah statistik merupakan jumlah indikator jumlah “variasi” atau inkonsistensi di semua kelompok proses. Sebagai contoh ketika membeli makanan siap saji yang manis dan panas, tetapi anda mendapatkan makanan itu hangat, tidak panas itulah variasi atau jika anda membeli

tiga potong kemeja dengan ukuran yang sama, tetapi yang satu ternyata ukurannya terlalu kecil, maka itu juga disebut variasi.

Pemahaman dan pengendalian variasi merupakan inti dari teori Deming yang menyatakan bahwa sasaran dari pengendalian proses industri guna meningkatkan kualitas dan produktivitas industri adalah mengurangi variasi sebanyak mungkin. Pendekatannya adalah menstandarisasikan proses melalui setiap orang menggunakan prosedur kerja, material, dan peralatan yang sama. Variasi tidak dapat dihilangkan namun variasi dapat dikurangi dengan cara mereduksi segala sumber yang menjadi penyebab variasi tersebut muncul.

2.4 Perbaikan Proses

Proses adalah serangkaian aktivitas yang ditunjukkan untuk mencapai beberapa hasil. Biasanya, berbicara mengenai proses dalam konteks produksi yaitu sekumpulan aktivitas dan operasi yang terlibat dalam perubahan *input* (fasilitas fisik, material, modal, peralatan, manusia dan energi) menjadi *output*. Jenis-jenis proses produksi yang biasanya ditemui adalah proses penstrukturan, penggabungan, perakitan, pemesanan, atau penyetujuan pinjaman. Tetapi hampir semua aktivitas penting dalam sebuah organisasi melibatkan proses yang melintasi batas organisasi.

Menurut Evans dan Lindsay (2007), perbaikan proses merupakan aktivitas utama. Perbaikan (*improvement*) baik dalam arti perubahan secara perlahan-lahan, dalam bentuk kecil dan bertahap, serta yang bersifat terobosan, maupun perbaikan yang besar dan cepat. Perbaikan ini bisa berupa bentuk-bentuk dibawah ini:

1. Meningkatkan nilai untuk pelanggan melalui produk dan jasa yang baru dan lebih baik.
2. Mengurangi kesalahan, kecacatan, limbah, serta biaya-biaya yang lain yang terkait.
3. Meningkatkan produktivitas dan efektivitas penggunaan semua jenis sumber daya.
4. Memperbaiki respons dan masa siklus kinerja proses seperti menanggapi keluhan pelanggan atau peluncuran produk baru.

Fokus pada proses mendukung upaya perbaikan secara terus-menerus dengan cara memahami sinergi ini dan mengenali sumber permasalahan yang sebenarnya. Meningkatkan kinerja bisnis memerlukan pendekatan yang terstruktur, pemikirannya yang disiplin, serta keterlibatan semua karyawan didalam perusahaan. Faktor-faktor

ini telah menjadi dasar berbagai metode peningkatan produktivitas dan kualitas selama bertahun-tahun.

2.5 *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*. Istilah *Six Sigma* terdiri dari dua kata yaitu *Six* dan *Sigma*. *Six* berarti angka 6 (enam). Sedangkan *sigma* merupakan huruf ke-18 dari abjad Yunani dan merupakan simbol dari deviasi (penyimpangan) standar yang dilambangkan dengan σ . Oleh karena itu, *Six Sigma* sering dituliskan dalam simbol 6σ .

Six Sigma adalah suatu besaran (*metric*) yang dapat diterjemahkan sebagai suatu proses pengukuran dengan menggunakan tools-tools statistic dan teknik untuk mengurangi cacat hingga lebih dari 3,4 DPMO (defect per Million Opportunities) atau 99,99966 persen difokuskan untuk mencapai kepuasan pelanggan (Syukron dan Kholil, 2013). Berikut adalah beberapa pengertian *Six Sigma*:

1. *Six Sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses dan kepemimpinan bisnis (Pande, dkk, 2002).
2. *Six Sigma* adalah “suatu metodologi bisnis yang bertujuan meningkatkan nilai-nilai kapabilitas dan aktivitas proses bisnis (Hidayat, 2007).

2.5.1 **Pengendalian Kualitas *Six Sigma* Motorola**

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode untuk teknik pengendalian dan peningkatan kualitas secara dramatis, yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. *Six Sigma* sebagai program kualitas juga sebagai alat untuk pemecahan suatu masalah yang ada. *Six Sigma* menekan aplikasi alat secara metodis dan sistematis yang akan dapat menghasilkan terobosan dalam meningkatkan suatu kualitas. Metodologi yang sistematis ini bersifat generic sehingga dapat diterapkan baik dalam industri manufaktur atau jasa. Sistem tersebut dianggap tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas lain hanya menekankan upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen. Upaya tersebut tanpa memberikan

solusi yang ampuh dalam hal terobosan-terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini. Perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* terbukti telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*—kegagalan per sejuta kemungkinan) (Pyzdek, 2002).

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

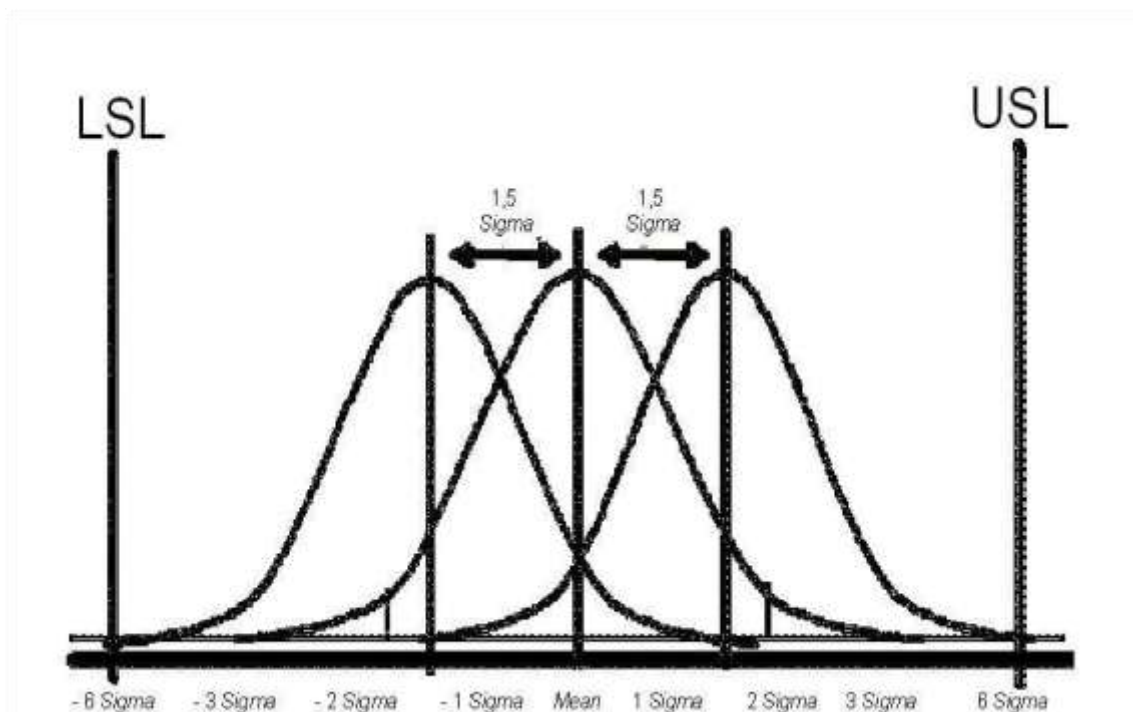
Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) di proses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada pada produk itu. Semakin tinggi target *Sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. *Six Sigma* juga bisa dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (*dramatic*) di tingkat bawah. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*). Pendekatan pengendalian proses 6-*Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5*Sigma*. Konsep *Six Sigma* Motorola berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1.

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

<i>True Six Sigma Process</i> (Normal Distribution Centered)			<i>Motorola's Six Sigma Process</i> (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentation yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentation Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)
$\pm 1 \text{ Sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1 \text{ Sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2 \text{ Sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2 \text{ Sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3 \text{ Sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3 \text{ Sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4 \text{ Sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4 \text{ Sigma}$	93,3790%	6.210
$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,999943%	0,57	$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,9999998%	0,002	$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,99966%	3,4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebaik-baiknya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut. Dapat dilihat gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *Sigma* pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Konsep *Six Sigma* Motorola dengan Distribusi Normal 1,5 *Sigma*
(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.5.2 Beberapa Istilah Dalam Konsep *Six Sigma*

Beberapa istilah yang terdapat dalam konsep *Six Sigma* antara lain (Gaspersz, 2002):

1. *Critical To Quality* (CTQ)

Atribut-atribut yang sangat penting diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktik-praktik yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

2. *Defects*

Kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

3. *Defects Per Opportunities* (DPO)

Ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.

4. *Defects Per Million Opportunities* (DPMO)

Ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan.

5. *Process Capability*.

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis, yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen, berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

6. *Variation*

Merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu.

7. *Stable Operation*

Jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan—meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

8. *Design for Six Sigma* (DFSS)

Suatu desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses (*process capability*).

9. *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC)

Merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*.

2.5.3 Keuntungan Penerapan Six Sigma

Strategi penerapan *six sigma* yang diciptakan oleh DR. Mikel Harry dan Richard Schroeder strategi ini merupakan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan untuk menghilangkan kecacatan. Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diraih dari penerapan metode *six sigma*, (Pande, 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

2.5.4 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.

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.

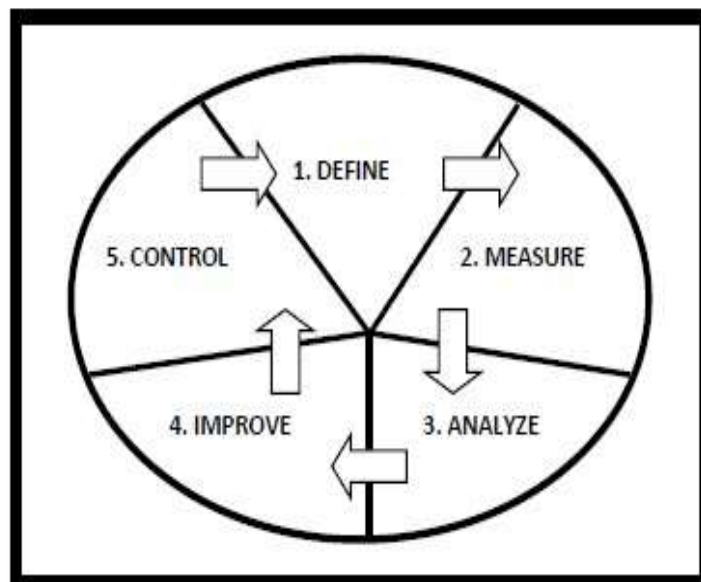
3. Fokus pada proses yang didukung oleh perbaikan dan pembelajaran secara terusmenerus.

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.

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

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.

Pada model perbaikan *Six Sigma* ini menggunakan dan merujuk pada lima fase yang makin umum dalam organisasi-organisasi *Six Sigma*, yaitu *Define* (pendefinisian), *Measure* (pengukuran), *Analyze* (analisis), *Improve* (perbaikan), dan *Control* (pengendalian). Tujuan dari proses DMAIC adalah untuk melangkah dari menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah, hingga akhirnya menemukan solusi atau cara untuk memperbaiki. Seperti model-model perbaikan lainnya, DMAIC didasarkan pada siklus orisinil PDCA, akan tetapi pada metode DMAIC menerapkan usaha perbaikan (*Improve*) proses maupun pada perancangan ulang proses. Peningkatan kualitas dengan *six sigma*. Siklus DMAIC dilihat pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5. Siklus DMAIC
(Sumber: Pande, 2002)

2.6.1 *Software Minitab*

Salah satu kunci sukses *Six Sigma* adalah penyelesaian masalah dengan menggunakan statistik. *Minitab* merupakan paket *software* statistik terkemuka yang telah digunakan pada banyak usaha peningkatan kualitas *Six Sigma*. Perusahaan besar seperti *Honeywell International*, *General Electric*, *Ford Motor Company*, *3M*, *Toshiba*, *LG Electronic*, *Lockheed Martin*, *Nokia*, *Polaroid*, *Invensys* dan masih banyak yang lainnya. *Minitab* sangat *powerfull* dan memiliki kumpulan *tools* yang sangat menyeluruh untuk diimplementasikan pada setiap tahap proyek *Six Sigma*: *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*.

Keunggulan *Minitab* adalah dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk tujuan sosial maupun teknik. Dibandingkan dengan program statistik lainnya, *Minitab* telah diakui sebagai program statistika yang sangat kuat dengan tingkat akurasi taksiran statistik yang tinggi.

Langkah-langkah pengoprasian *Minitab* untuk peta kendali $\bar{X}$ -R yaitu:

1. Masukan data yang ingin dibuat peta kendalinya pada suatu kolom dalam *Minitab*.
Berikan nama yang sesuai, misalnya *Water Pump All Died*.
2. Klik *Start* → *Control Chart* → $\bar{X}$ -R.
3. Akan tampak kotak *$\bar{X}$ -R Chart*.
4. Klik pilihan *Sub groups across rows of*.
5. *Range* semua sub grup pada kolom sebelah kiri.
6. Klik *Select*, kemudian klik OK, maka akan muncul *output* berupa gambar peta kendali.

2.6.2 Tahap *Define*

Setelah sebuah proyek *Six Sigma* dipilih, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefinisikan masalah. Aktivitas ini sangat berbeda dari pemilihan proyek. Pemilihan proyek adalah aktivitas yang dilakukan untuk merespons gejala suatu permasalahan kemudian membuahkan sebuah kesepakatan proyek dimana otoritas dan tanggung jawab diberikan kepada tim *Six Sigma*.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap *Define* adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Metode *Six Sigma* Berdasarkan Jenis Produk
Dalam hal ini harus ditentukan prioritas utama tentang masalah-masalah peningkatan kalitas mana yang akan ditangani terlebih dahulu. Ini dilakukan agar metode *Six Sigma* yang dilakukan tidak asal-asalan dan tanpa mengetahui manfaat atau kriteria apa yang dijadikan pedoman untuk memilih metode tersebut. Setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih harus memenuhi kategori, antara lain (Gaspersz, 2002):
 - a. Memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis.
 - b. Memberikan hasil-hasil kelayakan.
 - c. Memberikan dampak positif kepada organisasi sehingga kriteria pemilihan metode ini dapat didaftarkan berdasarkan ketiga kategori tersebut.
2. *Check Sheet* (Lembar Pemeriksaan)

Check Sheet merupakan sebuah dokumen sederhana yang digunakan untuk mengumpulkan data pada saat *real-time* dan pada lokasi dimana data tersebut muncul. Biasanya dokumen ini terdiri dari formulir kosong yang didesain untuk merekam atau menyimpan informasi yang diinginkan dengan cepat dan efisien. Menurut Evans dan Lindsay (2007), *Check Sheet* atau lembar pemeriksaan adalah sejenis formulir pengumpulan data khusus yang hasilnya dapat diinterpretasikan pada formulir tersebut secara langsung tanpa membutuhkan pemrosesan lebih lanjut. Lembar pemeriksaan menggunakan formulir berbentuk kolom atau tabel untuk merekam data. Sebelum dituangkan dalam lembar data, data yang kita peroleh perlu diteliti terlebih dahulu dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Bisa mengungkapkan fakta secara lengkap.
- b. Sesuai dengan fakta yang sebenarnya.
- c. Bisa merekam apa yang terjadi kepada produk.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan data adalah: a.

Sasaran pengumpulan data harus jelas.

- b. Penggolongan data sesuai dengan kebutuhan untuk memudahkan pengumpulan data.
- c. Pastikan validitas data (data dapat diandalkan atau sesuai dengan fakta/kenyataan yang ada).
- d. Tentukan metode pengumpulan data dan perlengkapannya. Hal yang perlu diperhatikan dalam membuat lembar pengumpulan data: a. Maksud pembuatan harus jelas 1). Apa yang akan diketahui?
2). Apakah data diperoleh sudah cukup lengkap dan mudah dipahami?
3). Memberikan data yang lengkap tentang apa yang ingin diketahui
- b. Dapat diisi dengan cepat dan mudah, jika diperlukan dapat menggunakan gambar. Maksud dari pembuatan *check sheet* adalah:
1). Memudahkan pencatatan kejadian-kejadian yang telah berlangsung.
2). Menghemat waktu pencatatan dan adanya standarisasi pencatatan.

Manfaat *check sheet* antara lain:

- a. Memudahkan dalam pemeriksaan dan analisis.
- b. Adanya catatan kegiatan dan kejadian yang telah berlangsung.

- c. Memudahkan membuat rekapitulasi.
- d. Merekam kejadian yang berupa dokumen.

Contoh *Check Sheet* Pemeriksaan Kualitas pada Gambar 2.6.

Pin diameter Check Sheet		Sheet No: <u>1532</u>
Date: <u>12th Oct</u>	Operator: <u>Steve Jefferson</u>	
Lathe number: <u>32146</u>	Remarks: _____	
Cutter type: <u>B32</u>	_____	

	Lower Spec. Limit																	Upper Spec. Limit																
mm:	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4									
25																																		
20																																		
15																																		
10																																		
5																																		
0																																		
Total:	0	0	0	1	0	1	2	4	7	10	14	18	19	15	13	9	5	4	2	2	1	0	0	1	0									

Gambar 2.6. *Check sheet* (Lembar periksa)
(Sumber : Hidayat,2007)

3. Diagram Pareto

Menurut Pyzdek (2002), diagram Pareto adalah proses dalam memeringkatkan kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus dikejar lebih dahulu. Biasa digunakan untuk melihat atau mendefinisikan masalah, tipe cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga kita dapat memprioritaskan penyelesaian masalah untuk menentukan langkah mana yang akan diambil berikutnya.

Adapun kegunaan-kegunaan diagram Pareto adalah sebagai berikut: a.

Menunjukkan jenis persoalan utama.

b. Membandingkan masing-masing jenis persoalan terhadap keseluruhan.

c. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah yang terbatas.

d. Membandingkan hasil perbaikan masing-masing jenis persoalan sebelum dan setelah perbaikan.

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk pembuatan diagram Pareto (Pyzdek, 2002), adalah sebagai berikut:

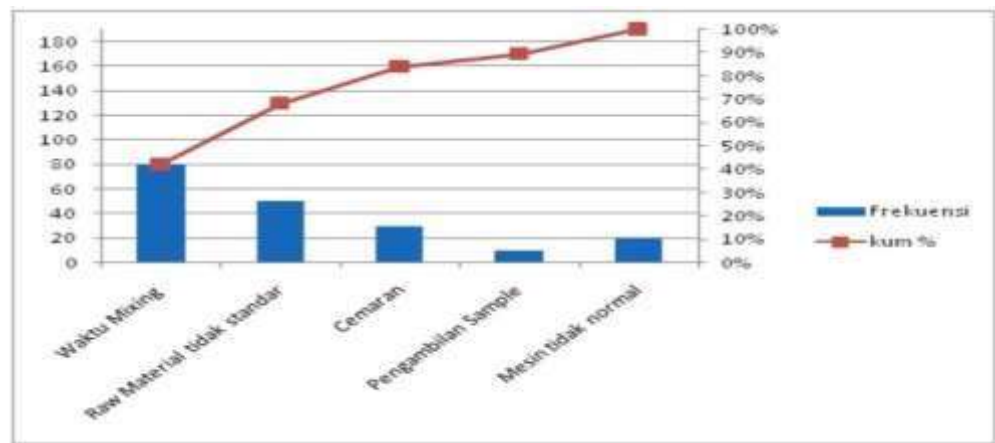
- a. Menentukan klasifikasi (kategori Pareto) untuk grafik. Jika informasi yang diinginkan tidak ada, dapatkan dengan merancang lembaran pemeriksaan dan lembar buku harian.
- b. Pilih suatu interval waktu untuk analisis. *Interval* harus cukup panjang untuk menjadi wakil kinerja khusus.
- c. Tentukan kejadian total (misalnya: biaya, jumlah kerusakan, dan lain-lain) untuk setiap kategori. Juga tentukan total keseluruhan, jika ada beberapa kategori yang menyebabkan hanya bagian kecil dari total, kelompokkan ini ke dalam kategori yang disebut lain-lain.
- d. Hitung persentase untuk setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan total dan kalikan dengan 100.
- e. Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
- f. Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.
- g. Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri berskala dari 0 sampai sedikitnya total keseluruhan. Berikan nama yang sesuai pada sumbu. Ukur sumbu vertikal kanan dari 0 sampai 100%.
- h. Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus terbesar, kedua terbesar dan seterusnya.
- i. Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- j. Gambar satu garis yang menunjukkan kolom persentase kumulatif dari tabel analisis Pareto. Garis persentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertikal kanan.

Menurut Syukron dan Kholil (2013), bahwa sebagian permasalahan kualitas hanya berasal dari beberapa penyebab. Fokus usaha yang digunakan pada hal-hal penting mengenai suatu masalah. Secara khusus 80% masalah adalah disebabkan oleh 20% isu. Contoh : Permasalahan yang Muncul dalam Proses Produksi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Proses Produksi.

Jenis Kesalahan	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
Waktu Mixing	80	42 %	42 %
Raw Material tidak standar	50	26 %	68 %
Cemaran	30	16 %	84 %
Pengambilan Sample	10	5 %	89 %
Mesin tidak normal	20	11 %	100 %

(Sumber: Iriawan dan Astuti, 2006)



Gambar 2.7 Diagram Pareto Proses Produksi

(Sumber: Iriawan dan Astuti, 2006)

4. Diagram SIPOC

Setiap proyek *Six Sigma*, harus didefinisikan proses–proses kunci, proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Diagram SIPOC adalah suatu alat yang digunakan oleh team untuk mengidentifikasi setiap elemen dalam proses sebelum dijalankan. Dalam cangkupan proses SIPOC diagram adalah alat yang merangkum *input* dan *output* dari satu proses atau lebih, yang dijabarkan dalam bentuk tabel. Pelanggan di sini 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 proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai.

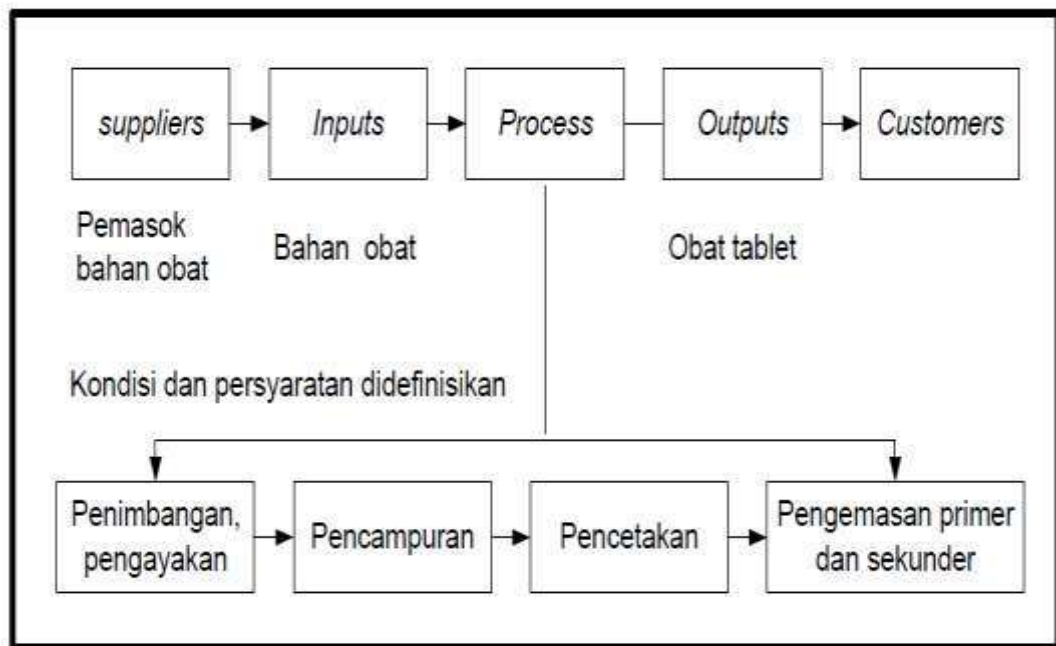
SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas (Gaspersz, 2002), yaitu:

- 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 diberikan oleh pemasok yang akan digunakan oleh suatu proses untuk menghasilkan output.
- c. *Process*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasikan secara ideal, menentukan urutan dari suatu aktivitas yang ada. Biasanya dilakukan dengan menambahkan value dari input untuk memproduksi output dan menambah nilai kepada input.
- d. *Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi yang sudah memberikan nilai.
- e. *Customers*, adalah hasil dari proses orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*. Mencangkup semua user yang menggunakan output yang berasal dari proses.

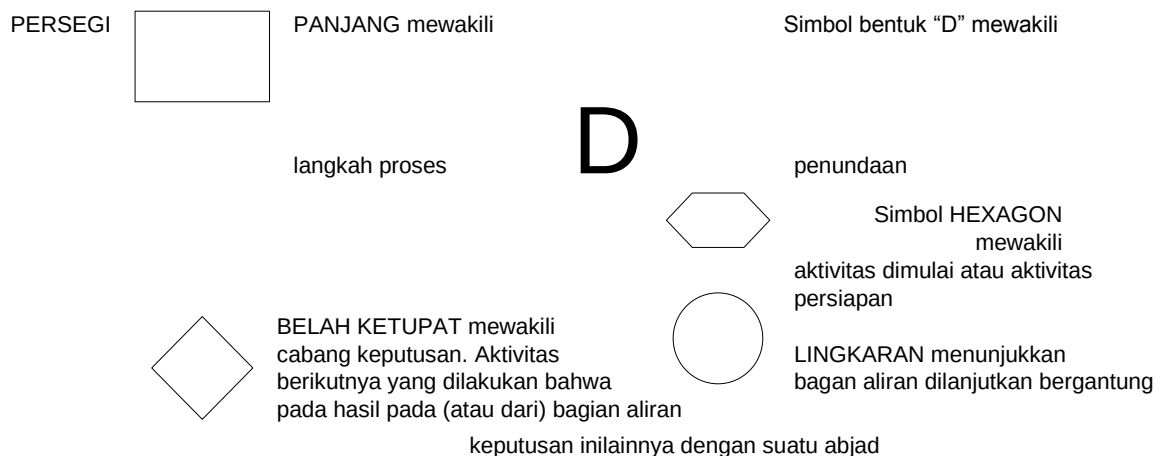
Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan obat dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram SIPOC
(Sumber: Gaspersz, 2002)

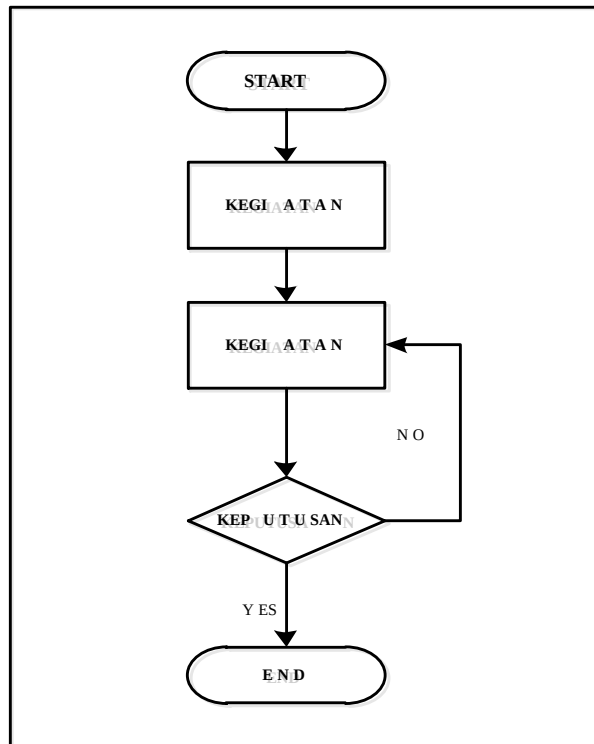
5. Flowchart (Diagram Aliran Proses Produksi)

Flowchart atau diagram alir ini digunakan untuk menggambarkan proses-proses operasionalnya sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan dan langkah-langkah suatu proses ke proses lainnya. Diagram aliran ini sering digunakan untuk mendokumentasikan standar proses yang telah ada sehingga menjadi pedoman dalam menjalankan proses produksi. 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 diagram aliran proses adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas untuk melakukan perbaikan-perbaikan dalam desain *layout* fasilitas produk yang ada. Diagram aliran proses atau bagan aliran digambarkan dengan simbol-simbol yang telah di standarisasi oleh berbagai standar ANSI (*American Nasional Standards Institute*). Beberapa simbol yang sering digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Simbol Bagan Aliran
(Sumber: Pyzdek, 2002)

Bagan aliran menunjukkan pandangan tingkat tinggi dari analisis kemampuan proses. Bagan aliran dapat dibuat baik lebih rumit atau kurang rumit. Sebagai suatu aturan, yang menafsirkan Alberth Einstein, “Bagan aliran harus sesederhana mungkin, tetapi bukan yang sederhana”, Maksud dari bagan aliran adalah untuk membantu orang mengerti proses dan ini tidak dicapai dengan bagan aliran yang baik terlalu sederhana atau terlalu rumit. Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Bentuk Diagram Alir (*flowchart*)
(Sumber : Irwan, 2005)

2.6.3 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. Hal-hal pokok yang harus dilakukan adalah menentukan *Voice of Costumer* (VOC), karakteristik kualitas (CTQ), menentukan Peta Kendali, dan menentukan nilai DPMO serta *Level Sigma*.

1. *Voice Of Costumer* (VOC)

Voice Of Customer merupakan kebutuhan dan espektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Pelanggan internal (internal customer) adalah orang yang berada dalam perusahaan dan memiliki pengaruh pada performansi (*performance*) pekerjaan atau perusahaan. *Voice of costumer* adalah salah satu persyaratan sebelum memulai proyek karena akan mendapatkan kepuasan dan kepercayaan pelanggan dalam menghasilkan *value*. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifik dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output*

perlu didefinisikan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses. Persyaratan *output* didefinisikan secara spesifik apa yang diinginkan pelanggan. Dalam situasi dimana pelanggan tidak mengetahui secara spesifik apa yang diinginkan, maka tim harus mampu mendaftarkan semua persyaratan *output* yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan yang harus diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa spesifik proses. Dengan demikian, semua persyaratan *output* yang telah terdaftar kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ (*Critical-to-Quality*) dalam proyek. Menurut Gaspersz (2002), ada tiga macam pelanggan dalam kualitas modern yaitu : a. *Internal customer* (Pelanggan internal).

Pelanggan internal adalah orang yang berada dalam perusahaan dan memiliki pengaruh pada performansi (performance) pekerjaan atau perusahaan. Bagianbagian Pembelian, Produksi, Penjualan, Pembayaran Gaji, Rekrutmen, dan Karyawan merupakan contoh pelanggan internal.

b. *Intermediate customer* (Pelanggan antara)

Pelanggan antara adalah yang bertindak atau berperan sebagai perantara, bukan sebagai pemakai akhir produk itu. Distributor dan agen-agen merupakan contoh pelanggan antara.

c. *External customer* (Pelanggan eksternal)

Pelanggan eksternal adalah pembeli atau pemakai akhir produk itu, yang sering disebut sebagai pelanggan nyata (*real customer*). Pelanggan eksternal merupakan orang yang membayar untuk menggunakan produk yang dihasilkan tersebut.

2. *Critical To Quality* (CTQ)

Critical To Quality (Karakteristik kualitas) 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. CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya, bentuknya berupa turunan

masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercatat atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan (Pande,dkk, 2002). 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 biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka (Gaspersz, 2002). Sebagai contoh pengguna kartu kredit mungkin mempunyai beberapa tahap dari keempat aktifitas bisnis utama yang berhubungan dengan kartu kredit tersebut, antara lain:

- a. Pendaftaran rekening, mudah diakses, cepat tanggap, akurat dan profesional.
- b. Pengguna kartu, mudah digunakan dan bebas kerepotan, fitur, batas kredit.
- c. Penagih, akurat, tepat waktu dan mudah dipahami.
- d. Pelayanan pelanggan, mudah diakses, cepat tanggap, dan profesional.

3. Peta Kendali

Peta kendali merupakan grafik dengan pencantuman batas maksimum dan minimum yang merupakan batas daerah pengendalian. Jika terdapat data diluar batas daerah pengendalian, bagian ini menunjukkan adanya penyimpangan, tetapi tidak menunjukkan penyebab timbulnya penyimpangan tersebut. Pada dasarnya peta kontrol/ kendali dipergunakan untuk:

- a. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik. Dengan demikian peta kontrol/ kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik, dimana semua nilai rata-rata atau *range* dari subgrup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*).
- b. Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- c. Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Menurut Gaspersz (1998), pada prinsipnya setiap peta kontrol/ kendali mempunyai:

- a. Garis tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan dengan CL.

- b. Sepasang baras 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.
- c. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses.

Jika semua nilai yang ditebarkan 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 bentukbentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali atau tidak terkendali sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada. Jenis peta kendali:

a. Peta kendali untuk data atribut

Peta kendali data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. 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 (Ariani, 2004). 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 mesinmesin. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut juga dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail.

Untuk menyusun grafik pengendali proses statistik untuk data atribut diperlukan beberapa langkah sebagai berikut, (Ariani, 2004):

- 1). Menentukan sasaran yang akan dicapai. Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta pengendalian 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, atau ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.
- 2). Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi. Banyaknya sampel yang diambil akan 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 beradadi bawah garis pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

Jenis peta kendali untuk data atribut adalah sebagai berikut :

1). Peta Kontrol/ Kendali P

Peta kontrol/ kendali P digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat yang dihasilkan oleh suatu proses (Gaspersz, 1998). Untuk itu definisi operasional secara tepat tentang apa yang dimaksud

ketidaksesuaian atau apa yang dimaksud cacat sangatlah penting dan harus dipahami oleh setiap pengguna peta kontrol/ kendali P.

Peta kendali P digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta kendali P. Namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan. Menurut Gaspersz (1998), adapun langkah-langkah pembuatan peta kontrol/ kendali p (proporsi unit yang cacat) adalah sebagai berikut:

- a). Tentukan ukuran contoh atau subgrup yang cukup besar ($n > 30$)
- b). Kumpulkan banyaknya subgrup (k), yaitu 20 – 25 subgrup
- c). Hitung untuk setiap subgrup nilai proporsi unit yang cacat, yaitu:

$$p = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat}}{\text{Ukuran sub grup}}$$

.....(2.1)

- d). Hitung rata-rata dari p , yaitu:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}} \dots\dots\dots(2.2)$$

- e). Hitung batas kendali untuk peta kontrol/ kendali P :

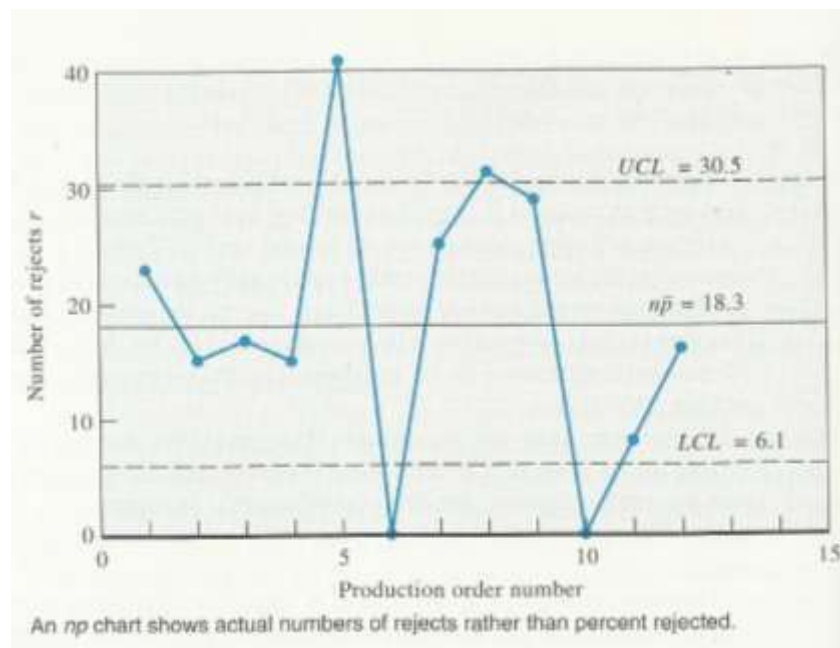
$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

- f). Plot data proporsi (*persentase*) unit cacat dan amati apakah data itu berada dalam pengendalian atau tidak berada dalam pengendalian.
- g). Apabila data pengamatan menunjukkan bahwa proses berada dalam pengendalian statistik, tentukan kapabilitas proses untuk menghasilkan produk yang sesuai (tidak cacat).

h). Apabila data pengamatan menunjukkan bahwa proses berada dalam pengendalian statistik, gunakan peta kontrol p untuk memantau proses terus-menerus. Apabila data pengamatan menunjukkan bahwa proses tidak berada dalam pengendalian statistik, proses itu harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum menggunakan peta kontrol p untuk pengendalian proses.

Contoh Peta kendali pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Peta Kendali P
(Sumber :Leavenwoth, 1996)

2). Analisis Bentuk Peta Kendali

Salah satu tujuan penggunaan peta kendali adalah untuk menentukan apakah proses dalam batas pengendalian atau tidak. Jika tidak maka suatu langkah perbaikan perlu diambil. Bentuk suatu peta kendali menentukan apakah proses berada dalam batas pengendalian atau tidak. Peta kendali menunjukkan kapan kita harus membiarkan proses tersebut dan kapan kita perlu memperbaiki proses tersebut. Ada beberapa kriteria lain yang menunjukkan proses terdapat di luar batas kendali selain adanya data yang di luar batas kendali. Menganalisis bentuk peta kendali lebih susah dibandingkan dengan hanya memplotkan data ke dalam peta kendali. Menganalisis bentuk peta kendali memerlukan pengetahuan tentang proses yang berjalan, peralatan yang digunakan, dan kondisi lingkungan

yang pada akhirnya menimbulkan *impact* pada *output* kualitas yang dikeluarkan proses tersebut (Gaspersz, 1998). Bentuk-bentuk peta kendali yang diidentifikasi sebagai proses yang di luar batas kendali adalah :

- a). Suatu proses dapat dikatakan berada di luar batas kendali apabila ada 1 titik berada di atas UCL atau berada di bawah LCL.
- b). Suatu proses dapat dikatakan di luar batas kendali apabila 2 dari 3 titik yang berurutan jatuh di luar batas 2-sigma pada sisi yang sama dari garis tengahnya (*center line*).
- c). Suatu proses dapat dikatakan di luar batas kendali apabila 4 dari 5 titik yang berurutan jatuh di luar batas 1 sigma pada sisi yang sama dari garis tengahnya (*center line*).
- d). Suatu proses dapat dikatakan di luar batas kendali apabila 8 atau lebih titik yang berurutan jatuh pada salah satu sisi dari garis tengahnya (*center line*).
- e). Suatu proses dapat dikatakan berada di luar batas kendali apabila 8 atau lebih titik yang berurutan menunjukkan kecenderungan yang terus naik atau cenderung turun.
- f). Menentukan usulan-usulan perbaikan yang berhubungan dengan polapola yang terdapat pada peta kendali.

Peta kendali tidak berakhir ketika variasi yang berada di luar batas kendali sudah dihilangkan. Pada kenyataan bagian yang terberat mulai ketika harus memberikan usulan perbaikan terhadap proses yang diamati. Untuk memberikan usulan perbaikan yang tepat maka diperlukan suatu pengetahuan yang menyeluruh terhadap proses produksi suatu produk dan kualitas dari produk yang dihasilkan. Penyebab variasi yang terjadi dapat berasal dari tahap desain produk, desain proses, penggunaan alat-alat kerja, bagian produksi, bagian pembelian bahan baku dan sebagainya. Pada bagian ini akan dijelaskan berbagai pola yang biasanya timbul beserta penyebab apa saja yang menyebabkan pola tersebut. Namun perlu diingat bahwa setiap pola harus dianalisa dengan sungguh-sungguh dan dihubungkan dengan proses produksi yang berlangsung pada rantai

produksi. Berikut ini adalah bentuk umum pola dan penyebab apa saja yang kira-kira terjadi:

- a). Terjadi kenaikan / penurunan drastis
Contohnya jika 4 sampel pertama berdekatan dan pada sampel ke 5 tiba-tiba terjadi kenaikan drastis.
- b). Timbulnya suatu pola tertentu
Pola pada peta kendali kadangkala menunjukkan suatu pola yang cenderung naik atau turun.
- c). Pola yang berbentuk siklis
Ketika perubahan standar kualitas dilakukan dalam jangka waktu tertentu maka pola peta kendali akan menunjukkan bentuk siklis. Titiktitik yang terkonsentrasi pada *control limit*.
- d). Apabila pengambilan sampel tidak merata maka hal ini akan dapat menyebabkan titik pengamatan jatuh pada *control limit*.

4. Penetapan Nilai DPMO dan *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:

$$Z = \frac{USL - \bar{X}}{S} \dots\dots\dots (2.5)$$

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

c. Menghitung jumlah DPMO

$$DPMO = (0,5 - \text{nilai } Z \text{ pada tabel normal}) \times 1.000.000 \dots\dots\dots (2.6)$$

Setelah jumlah DPMO diperoleh, konversikan ke tabel DPMO untuk mengetahui

sigma berada pada level berapa. DPMO (*Defect per Million Oppurtunities*) sebagai satuan pengukuran. DPMO merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk ataupun proses, sebab berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang. Dengan menggunakan tabel konversi ppm dan sigma pada lampiran, akan dapat diketahui tingkat sigma. Cara menentukan DPMO adalah sebagai berikut:

- a. Hitung DPU (*Defect per Unit*)
- $$DPU = \frac{\text{Total kerusakan}}{\text{Total produksi}} \dots\dots\dots(2.7)$$
- b. Hitung DPO (*Defect per Opportunity*)
- $$DPO = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{unit produksi x peluang cacat}} \dots\dots\dots(2.8)$$
- c. Hitung DPMO (*Defect per Million Oppurtunities*)
- $$DPMO = DPO \times 1.000.000 \dots\dots\dots(2.9)$$

Berikut dapat dilihat hubungan *Sigma* dan DPMO pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Hubungan *Sigma* dan DPMO

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

(Sumber : Pande, 2002)

5. Metode *Sampling*

Pada *Six Sigma*, *sampling* dapat digunakan untuk mengukur populasi dan parameter proses (misalnya rata-rata, variasi, dan perbandingan) secara efisien dan ekonomis. Salah satu keuntungan menggunakan teknik *sampling* adalah kita bisa menentukan tingkat akurasi dan ketepatan uji statistik (Syukron dan Kholil, 2013).

a. Jenis Sampel

- 1). Sampel *judgemental* adalah teknik pengambilan *sampling* yang dipilih berdasarkan pendapat analisis dan hasil penelitiannya akan digunakan

untuk menarik kesimpulan tentang *item-item* dalam sampel, yaitu pada observasi sesungguhnya. Contoh: Dalam suatu perusahaan untuk memperoleh data tentang bagaimana satu proses produksi direncanakan oleh suatu perusahaan, maka manajer produksi merupakan orang terbaik untuk bisa memberikan informasi. Jadi, *judgement sampling* umumnya memilih sesuatu atau seseorang menjadi sampel karena mereka mempunyai “*information rich*”.

- 2). Sampel *statistical* dipilih secara acak dari seluruh populasi dan hasil penelitiannya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan tentang seluruh populasi. Contoh : Di Kabupaten Bogor terdapat pembiayaan pembangunan pendidikan Dasar, sampelnya adalah seluruh siswa/siswi SD dan SMP itu dilakukan pemilihan secara random tanpa pengelompokan terlebih dahulu, dengan demikian peluang SD maupun SMP untuk terpilih sebagai sampel adalah sama.

Tabel 2.4 menjelaskan perbedaan antara *Samplig judgemental Vs Statistical*.

Tabel 2.4 *Samplig judgemental Vs Statistical*

Sampel Judgmental	Sampel Statistical
Sampel dipilih berdasarkan pengetahuan dan pengalaman	Sampel dipilih secara acak
Hanya sebagian kecil dari populasi yang diikutsertakan dalam proses seleksi	Seluruh populasi diikutsertakan dalam proses seleksi
Sampel dianggap mewakili populasi	Sampel mewakili seluruh populasi

(Sumber : Syukron dan Kholil, 2013)

b. Jenis Data

Data diklasifikasikan menjadi dua kategori umum, yaitu data atribut dan data variabel. Ketika menggunakan data atribut, fokusnya adalah untuk mempelajari satu atau lebih ciri-ciri non-numerik dari populasi yang menjadi sampel. Contoh kategori atribut adalah merah atau hijau, rusak atau tidak rusak. Dengan menggunakan data variabel, perhitungan numerik diperoleh dari satu atau lebih dari ciri-ciri dari populasi yang menjadi sampel. Contohnya adalah diameter, panjang, jumlah hari dan sebagainya (Syukron dan Kholil, 2013).

c. Jumlah Sampel

Pada saat bekerja menggunakan data atribut, kunci utama ukuran sampel adalah ketepatan sampel (perbandingan populasi yang digunakan dalam perhitungan besar sampel yang mengacu pada formula untuk memperkirakan besar sampel dengan data atribut). Pada saat menggunakan data variabel, ketepatan sampel dan varian populasi berpengaruh paling besar dalam besarnya sampel. Populasi yang mempunyai nilai varian tinggi memerlukan ukuran sampel yang lebih besar daripada populasi yang memiliki varian rendah untuk ketepatan sampel yang digunakan. Pada kedua kategori data, atribut dan variabel, semakin tinggi nilai ketepatan sampel yang diharapkan, semakin besar juga ukuran sampel yang dibutuhkan (Syukron dan Kholil, 2013).

d. Teknik Pengambilan Sampel

Jika subjeknya besar, dapat diambil antara 10%-15%. Ada beberapa teknik pengambilan sampel yang umum digunakan dalam pengujian tingkat kualitas pada level *Six Sigma* antara lain (Syukron dan Kholil, 2013):

1). Sampel acak sederhana

Sampel benar-benar dipilih secara acak, yaitu setiap *item* dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk diikutsertakan menjadi sampel, hal ini merupakan bentuk pengambilan sampel yang paling sederhana dan umum digunakan dalam penilaian nilai populasi.

2). Sampel acak berjenjang

Populasi dibagi menjadi lebih dari satu lapisan (*stratum*) dan setiap *item* secara acak dipilih dari masing-masing lapisan. Setiap *item* dalam populasi mempunyai kesempatan (tidak harus sama) untuk diikutsertakan menjadi sampel. Pendekatan ini biasanya digunakan untuk mengurangi ukuran sampel secara

3). Sampel sistematis

Pengambilan acak secara sistematis merupakan system pengambilan sampel yang dilakukan dengan menggunakan selang interval tertentu secara berurutan. Sampel yang menggunakan prinsip proporsional yang dipilih berdasarkan urutan yang sebelumnya sudah ditentukan dan dipilih karena diproduksi melalui sebuah proses. *Sampling* sistematis umumnya

digunakan untuk memilih sampel dari proses manufaktur untuk kepentingan monitor dan control.

2.6.4 Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian. Kekurangan yang ditemui pada kebanyakan masalah adalah kurangnya penekanan pada analisis yang tajam. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *analyze* meliputi pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).

Diagram *Fishbone* 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.

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, kebijakan, prosedur dan sebagainya. Sebab kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*. Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan sebagai berikut :

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
 2. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
 3. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.
 4. Mengidentifikasi tindakan (bagaimana) untuk menciptakan hasil yang diinginkan.
 5. Membahas issue secara lengkap dan rapi.
 6. Menghasilkan pemikiran baru.
- Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari suatu masalah yang sedang dikaji, dapat mengembangkan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

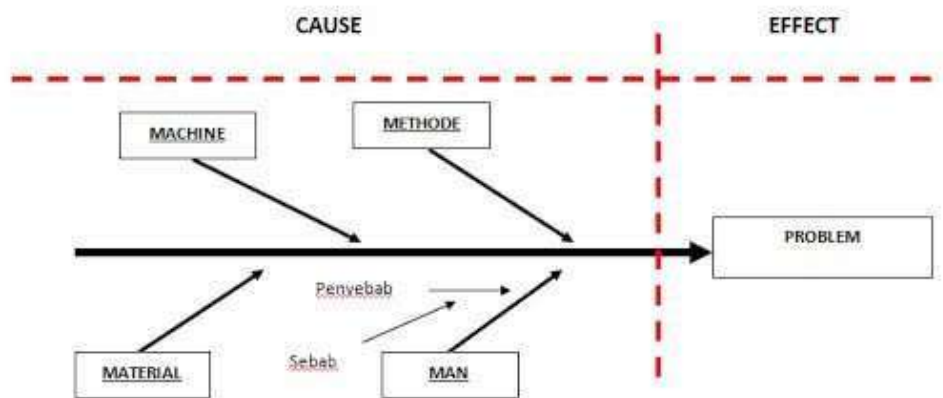
1. Apa penyebab itu ?
2. Mengapa kondisi atau penyebab itu terjadi ?
3. Bertanya “mengapa” beberapa kali (konsep *five whys*) sampai ditemukan penyebab yang cukup spesifik untuk diambil tindakan perbaikan. Penyebab-penyebab spesifik tersebut dimasukkan atau dicatat dalam .

Tahapan-tahapan dalam pembuatan diagram sebab-akibat yaitu:

1. Menentukan dahulu apa yang menjadi masalah atau penyimpangan yang penting dan mendesak untuk diselesaikan. Teknik menentukan masalah bisa dilakukan dengan berbagai cara seperti diagram Pareto, distribusi frekuensi dan peta kontrol.
2. Tuliskan pernyataan masalah itu pada kepala ikan, yang merupakan akibat. Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas, kemudian gambarkan tulang belakang (anak panah dari kiri ke kanan) dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama yang menimbulkan masalah sebagai tulang besar (yang ditulis hanyalah kemungkinan yang bersifat garis besar).
4. Menjabarkan secara lebih rinci (penyebab sekunder), dinyatakan sebagai tulang berukuran sedang lalu tulang-tulang berukuran kecil sebagai penyebab-penyebab tersier.
5. Tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap masalah utama.

Periksa apakah tiap item dalam diagram mempunyai hubungan sebab dan akibat secara signifikan

Contoh diagram sebab-akibat diagram sebab akibat dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Diagram Sebab-Akibat (*fishbone*)
(Sumber: Ishikawa, 1988)

Dari contoh diatas, diagram *fishbone* dapat menemukan akar permasalahan yang terjadi dalam perusahaan. Jika diagram *fishbone* terlihat simpang atau sempit, kita bisa mengatur ulang diagram *fishbone* dengan kategori sebab utama yang berbeda. Kunci sukses diagram *fishbone* adalah terus bertanya “mengapa?” lihatlah diagram dan carilah pola tanpa banyak bicara, dan libatkan orang-orang yang terkait dengan masalah karena biasanya mereka lebih mengerti permasalahan dilapangan.

2.6.5 Tahap *Improve*

Tahap *Improve* akan mengidentifikasi solusi kreatif untuk memperbaiki dan mencegah masalah dalam proses. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dianalisis dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini. Rencana tindakan itu harus akan diterapkan atau dilakukan bilamana rencana tindakan itu dilakukan dan siapa saja yang menjadi penanggungjawab dalam kegiatan tersebut. *Improve* merupakan tahap operasional keempat dari program peningkatan kualitas *Six Sigma* dan memprioritaskan solusi yang telah didaftar dari tahap sebelumnya, kemudian memilih solusi yang harus dilaksanakan terlebih dahulu tingkat kepentingannya.

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 rencanarencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu.

Bentukbentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini (Gasperz, 2002).

Walaupun telah diadakannya pengawasan mutu dalam tingka-tingkat proses tetapi hal ini tidak dapat menjamin bahwa tidak ada hasil rusak atau kurang baik dengan hasil yang baik. Untuk menjaga suatu produk agar tetap baik dan terjaga diperlukannya tahap pengawasan dan perlunya melakukan pengujian terlebih dahulu.

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).

Salah satu metode yang ada dalam penerapan Kaizen (perbaikan terus-menerus) adalah 5W+1H. pendekatan Kaizen biasanya digunakan untuk menyusun langkah-langkah perbaikan, apabila sebab-sebabnya telah diketahui kemudian memilih langkah-langkah perbaikan dengan mengacu kepada 5W-1H yaitu (*what*) apa yang harus dicapai, (*why*) mengapa rencana pebaikan itu dilakukan, (*where*) dimana rencana perbaikan itu dilaksanakan, (*when*) kapan rencana perbaikan itu dilaksanakan, (*who*) siapa yang bertanggungjawab terhadap tindakan tersebut, (*how*) bagaimana melaksanakan perbaikan tersebut.

Pengembangan rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas *six sigma* dapat menggunakan metode 5W+1H *analysis* untuk pengembangan rencana tindakan (Gaspersz, 2002). Dibawah ini dapat dilihat metode 5W+1H untuk pengembangan rencana tindakan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 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.

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

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.6.6 Tahap *Control*

Tahap *Control* merupakan tahapan operasional terakhir proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang tujuannya juga untuk melengkapi semua kerja proyek dan menyampaikan hasil proses perbaikan. Pelaksanaan metode ini dilakukan dengan melihat pada analisis diagram sebab akibat sebagai acuan. 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).

Tahap *Control* juga mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut dalam jangka panjang untuk mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi di kemudian hari. Tujuannya juga untuk mempertahankan keuntungan, memantau perbaikan untuk memastikan kesuksesan yang berkelanjutan, membuat rencana pengendalian serta meng-*update* dokumen pembaharuan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka yang memuat langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah dalam penyelesaian masalah yang akan dihadapi agar mendapatkan suatu analisis yang baik. Adapun langkah-langkah metodologi penelitian

yang dilakukan dalam upaya memecahkan permasalahan yang ada adalah sebagai berikut:

3.1 Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data merupakan data yang digunakan dalam penelitian ini. Jenis data berdasarkan sumber yaitu data primer dan data sekunder. Sedangkan sumber data merupakan subjek darimana data dapat diperoleh dengan cara wawancara atau observasi lapangan.

3.1.1 Jenis Data

Pengumpulan data yang berkaitan dengan informasi-informasi yang sesuai dengan kebutuhan obyek. Adapun data yang digunakan terdapat 2 jenis sumber data yaitu :

1. Data Primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan secara langsung dari sumber datanya.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber yang telah ada yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini yaitu :
 - a. Data karakteristik cacat
 - b. Deskripsi penyebab cacat
 - c. Produk yang dihasilkan
 - d. Data jumlah produksi
 - e. Data jumlah cacat
 - f. *Check Sheet* (Lembar Pemeriksaan)
 - g. *Flowchart* (Pembuatan Diagram Alir Proses)

3.1.2 Sumber data

Data yang diperoleh dalam melakukan penelitian berasal dari :

1. Data primer

Data primer diperoleh dari pengecekan di lini produksi di setiap stasiun kerja.

2. Data sekunder

Data sekunder didapat dari bagian *Human Resource Development (HRD)*, *Production Planning and Inventory Control (PPIC)*, dan bagian *Engineering*.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang menguraikan data yang dihimpun dari perusahaan yang sedang diteliti. Adapun teknik pengumpulan datanya:

1. *Library Research* (Metode Kepustakaan)

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku atau literatur yang berhubungan dengan tema penelitian. Dalam tahap ini, landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan adalah teori mengenai *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) dalam kualitas dan kapabilitas proses. Selain itu penulis juga mengumpulkan data-data tertulis yang berhubungan dengan kegiatan produksi di PT Tirta Sumber Makmur melalui dokumen/data yang ada di perusahaan.

2. *Field Research* (Metode Observasi)

Metode ini dilakukan dengan cara mencari data melalui pengamatan langsung di lapangan (pabrik) pada saat Praktek Kerja Lapangan. Dalam hal ini penulis melakukan observasi/pengamatan langsung pada proses produksi yang terjadi di PT Tirta Sumber Makmur. Kemudian, mengamati dan mencatat hal-hal yang penting yang berhubungan dengan proses produksi tersebut.

3. *Actions Research* (Penelitian Tindakan)

Dilakukan untuk penerapan yang meningkatkan mutu dan berfokus pada permasalahan yang ada pada suatu objek yang diteliti serta diamati dengan baik agar bisa terpecahbelahkan suatu masalah pada perusahaan PT Tirta Sumber Makmur.

4. *Interview* (Metode pengumpulan data dengan wawancara)

Dalam hal ini penulis melakukan *interview* dengan *supervisor*, karyawan maupun operator di PT Tirta Sumber Makmur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dalam laporan Praktek Kerja Lapangan ini.

3.3 Teknik Analisis

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

3.3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan langkah awal yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual di PT Tirta Sumber Makmur, mengidentifikasi proses produksi pada *Reverse Osmosis Seawater* yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui permasalahan kualitas secara nyata di lapangan

3.3.2 Studi Pustaka

Merupakan kegiatan yang berkaitan pemilihan teori-teori yang sesuai dengan permasalahan yang ada dan teori-teori yang mendukung untuk memecahkan permasalahan yang terjadi di perusahaan. Adapun studi pustaka yang dilakukan yaitu berhubungan pengendalian kualitas, *six sigma* dengan metode DMAIC. Diharapkan pada tahapan ini diperoleh teori dan prinsip perhitungan yang dapat diterapkan dalam proses penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

3.3.3 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan kegiatan mengemukakan masalah-masalah yang ada di perusahaan. Adapun permasalahan yang ditemui di perusahaan adalah banyak produk *Reverse Osmosis Seawater* dalam keadaan cacat. Berdasarkan identifikasi masalah yang ada tersebut, maka menjadi latar belakang masalah yang digunakan.

3.3.4 Tujuan Penelitian

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

3.3.5 Pengumpulan Data

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

3.3.6 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini dimulai dengan menggunakan tahap *Six Sigma* yang pertama yaitu proses *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*.

Berdasarkan data yang telah didapat pada tahap pengumpulan data, selanjutnya dilakukan beberapa tahap pengolahan data dan analisis dengan menggunakan metode DMAIC.

1. Tahap *Define*

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

a. Pemilihan dan penentuan metode *Six Sigma* pada produk

Pemilihan dan penentuan metode dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Hal tersebut ditentukan berdasarkan jumlah cacat terbesar pada rantai produksi. Setelah mendapatkan dilantai produksi yang akan diteliti, selanjutnya menentukan model produk yang akan diteliti berdasarkan jumlah cacat terbesar.

b. Pembuatan Diagram Pareto

Diagram pareto ini digunakan untuk menetapkan prioritas-prioritas dalam proyek peningkatan kualitas disusul dengan cacat yang paling banyak.

c. Pembuatan Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC)

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

2. Tahap *Measure*

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

a. Menentukan *Voice of Customer*

Voice of Customer yaitu kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun eksternal. Persyaratan *output* berkaitan dengan

karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses.

b. Mendefinisikan *Critical To Quality* (CTQ)

Setelah proyek *Six Sigma* didefinisikan, kemudian karakteristik kunci dari produk yang diteliti juga harus didefinisikan. *Critical To Quality* (CTQ) merupakan poin-poin kritis dalam kualitas suatu produk. CTQ dalam penelitian ini dipilih berdasarkan jenis *defect* terbesar yang terjadi.

c. Pembuatan Peta Kendali P

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

d. Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma*

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO untuk mengetahui seberapa besar *defect* yang terjadi dari satu juta kemungkinan yang ada dan dilakukan pengkonversian nilai DPMO ke nilai *level Sigma* untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

3.3.7 Analisis Pengolahan Data

Setelah melakukan pengolahan data terhadap masalah yang ada, maka dilakukan analisis dari masalah yang ada dan pencarian solusi yang tepat untuk langkah perbaikan pada pembahasan masalah. Berikut analisis yang dilakukan meliputi :

1. Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* ini yang perlu dilakukan adalah analisis terhadap proses Perakitan Unit RO pada produk *Reverse Osmosis Seawater* yang bermasalah untuk menjadi prioritas perbaikan. Dilakukan dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah dari suatu kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian. Adapun aktivitas yang dilakukan pada tahap ini yaitu pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) yang sangat berpengaruh, yaitu terdiri dari *Man*, *Mechine*, *Method* dan *Material*. *Fishbone diagram* akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah dan menganalisis melalui sesi *brainstorming*.

2. Tahap *Improve*

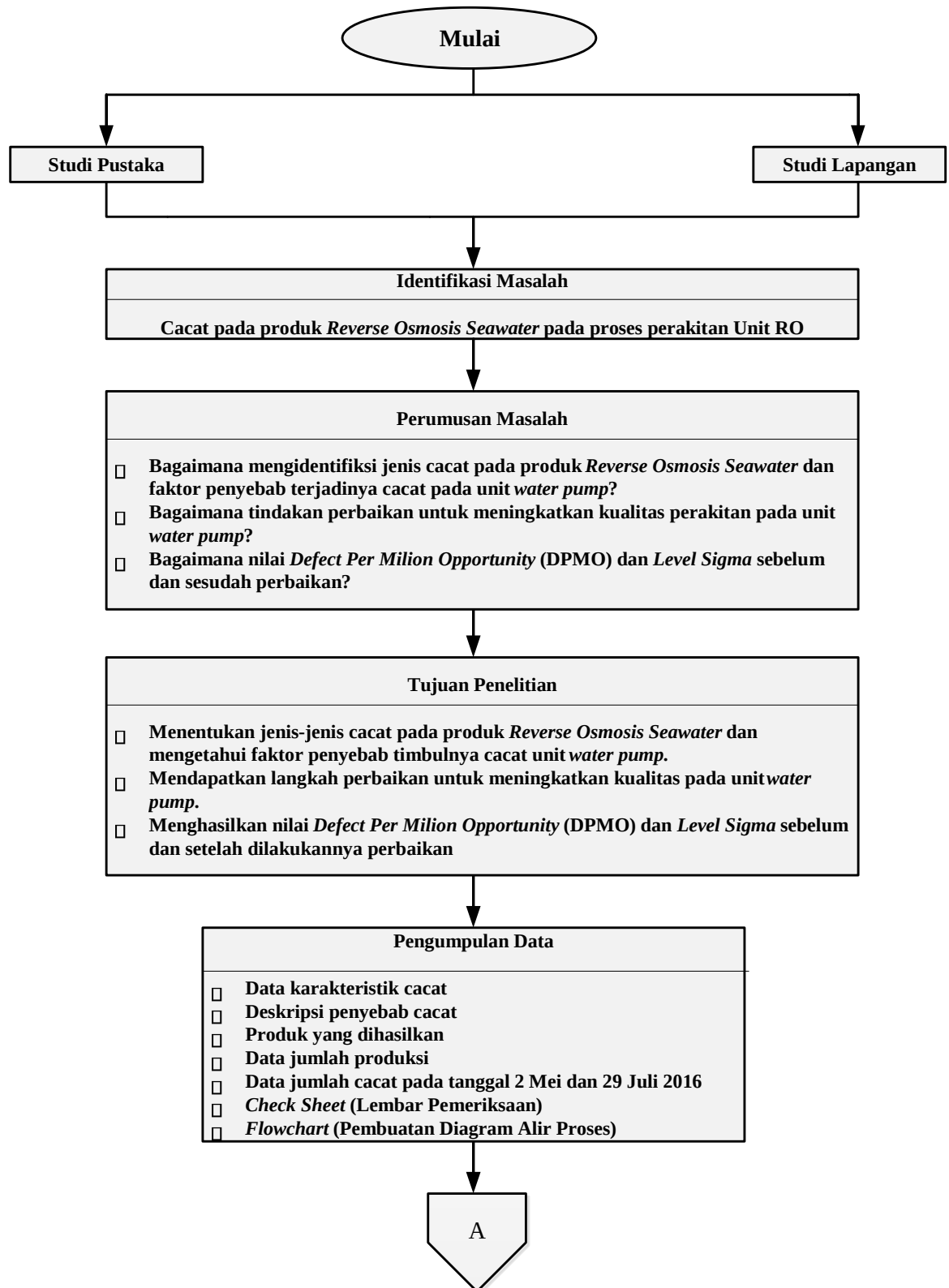
Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan terhadap masalah yang paling berpengaruh dalam proses. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari pengumpulan data dan dianalisis. Pada tahap perbaikan ini diusulkan solusi seleksi perbaikan dalam usaha untuk memenuhi target perbaikan kualitas. Adapun tindakan korektif yang akan diambil, untuk mengurangi perbedaan antara performansi yang ada dalam proses, dan target yang ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W + 1H.

3. Tahap *Control*

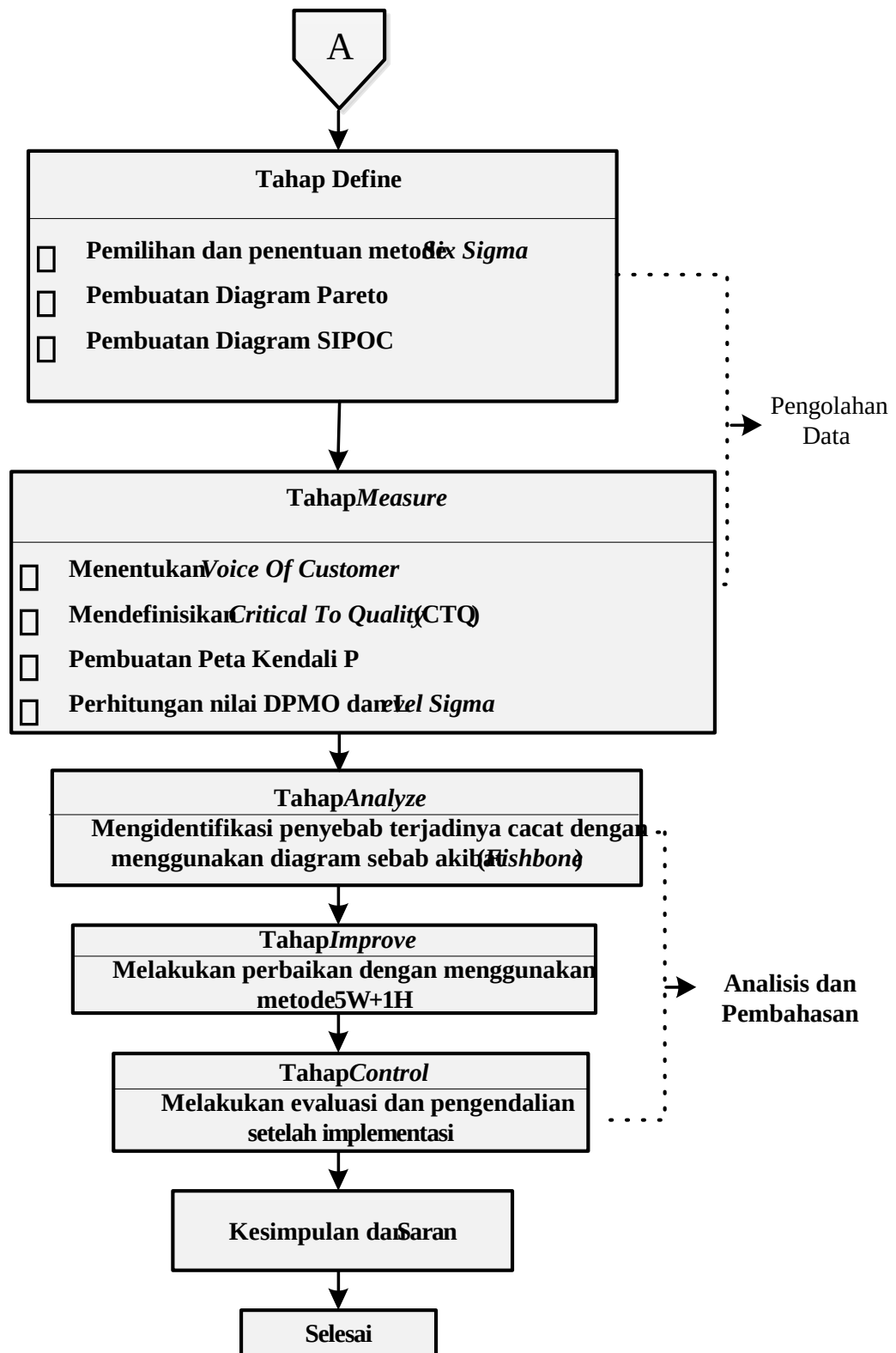
Tahap *Control* merupakan tahap terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan pengontrolan terhadap hasil implementasi. Pengontrolan dilakukan dengan cara membuat peta kendali untuk melihat apakah proses produksi dengan menggunakan usulan perbaikan terkendali secara statistik atau tidak. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai DPMO dan *level Sigma* setelah perbaikan. Nilai-nilai tersebut dibandingkan sebagai indikator berhasil atau tidaknya usulan perbaikan dan implementasi dari proyek *Six Sigma*. Tahap *Control* juga mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut dalam jangka panjang untuk mencegah potensi permasalahan yang terjadi dikemudian hari.

3.3.8 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dan pengolahan data, maka dapat ditarik kesimpulan serta memberikan solusi pemecahan yang dapat diterapkan. Selain itu juga dapat memberikan saran-saran yang dapat dipertimbangkan bagi penelitian selanjutnya maupun bagi perusahaan demi pengembangan permasalahan lebih lanjut dan ruang lingkup yang lebih luas. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.1 kerangka berpikir dari metodologi penelitian dibawah ini.



Gambar 3.1 Kerangka Berpikir dari Metodologi Penelitian
(Sumber:Hasil Pengolahan Data)



Gambar 3.1. Kerangka Berpikir dari Metodologi Penelitian (Lanjutan) (sumber: Pengolahan Data)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan uraian mengenai data umum perusahaan, data hasil pengukuran yang diperlukan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data yang telah dilakukan. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Define* dan *Measure*. Adapun pengumpulan dan pengolahan data sebagai berikut.

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu aspek yang berperan dalam kelancaran dan keberhasilan suatu penelitian. Informasi yang telah dikumpulkan melalui wawancara, hasil pengukuran serta data yang diperoleh dari PT Tirta Sumber Makmur, yaitu sejarah perusahaan, profil perusahaan, visi dan misi, kondisi dan lingkungan kerja, struktur organisasi, penerapan APD, peta proses operasi, deskripsi produk, jenis-jenis produk, gambaran proses produksi *Reverse Osmosis Seawater*, data jumlah produksi, *check sheet* (lembar pemeriksaan) data jumlah cacat dan data jenis cacat pada proses Perakitan Unit RO produk *Reverse Osmosis Seawater*.

4.1.1 Sejarah Berdirinya PT Tirta Sumber Makmur

PT Tirta Sumber Makmur yang beralamat di Jl. Kali Abang Tengah No 24 RT 07 RW 13, Kampung Kepu Bekasi. Berdiri dengan badan usaha PT. Tirta Sumber Makmur pada Tahun 2000. Dengan semangat kepercayaan diantara manajemen, karyawan, supplier, dan pelanggan dalam wujud kesungguhan untuk terus menerus mensupport semua kebutuhan pemeliharaan, *sparepart* bagi para pelanggan. Dengan semangat kesungguhan hati, kami terus menerus meningkatkan keahlian karyawan kami akan teknologi baru sistim filter air maupun dengan inovasi design-design baru yang lebih handal. Kami juga selalu menginformasikan kepada para pelanggan kami mengenai perkembangan teknologi baru maupun inovasi sistim filter air terkini kepada para pelanggan kami. Dengan demikian para pelanggan kami yang hendak mengikuti perkembangan teknologi maupun inovasi sistim filter air terkini tidak akan tertinggal dan tetap *up to date*.

4.1.2 Visi dan Misi PT Tirta Sumber Makmur

Perkembangan teknologi yang telah dicapai sekarang ini selain memberikan kepuasan, kemudahan dan mempertahankan kelangsungan hidup juga berdampak pada kerusakan lingkungan dan air baku untuk diolah menjadi air minum. Sejalan dengan dampak pada kerusakan lingkungan dan air baku. Sejak 40 tahun yang lalu telah diciptakan teknologi penyaring air *Reverse Osmosis* yang aman, mudah dan ekonomis. Keahlian *Reverse Osmosis Seawater* Indonesia adalah mengkombinasikan berbagai sistem dan disinfeksi air dengan teknologi *Reverse Osmosis* sehingga menghasilkan air minum steril untuk rumah tangga, kantor, pabrik, restoran, rumah sakit, hotel, resort, komunitas pulau, industri makanan dan minuman dll. Untuk memenuhi kebutuhan industri farmasi. *Wattech* telah meng-kombinasikan sistim *Reverse Osmosis* dengan sistem yang kami miliki lainnya untuk menghasilkan air ultra murni yang memenuhi syarat industri farmasi di Indonesia. Dengan semakin populernya teknologi *Reverse Osmosis* dan mengalami pertumbuhan lebih dari 100% per tahun, sekarang anda dapat menikmati teknologi penyaring air *Reverse Osmosis (RO)* terancang yang aman, mudah dan murah untuk menghasilkan air minum steril yang lebih terjamin. Gambar 4.1 Logo PT Tirta Sumber Makmur.



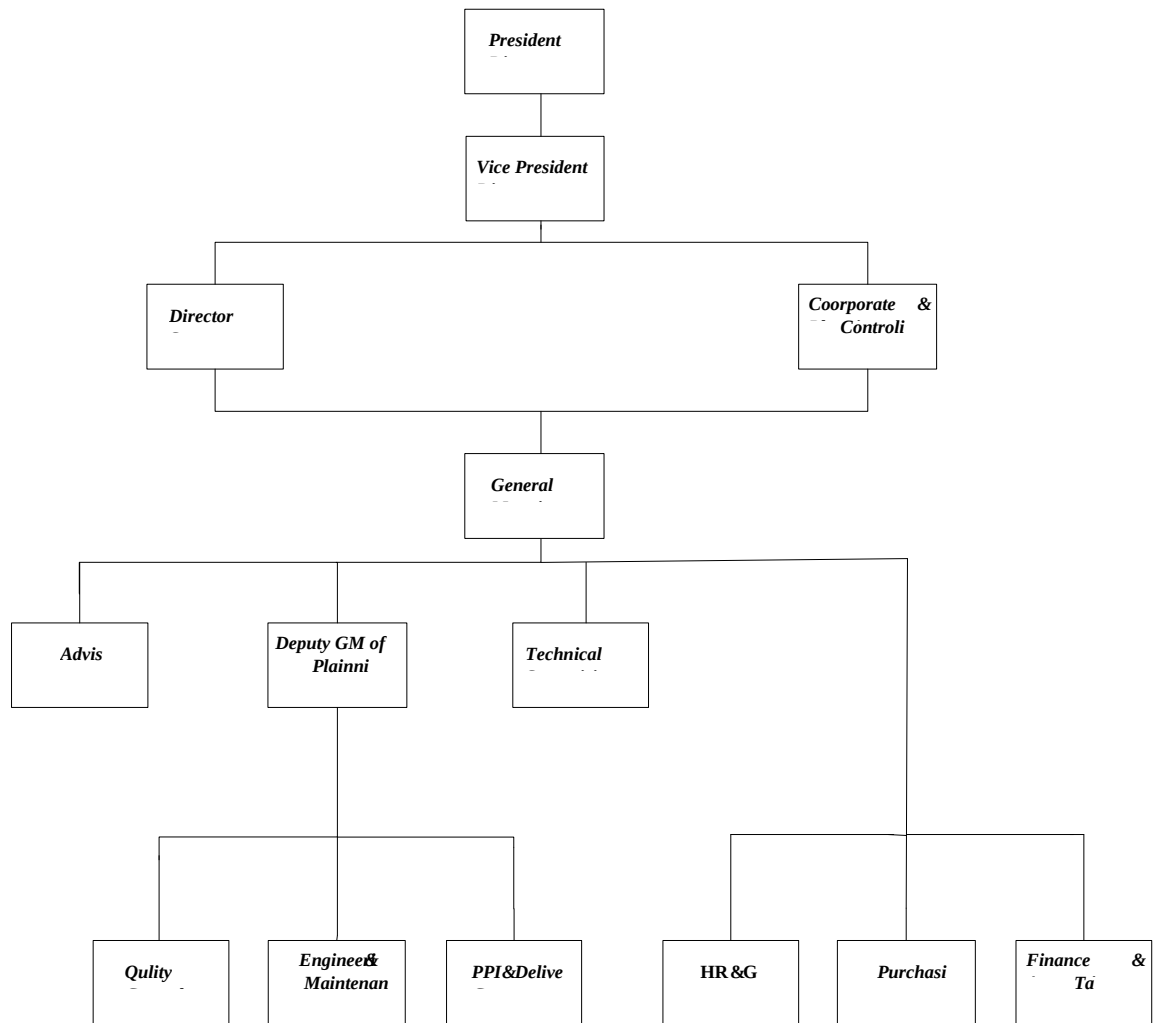
Gambar 4.1 Logo PT Tirta Sumber Makmur
(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.3 Struktur Organisasi PT Tirta Sumber Makmur

Untuk mencapai tujuan perusahaan, setiap perusahaan memiliki struktur organisasi agar adanya pembagian kerja bagi para karyawan, wewenang dan tanggung jawab yang jelas agar terarahnya suatu pekerjaan. Struktur organisasi merupakan kerangka antara hubungan satuan-satuan organisasi, yang mempunyai tanggung jawab

serta peranan tertentu dalam satu kesatuan yang utuh dan saling bekerjasama untuk mencapai organisasi yang efektif. Dalam penggambaran struktur organisasi ini berbentuk fungsional yang menekankan pada sifat yang dijalankan dan dapat membantu perumusan rencana kerja yang ideal.

Struktur organisasi dibuat untuk mempermudah dalam merumuskan pembagian kerja sesuai dengan kemampuan dan kapasitas masing-masing peranan para karyawan. Sehingga tujuan perusahaan akan mudah dilakukan dengan pembagian dan tanggung jawab yang jelas dan terstruktur dengan sistematis. Wewenang dan tugas diatur secara jelas dan terperinci, sehingga dalam menjalankan tugas tidak terjadi tumpang tindih dan dalam koridor masing-masing sesuai dengan wewenang dan tanggung jawab yang telah dirumuskan. Hubungan antar bagian pun diatur dalam struktur organisasi, sehingga memungkinkan kesalahan komunikasi antar bagian dapat dihindari, karena komunikasi merupakan faktor penting dalam sebuah organisasi yang baik. Artinya semakin baik komunikasi dalam organisasi, maka pelaksanaan kegiatan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan dapat berjalan dengan baik dan berjalan dengan semestinya. Begitu pula sebaliknya, bila dalam perusahaan sering terjadi permasalahan dalam komunikasi, maka akan sering ditemui permasalahan yang dapat menghambat aktivitas dalam organisasi dalam rangka mencapai tujuan perusahaan. PT Tirta Sumber Makmur membagi masing-masing bagian yang ada di perusahaan berdasarkan fungsinya.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi
(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.4 Job Description

Job Description atau analisis jabatan adalah suatu gambaran sistematis yang berisikan tugas dan tanggung jawab dari jabatan tersebut serta wewenang yang diberikan kepada orang yang memberikan jabatan tersebut. Agar kita dapat lebih mendapatkan gambaran yang lebih jelas dari struktur organisasi, yaitu mengenai tugas atau tanggung jawab yang diemban oleh personil didalam organisasi tersebut. Pembuatan deskripsi jabatan yang wajar dilakukan melalui analisis jabatan. Dari analisis tersebut akan dilakukan penelitian terhadap aspek-aspek jabatan melalui pengamatan maupun dengan wawancara. Kemudian berdasarkan hasil pengumpulan data ini akan dilakuka analisis jabatan yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk

deskripsi jabatan. Deskripsi mengenai tugas dan fungsi organisasi pada PT Tirta Sumber Makmur adalah sebagai berikut:

1. *President Director*

Adalah pemimpin yang bertanggung jawab atas semua kepentingan perusahaan.

2. *Vice President Director*

Adalah yang menjabat sebagai wakil dari pemilik perusahaan tersebut yang berkoordinasi dengan pimpinan, bertanggung jawab atas semua kepentingan perusahaan, serta menerima dan memeriksa laporan dari *General Manager*.

3. *Director Secretary*

Adalah membantu presiden dalam menjalankan aktifitas di perusahaan, dalam mendokumentasikan seluruh kegiatan yang dilakukan presiden seperti pengetikan, korespondensi perusahaan, dan membantu kegiatan administrasi.

4. *Corporate Planning & Controlling*

Bertugas untuk menyusun rencana bisnis dan mengendalikan kinerja dari perusahaan.

5. *General Manager*

Bertugas memimpin suatu perusahaan dan menjadi motivator bagi karyawan. Merencanakan, melaksanakan, mengoordinasi, mengawasi dan menganalisis semua aktivitas perusahaan, yang memastikan setiap departemen melakukan strategi perusahaan dengan efektif dan optimal.

6. *Advisor*

Bertugas sebagai penasihat perusahaan dalam proses produksi yang memberikan masukan kepada para manajer.

7. *Deputy General Manager of Technical & Planning*

Bertugas sebagai wakil *General Manager* yang memonitor kinerja secara teknis dan melakukan perencanaan dalam proses produksi. Membuat laporan dan melakukan koordinasi kepada setiap departemen seperti *Quality Control*, *Engineering & Maintenance*, dan *PPIC & Delivery*.

8. *Quality Control*

Bagian yang bertugas mengendalikan mutu, menentukan produk yang dihasilkan apakah kesesuaian antara keinginan pelanggan dengan apa yang dibuat.

9. *Engineering & Maintenance*

Bagian yang merancang, mengatur persiapan peralatan, *tooling* dan semua *spare part* untuk mendukung *maintenance*.

10. *Production Planning and Inventory Control & Delivery*

Production Planning and Inventory Control bertugas membuat perencanaan untuk proses produksi, persediaan barang, dan peramalan pembuatan barang sesuai permintaan *costumer*, sedangkan *delivery* bertugas menyediakan dan mengantarkan barang ke *customer* sesuai permintaan.

11. *Purchasing*

Bertugas menyediakan bahan baku dan kualitas dari bahan baku tersebut, serta bertanggung jawab atas penjualan produk.

12. *Human Resources Departement & General Affair*

Bagian yang mengatur pengurangan dan penerimaan karyawan, mengontrol dan mengevaluasi program pelatihan dan pengembangan, untuk memastikan tercapainya target tingkat kemampuan karyawan.

13. *Finance, Accounting & Tax*

Bagian yang menghitung pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan, mengurus pajak perusahaan dan asuransi perusahaan, membuat surat-menyurat tentang perusahaan, pekerjaan, penawaran, dan karyawan.

4.1.5 Kebijakan Mutu PT Tirta Sumber Makmur

PT Tirta Sumber Makmur memiliki kebijakan dalam hal mutu dan lingkungan guna untuk memberikan kepuasan bagi pelanggan melalui tahapantahapan yang ada, yaitu:

1. Memberikan kepuasan bagi pelanggan melalui peningkatan kualitas pelayanan, kualitas produk, pengiriman tepat waktu, dan mempertahankan harga yang pantas.
2. Konsisten menyediakan produk dan layanan yang dapat memenuhi atau melebihi kebutuhan dan harapan dari pelanggan kami kepuasan pelanggan merupakan prioritas.
3. Mengelola lingkungan dengan mencegah terjadinya pencemaran, dan memenuhi persyaratan perundang-undangan lingkungan dan persyaratan lain yang terkait.

4. Menciptakan kondisi yang saling menguntungkan bagi seluruh pihak yang terkait.
5. Terus menerus meningkatkan keefektifan sistem manajemen mutu kesehatan dan keselamatan kerja lingkungan, melalui perbaikan disegala bidang dan peningkatan kualitas sumber daya manusia.
6. Menyediakan kerangka kerja untuk menetapkan dan meninjau sasaran.

4.1.6 Customer PT Tirta Sumber Makmur

Peranan *customer* sangat penting bagi perusahaan. PT Tirta Sumber Makmur mempunyai *customer* dari beberapa instansi, tempat maupun lokasi yang berbeda. Semakin baiknya mutu suatu perusahaan maka semakin banyak pula *customer* yang akan membeli suatu produk di dalam perusahaan. Diantaranya beberapa perusahaan yang menggunakan produk PT Tirta Sumber Makmur dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Customer PT Tirta Sumber Makmur

No	Sistem / Produk	Perusahaan	Lokasi
PROYEK PADA BULAN MEI TAHUN 2016			
1	<i>Reverse Osmosis System</i> Cap. 300 LPH	PT Mutiara Permata Mulia	Hotel ritzcarlton, Mega Kunigan, Jaksel
2	<i>Reverse Osmosis</i> <i>Dispenser 4 Set</i> Untuk Air Minum	PT Wahana Nusantara (Semindo Group)	Gamaland- Ex. Chemindo tower Kuningan Jakarta
3	<i>Automatic Activated</i> <i>Carbon For Steam</i> (<i>Stainless Steel Tank</i>)	PT Ferron Pharmaceutical	Jababeka, Cikarang
4	<i>Multimedia Filter</i> Cap. 1000 LPH	PT Pencil Lead	Ciputat, Tangerang Selatan

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

Tabel 4.1 Customer PT Tirta Sumber Makmur (Lanjutan)

No	Sistem / Produk	Perusahaan	Lokasi
PROYEK PADA BULAN MEI TAHUN 2016			
5	<i>Reverse Osmosis System</i> Cap. 2000 LPH	PT Multi Arthamas Glas Industry	Rawalumbu – Bekasi
6	<i>Drinking Fontain</i> <i>Reverse Osmosis System</i> Cap. 5000 LPD	Yayasan Atmajaya Universitas Atmajaya	Univ. Atmajajaya Sudirman dan Fak.Kedokteran Pluit
7	<i>Multimedia Filter</i> Cap. 1000 LPH	PT Pencil Lead	Rawa Lumbu Bekasi

8	<i>Reverse Osmosis Seawater system</i> Cap. 3000 LPD	Departemen Kehutanan	Pulau Kelapa – Jakarta
9	<i>Reverse Osmosis Seawater System</i> Cap. 1.000 LPH	BPPT	Kapal Baruna IV
10	<i>Reverse Osmosis System</i> Kap. 1.000 LPH dan <i>Demineralisasi System</i>	PT WASKITA MULTI TRADA	Project Krawang
11	<i>RO Seawater System</i> Cap. 5.000 Liter/day	CV SINAR ABADI	Dep.Pariwisata Jakarta P. CIPIR Kepulauan seribu
12	<i>RO Seawater System</i> Cap. 5.000 Liter/day	CV SINAR ABDI	Dep. Pariwisata Jakarta P. ONRUS Kepulauan seribu
13	<i>RO Seawater System</i> Kap. 10 m3/day	Departemen KKP Ketapang	Ketapang Kalimantan
14	<i>Water Softener Filter</i> Cap. 40 m3/H Bantuan Air Bersih Untuk Warga	PT LAMINDO INTER MULTIKON	P.Bunyu Ketapang Kalimantan
15	<i>Reverse Osmosis Seawater (Container System 30 m3/day)</i>	PT Adani Global PT Pinta Karya Makmur	Samarinda Bunyu Samarinda – Kalimantan. Kapal Ramdanus
16	<i>RO Seawater Mobile System 5</i>	Dislitbang TNI AL	Pondok Labu
17	<i>RO Seawater System</i> Cap. 5.000 Liter/day	CV SINAR ABDI	Dep. Pariwisata Jakarta P. PRAMUKA Kepulauan seribu

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.7 Sistem Ketenagakerjaan

Sistem ketenagakerjaan di PT Tirta Sumber Makmur dilaksanakan sesuai dengan perjanjian kerja bersama antara pihak perusahaan dengan serikat kerja. Kesepakatan ini meliputi beberapa aspek antara lain sistem upah, waktu kerja, hak dan kewajiban, jaminan sosial, masa cuti, dan kesejahteraan karyawan.

PT Tirta Sumber Makmur beroperasi lima hari dalam seminggu, yaitu dari hari Senin sampai dengan Jum'at. Selanjutnya hari Sabtu, Minggu, dan hari libur nasional adalah hari libur. Dalam setiap hari (Senin-Jum'at), waktu kerja perusahaan dibagi

menjadi satu *shift*, yaitu *shift*. Rincian waktu kerja per *shift* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Waktu Kerja *Shift* Pagi

Hari	Jam Kerja	Istirahat
Senin-Kamis	08.00-17.00	10.00-10.05
		12.00-12.40
		15.00-15.05
Jum'at	08.00-17.00	10.00-10.05
		11.30-12.50
		15.00-15.10

(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)

Untuk melaksanakan pekerjaan dengan baik dan teratur maka PT Tirta Sumber Makmur memiliki suatu prinsip kerja dari Jepang, sebagai berikut:

5 S yaitu :

1. *Seisi* = Ringkas
2. *Seiton* = Rapih
3. *Seiso* = Resik
4. *Seiketsu* = Rawat
5. *Shisutke* = Rajin 5 S yaitu :
 1. Kemampuan melihat (*Kansaturyoku*)
 2. Kemampuan mengerti (*Rikairyoku*)
 3. Kemampuan berpikir (*Sikoryoku*)
 4. Kemampuan melakukan (*Jikkoryoku*)
 5. Kemampuan keputusan/ judgment (*Handanryoku*)

4.1.8 Kondisi dan Lingkungan Kerja

PT Tirta Sumber Makmur yang beralamat di Jl. Kali Abang Tengah No 24 RT 07 RW 13, Kampung Kepu Bekasi. Daerah ini letaknya cukup strategis karena tidak jauh dari jalan tol Bekasi, sehingga sangat mudah dalam proses pengangkutan dan transportasi.

Kondisi lingkungan kerja PT Tirta Sumber Makmur secara umum sudah cukup baik. Mesin-mesin yang digunakan juga cukup baik, *sparepart* yang akan dirakit juga sudah diperiksa terlebih dahulu dalam penggunaannya sehingga tidak terjadi arus bolak-balik produk selama proses produksi berlangsung. Akan tetapi kondisi lantai produksi agak sedikit licin yang disebabkan oleh oli dan sisa-sisa butiran-butiran baja kecil yang

berasal dari proses produksi. Hal tersebut sudah dipikirkan oleh pihak perusahaan dengan mewajibkan para pekerja menggunakan *safety shoes* agar tidak terpeleset.

Tingkat kebisingan pada lantai produksi juga cukup tinggi dikarenakan mesin-mesin yang bekerja pada lantai produksi mengeluarkan suara yang bising. Untuk mengantisipasinya setiap operator yang mengoperasikan mesin tersebut diwajibkan untuk menutup telinga menggunakan *ears plug* karena kebisingan dapat mempengaruhi kinerja operator dalam melaksanakan tugasnya dan juga dapat mengganggu kesehatan pendengaran para pekerja.

Temperatur udara pada lantai produksi berkisar 34°C s.d 35°C hal tersebut disebabkan karena banyaknya mesin-mesin yang mengeluarkan panas dari proses penggabungan sehingga menghasilkan panas yang cukup tinggi. Pada area produksi sudah dilengkapi kipas angin agar operator tidak merasa panas. Karena juga mempengaruhi kinerja para karyawan.

4.1.9 Alat Pelindung Diri (APD)

Berikut adalah berbagai macam standar Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan oleh PT Tirta Sumber Makmur dalam rangka meningkatkan keamanan, kenyamanan dan kesehatan kerja para karyawan serta meminimalisir segala resiko yang terjadi saat melaksanakan aktivitas kerja:

1. Pelindung Kepala (Helm)

Helm berfungsi sebagai pelindung kepala dari benda keras yang terjatuh, benturan kepala, dan menjaga rambut dari percikan serta mengurangi paparan bahaya aliran listrik.

2. Pelindung Kaki

- a. Tahan terhadap kejatuhan benda berat (memakai besi pada ujung sepatu).
- b. Tahan terhadap tusukan paku/ *chips*.
- c. *Grip sole* dapat menahan lantai yang licin jadi tidak mudah terpeleset.

3. Pelindung Telinga

- a. *Earplugs* terbuat dari bahan busa dan dapat menekan kebisingan sampai 30 dBa.

- b. *Earmuff* tidak berat saat penggunaannya dan dapat diubah posisinya dengan mudah.

4. Pelindung Pernafasan (Masker)

Bahan yang digunakan dapat melindungi dari debu, asap, pencemaran udara dalam tempat bekerja.

4.1.10 Deskripsi Produk

PT Tirta Sumber Makmur merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang penyaringan air PT Tirta Sumber Makmur menghasilkan komponenkomponen penyaringan air yang akan dirakit dan dihasilkan oleh PT Tirta Sumber Makmur sendiri setelah itu dijual ke pelanggannya. Salah satu jenis produk yang dihasilkan oleh PT Tirta Sumber Makmur adalah mesin *Reverse Osmosis Seawater*.

Mesin *Reverse Osmosis Seawater* merupakan sebuah alat pengolahan air laut menjadi air tawar melalui proses demineralisasi air melalui proses penyerapan kandungan ion-ion mineral didalam air dengan menggunakan resin *ion exchange*. Air hasil proses demineralisasi digunakan dalam berbagai kebutuhan.

Pengolahan air laut dengan alat *Reverse Osmosis Seawater* karena air laut sangat penting dan merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan di bumi. Air laut merupakan air yang didalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas, contoh : dalam 1000 gram air laut akan terdapat 35 gram senyawa terlarut yang secara kolektif disebut garam, atau didalam air laut 96,5% berupa air dan 3,5% berupa zat-zat terlarut. *Reverse Osmosis Seawater* adalah salah satu teknologi pengolahan air laut menjadi air tawar yang paling sering digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum. Keistimewaan proses ini adalah mampu menyaring molekul yang lebih besar dari molekul air.

Reverse Osmosis Seawater ini menggunakan proses *membrane*. Pemisahan air dari kandungan mineral dan mikro organisme yang tidak dikehendaki didasarkan pada proses penyaringan dengan skala molekul. Untuk menghasilkan air tawar pemompaan dilakukan dengan tekanan tinggi ke modul *membrane* yang mempunyai dua outlet yaitu outlet yang bisa menghasilkan air tawar dan outlet yang bisa menghasilkan air garam/mineral yang telah dipekatkan. Dalam proses *membrane*, terjadi proses penyaringan air laut berdasarkan ukuran molekul, yaitu partikel yang molekulnya lebih

besar dari molekul air, seperti larutan garam/mineral, zat organik tertentu dan bakteri, virus, hidrogen, dll

Aplikasi utama pengolahan air laut dengan *Reverse Osmosis Seawater* adalah menghilangkan larutan garam/desalinasi dengan efek tambahan untuk menghilangkan zat-zat serta organisme lainnya.

Produk *Reverse Osmosis Seawater* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 mesin RO *Seawater*
(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.11 Proses Produksi

Proses produksi pada produk *RO Seawater* dilakukan dengan melalui 3 tahap yaitu perakitan *pretreatment*, perakitan unit *RO*, dan terakhir perakitan *System membrane*. Dapat dilihat penjelasan dibawah ini:

1. *Pretreatment*

Pretreatment atau pengolahan awal air asin sebelum masuk pada unit *RO* harus diolah terlebih dahulu. Syarat air baku sebelum masuk ke unit utama harus tidak boleh keruh, tidak boleh berwarna, tidak berbau, kandungan zat besi/mangan kurang dari 0,01 ppm. Berdasarkan kriteria tersebut maka pengolahan tingkat awal menjadi hal yang begitu penting, sehingga peranan fabrikasi pada perusahaan lokal akan menunjang penerapan teknologi ini.

2. Perakitan unit *RO*

1 unit *RO* maka diperlukan komponen dasar yang terdiri dari : pompa tekanan tinggi, modul *membrane*, *water pump* tabung, pipa fleksibel, panel listrik, *flow meter*, *valve*, komponen pendukung lain. Dirakit menjadi suatu jenis mesin *RO*.

3. Perakitan *system membrane*

Perakitan *system membrane* didasarkan pada tahapan proses penggunaan *membrane*, yang meliputi proses filtrasi dan pencucian. Pencucian yang bertujuan membersihkan modul *membrane* setelah proses filtrasi. Umpan dialirkan dari wadah penampung ke *membrane* dengan menggunakan pompa. Cairan akan bergerak dan difiltrasi dalam *membrane* dan keluar pada ujung modul *membrane* sampai bahan yang difiltrasi semua habis. Pada proses pencucian, arah aliran dimulai dari tangka hasil yang diisi air bersih, pencucian dilakukan berulang sampai hasil cucian jernih.

4.1.12 Bahan Utama Mesin *RO Seawater*

Disini dijelaskan beberapa bahan bahan perakitan mesin *RO seawater*. Berikut komponen mesin *RO Seawater* dapat dilihat pada Tabel 4.3, 4.4, 4.5 dan 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.3 Pengolahan Tingkat Awal

No	Nama barang	Spesifikasi
1	Pompa Air baku	Kapasitas 251/menit, 380 V, 3 fase 50 Hz, tekanan, bars (maksimum)
2	<i>Reaktor Tank</i>	Model R6312, kapasitas 0,5 – 1m ³ /Jam
3	<i>Rapid Sand Filter</i>	Model FS1212 Kapasitas 1,4 – 1,8m ³ /Jam
4	<i>Iron Manganese Filter</i>	Model FM1012, Kapasitas 1,4- 1,8m ³ /Jam
5	<i>Colour Polishing (Filter Carbon)</i>	Model FC1012, Kapasitas 1,4- 1,8m ³ /jam
6	<i>Dosing Pump</i>	<i>Single Acting, Chemtech 100/030, Pressure=7Bar, kapasitas = 4,71/ Jam</i>
7	Tangki Kimia	Model BT 502510, volume 30 lt
8	Perlengkapan	Titik jumper, kelistrikan, pipa VPC, pipa fleksibel

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur) Tabel

4.4 Komponen RO

No	Nama barang	Spesifikasi
1	<i>Membrane RO</i>	<i>Tekanan operasi 1-24 Bars, temp 40 degree, Air laut, besi, toleransi garam, mangan, klorida 0,01 ppm.</i>
2	Panel listrik dan control operasi	Kelistrikan, indikator meter dan lampu.
3	<i>Water pump</i>	2,2 KVA, 3 Phase 380 V, 50 Hz.

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

Tabel 4.5 Komponen desinfeksi dan tangki penampung air

No	Nama barang	Spesifikasi
1	<i>Ultra violet</i>	20 Watt
2	Perlengkapan	Pipa VPC, Lem, Tape, <i>Jet, Velve</i> , Panel otomatis, kabel, dan kelistrikan.
3	Bak penampung air olahan	Bahan <i>stainless steel</i>

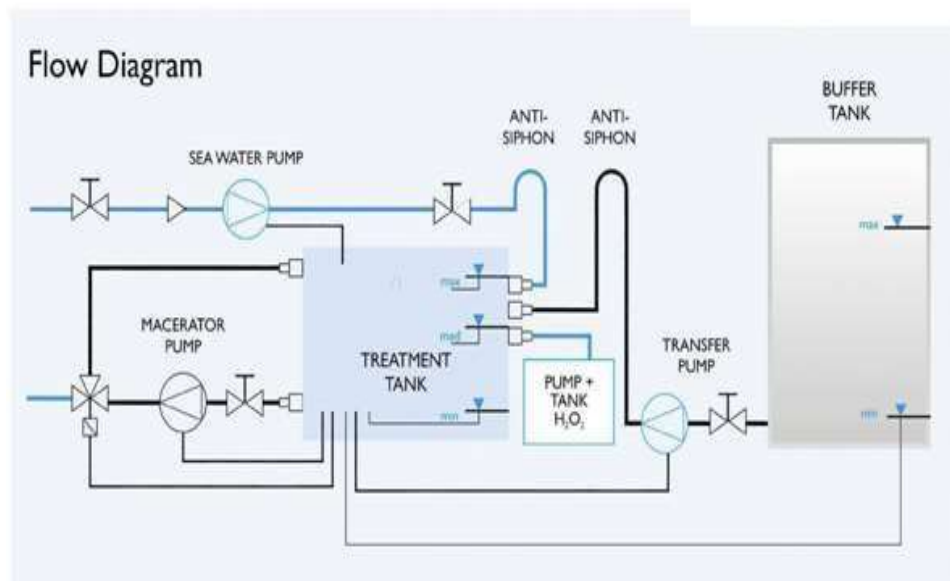
(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur) Tabel

4.6 Pembangkit listrik

No	Nama barang	Spesifikasi
1	Generator	Kapasitan Min 7,5 KVA, 15-19 PK, 3 Phase, 380 V/220 V, <i>Hopper</i>
2	Panel kelistrikan	Phase 3 380 V Manual dan 220 V
3	Pendingin	Bahan besi

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

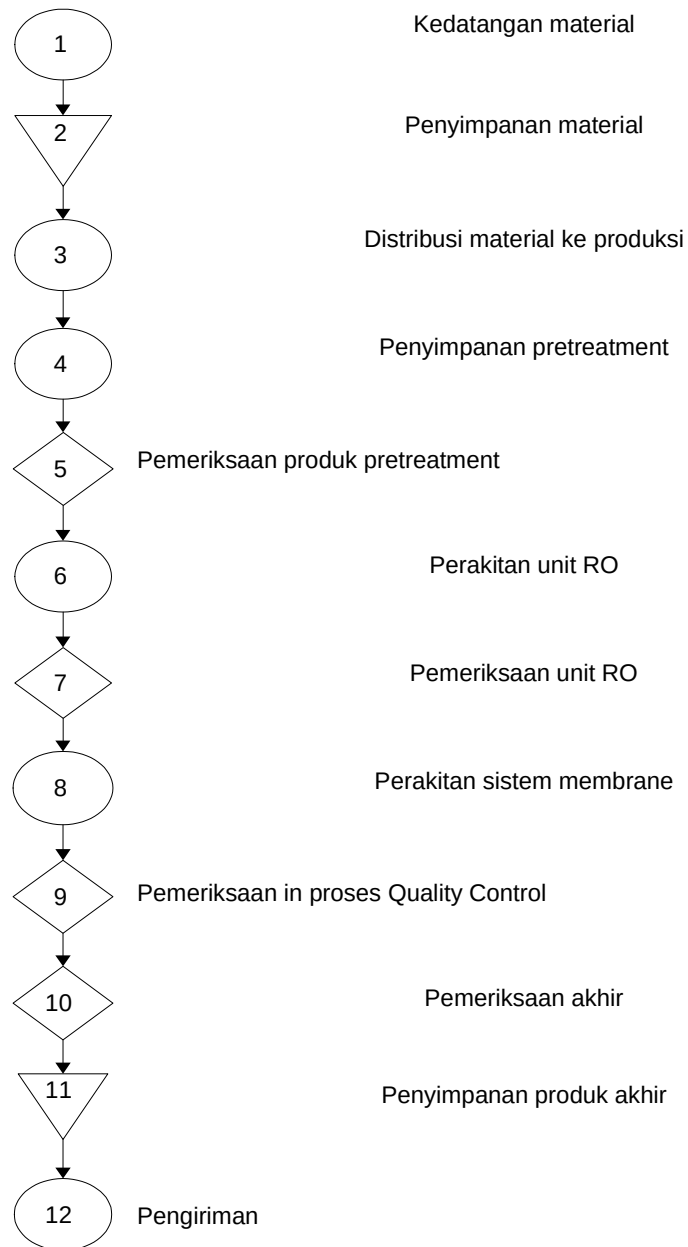
Bahan tambahan yang diperlukan dalam operasional unit pengolahan air *system RO* antara lain Kalium Permanganat (KMnO_4), anti *scalant*, anti *Fouling* dan anti bakteri. Kalium Permanganat digunakan sebagai bahan oksidator terhadap zat besi, mangan dan bahan organik dalam air baku. Dapat dilihat cara kerja mesin *Reverse Osmosis Seawater* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Cara Kerja mesin RO Seawater
(Suber: PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.13 Flowchart (Diagram Aliran Proses Produksi)

Flowchart atau Diagram Aliran Proses Produksi ini digunakan untuk menggambarkan proses-proses operasional suatu produk sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan dan langkah-langkah suatu proses ke proses lainnya. Tujuan pokok dalam pembuatan diagram aliran proses adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas untuk melakukan perbaikan-perbaikan dalam desain *layout* fasilitas produk yang ada. Diagram aliran proses pada produk RO Seawater berisi tentang bahan baku datang dari supplier hingga bahan baku tersebut sudah menjadi produk dan dikirim ke *costumer*. Diagram aliran proses produksi (*flowchart*) pada produk RO Seawater dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Aliran Proses Produksi (*Flowchart*)
(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

4.1.14 Jenis Cacat

Jenis cacat pada mesin *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur terdapat 5 jenis cacat. Cacat tersebut diantaranya *water pump seal* bocor, *pump foot valpe* rusak, *membrane* mampet, *membrane* sobek, dan *carbon filter* habis. Berikut ini macam-macam jenis cacat dapat dilihat dibawah ini:

1. *Water pump seal* bocor

Jenis cacat dimana pompa tidak berjalan sempurna atau kadang-kadang berjalan tersendat, berdengung, debit air yang sedikit serta mati sehingga mengakibatkan produk *Reverse Osmosis Seawater* tidak berjalan dengan sempurna yang diakibatkan oleh *seal* bocor. Jenis cacat yang terdapat pada produk *RO Seawater* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini :



Gambar 4.6 *water pump*
(Sumber:PT Tirta Sumber Makmur)

2. *Pump foot valpe* rusak

Tusen klep atau *foot valpe* rusak ini merupakan jenis cacat dimana tusen klep tidak berfungsi menahan aliran air yang telah berada didalam pipa sehingga mengakibatkan air turun kebawah.

3. *Membrane* mampet

Jenis cacat pada *membrane* mampet akan mengakibatkan air yang keluar sangat sedikit diakibatkan oleh saringan yang ada pada *membrane* cenderung terblock dan mampet mengakibatkan juga adanya kandungan besi didalam air.

4. *Membrane* sobek

Jenis cacat ini akan mengakibatkan air yang berbau serta mengakibatkan pH air yang turun yang diakibatkan oleh *membrane* sobek.

5. *Carbon filter* habis

Jenis cacat ini akan mengakibatkan air yang berwarna yang diakibatkan oleh *Carbon filter* yang habis.

4.1.15 Data dan Jenis Cacat Harian

Data harian produk cacat *Reverse Osmosis Seawater* pada bulan Mei 2016 dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

No	Bulan	Tanggal	Total Produks i	Jenis Cacat					Total Cacat
				<i>Carb on filter habis</i>	<i>Pump foot valpe rusak</i>	<i>Membr ane mampe t</i>	<i>Water pump Seal bocor</i>	<i>Membr ane Sobek</i>	
1	Mei 2016	2/2016	40	1	1	1	1	1	5
2		3/2016	32	1	0	1	5	0	7
3		4/2016	29	1	0	0	1	0	2
4		5/2016	50	0	1	1	2	0	4
5		6/2016	37	1	1	1	3	1	7
6		9/2016	21	1	1	0	1	0	3
7		10/2016	25	0	0	1	1	1	3
8		11/2016	29	1	1	0	2	1	5
9		12/2016	50	2	2	1	3	1	9
10		13/2016	41	2	1	1	14	2	20
11		16/2016	28	1	0	0	2	0	3
12		17/2016	36	1	1	0	1	1	4
13		18/2016	42	1	0	1	1	1	4
14		19/2016	35	1	1	1	1	1	5
15		20/2016	38	1	1	1	3	1	7
16		23/2016	27	1	2	1	3	1	8
17		24/2016	34	2	1	1	1	1	6
18		25/2016	39	1	0	0	1	0	2
19		26/2016	23	0	1	1	1	1	4
20		27/2016	26	1	0	0	1	1	3
21		30/2016	38	0	1	1	3	1	6
22		31/2016	34	1	1	1	1	0	4
Total			754	21	17	15	52	16	121

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

4.2 Pengolahan Data

Dari data yang sudah diperoleh berdasarkan pengamatan lapangan, dan wawancara selanjutnya diolah menggunakan 5 tahap, yaitu: *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*.

4.2.1 Produk Perusahaan PT Tirta Sumber Makmur

PT Tirta Sumber Makmur bergerak dibidang *water treatment system*, menghasilkan beberapa produk otomotif. Produk-produk tersebut nantinya akan dikirim ke perusahaan lain yang merupakan konsumennya. Jumlah presentase data produksi berdasarkan jenis produk *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur, adalah sebagai berikut.

- Jumlah Total Produksi = 4.050 unit
- Jumlah produksi *Reverse Osmosis Seawater* = 754 unit
- Sehingga presentase *Reverse Osmosis Seawater* adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah produk RO Seawater}}{\text{Jumlah total produksi}} \times 100\% \\ &= \frac{754}{4050} \times 100\% = 18,6\% \end{aligned}$$

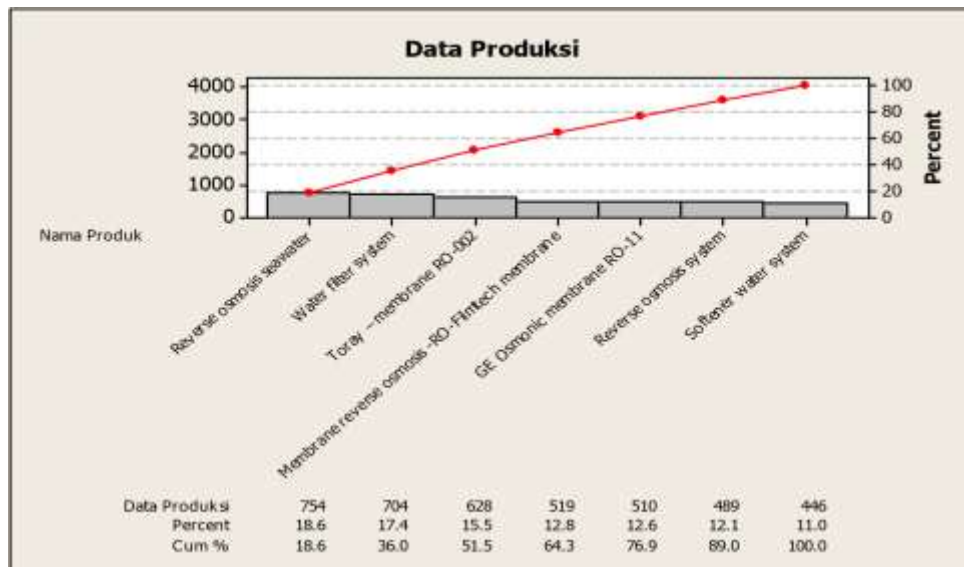
Untuk perhitungan jumlah presentase yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Produk PT Tirta Sumber Makmur.

No	Nama Produk	Data Produksi (unit)	Jumlah Presentase Data Produksi (unit)
1	<i>Reverse osmosis system</i>	489	12,1 %
2	<i>Water filter system</i>	704	17,4 %
3	<i>Softener water system</i>	446	11 %
4	<i>Reverse osmosis seawater</i>	754	18,6 %
5	<i>Toray – membrane RO-002</i>	628	15,5 %
6	<i>GE Osmonic membrane RO-11</i>	510	12,6 %
7	<i>Membrane reverse osmosis RO-Filmtech membrane</i>	519	12,8 %
Total		4.050	

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

Dari Tabel 4.8 diatas dapat diketahui data produksi yang paling tinggi di PT Tirta Sumber Makmur yaitu produk *Reverse Osmosis Seawater*. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 diagram Pareto dibawah ini.



Gambar 4.7 Diagram Pareto Data Produksi
(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.2 Produk Cacat

Produk disebut cacat bila produk itu tidak aman dalam penggunaannya, tidak memenuhi syarat-syarat tertentu sebagaimana yang diharapkan pengguna dengan mempertimbangkan berbagai keadaan, terutama tentang penampilan produk, kegunaan yang seharusnya dari produk serta saat produk tersebut dipasarkan. Produk tidak cacat apabila produk pada saat diedarkan bisa diterima oleh konsumen.

Data produk cacat dalam penelitian ini adalah data cacat produk yang dihasilkan oleh PT Tirta Sumber Makmur. Data yang digunakan yaitu data produk cacat pada bulan Mei 2016. Jumlah presentase data cacat berdasarkan produk *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur, adalah sebagai berikut.

6. Jumlah total produk cacat = 468 unit

- Jumlah cacat *Reverse osmosis seawater* = 121 unit
- Sehingga presentase *Reverse Osmosis Seawater* adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah cacat RO Seawater}}{\text{Jumlah total produks cacat}} \times 100\% \\
 &= \frac{121}{468} \times 100\% = 25,9\%
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan jumlah presentase yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

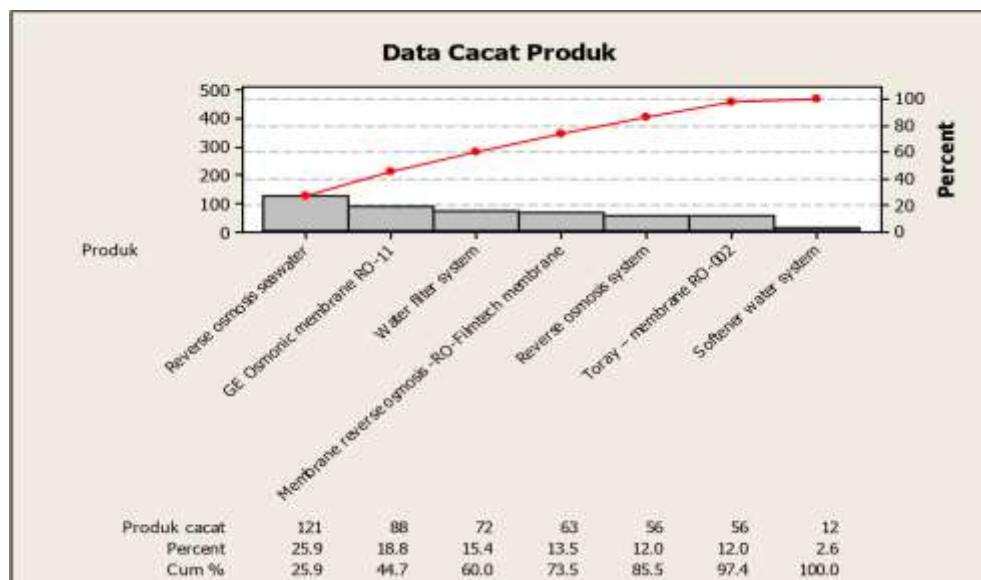
Tabel 4.9 Data Produk Cacat PT Tirta Sumber Makmur pada bulan Mei 2016.

No	Produk	Produk cacat (unit)	Presentase Produk Cacat
----	--------	---------------------	-------------------------

1	Reverse osmosis system	56	12%
2	Water filter system	72	15,4%
3	Softener water system	12	2,6%
4	Reverse osmosis seawater	121	25,9%
5	Toray – membrane RO-002	56	12%
6	GE Osmonic membrane RO-11	88	18,8%
7	Membrane reverse osmosis -RO- Filmtech membrane	63	13,5%
Total		468	

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

Berdasarkan jumlah *not good* (NG), pada tabel di atas dapat dilihat bahwa produk *RO Seawater* merupakan paling banyak terdapat cacat yaitu 25,9%. Dapat dilihat data cacat yang paling banyak dapat dilihat pada diagram Pareto maka produk inilah yang akan ditinjau lebih lanjut agar dapat meningkatkan kualitas sehingga dapat mengurangi biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya. Dari Tabel 4.9 diatas dapat diketahui data produk cacat yang paling tinggi di PT Tirta Sumber Makmur yaitu produk *Reverse Osmosis Seawater*. Dapat dilihat diagram Pareto pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Diagram Pareto Data Cacat Produk
(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.3 Tahap Define

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefinisikan suatu masalah yang timbul dan setelah itu dilanjutkan dengan tahap-tahapan yang mendetail.

1. Pemilihan Proyek Six Sigma Berdasarkan Jenis Produk

Pada pemilihan proyek *six sigma* berdasarkan jenis produk, pemilihan jenis produk dilakukan dengan cara melakukan presentase unit cacat terbesar dari 5 jenis cacat produk yang ada. Jumlah ratio unit cacat berdasarkan jenis produk *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur, selama bulan Mei adalah sebagai berikut. Dari tabel 4.8 didapatkan data:

- Jumlah Produksi produk *Reverse Osmosis Seawater* = 754 unit
- Jumlah cacat = 121 unit
- Sehingga ratio *Reverse Osmosis Seawater* adalah:

$$= \frac{\text{Jumlah Cacat RO Seawater}}{\text{Jumlah Produksi RO Seawater}} \times 100\% \\ = \frac{121}{754} \times 100\% = 15,915 \%$$

Untuk perhitungan jumlah presentase yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Jenis dan Presentase Jumlah Cacat

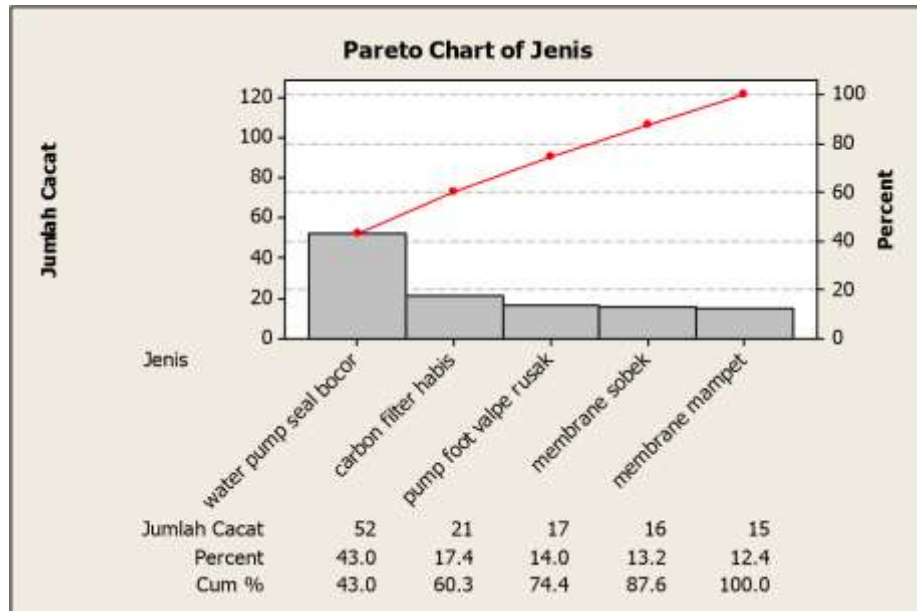
Jenis	Jumlah Cacat (buah)	Presentase Jumlah Cacat
<i>water pump seal</i> bocor	52	43 %
<i>pump foot valpe</i> rusak	17	14 %
<i>membrane</i> mampet	15	12,4 %
<i>carbon filter</i> habis	21	17,4 %
<i>membrane</i> sobek	16	13,2%
Total	121	

(Sumber : PT Tirta Sumber Makmur)

Pada tabel 4.10 diatas didapatkan bahwa presentase jumlah cacat terbesar yaitu pada jenis cacat *water pump seal* bocor, dimana memiliki presentase sebesar 43% dengan cacat 52 buah. Setelah itu *pump foot valpe* rusak, *membrane* mampet, *carbon filter* habis, dan *membrane* sobek dengan masing-masing presentase 14%, 12,4%, 17,4% dan 13,2%. Sehingga pada pemilihan proyek *six sigma* adalah jenis cacat *water pump* dimana akan diteliti penyebab terjadinya cacat dan mencari solusinya.

2. Diagram Pareto

Data yang diambil dari tabel diatas kemudian dibuat diagram Pareto untuk mengetahui yang paling dominan pada masalah yang ada. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 Diagram Pareto menurut Tabel 4.10 diatas.



Gambar 4.9 *Pareto Chart* Jenis Cacat
(Sumber : Pengolahan Data)

Dari Gambar 4.9 diatas dapat dilihat bahwa cacat yang paling mendominasi adalah cacat *water pump seal bocor* dengan jumlah 52 *pieces* dan presentase 43%. Oleh karena itu cacat *water pump seal bocor* akan di analisa lebih lanjut untuk mengetahui penyebabnya. Perhitungan dibawah ini adalah contoh dari perhitungan cacat *water pump seal bocor* dari diagram Pareto Gambar 4.9 ialah sebagai berikut:

1. Jumlah total produk cacat = 121 unit
2. Jumlah cacat *water pump seal bocor* = 52 unit
3. Sehingga presentase *water pump seal bocor* adalah:

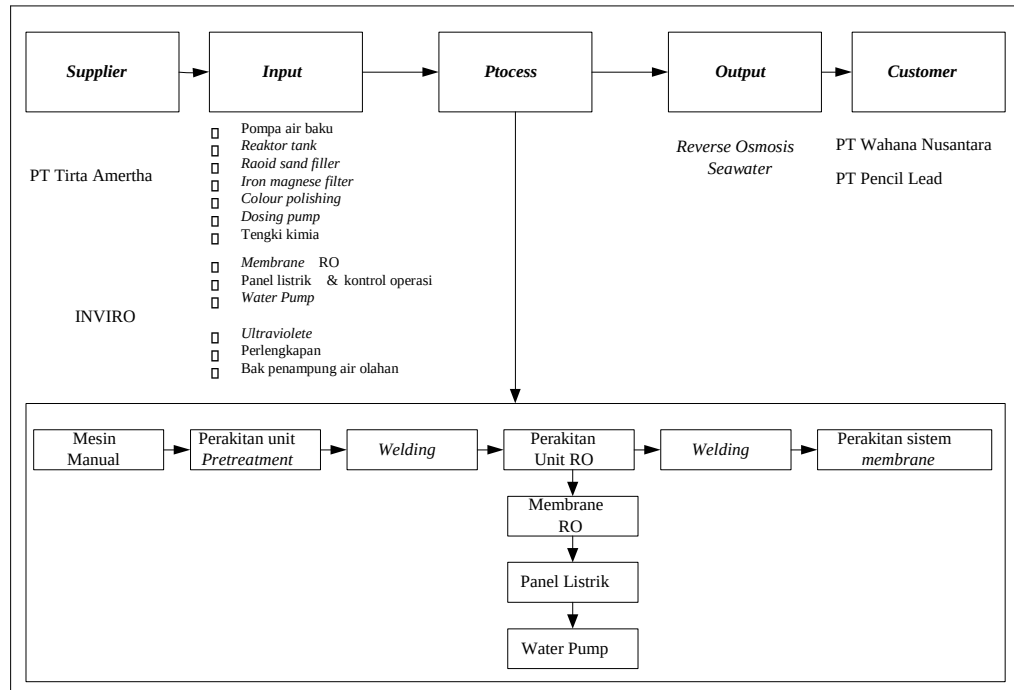
$$= \frac{\text{Jumlah cacat water pump seal bocor}}{\text{Jumlah total produk cacat}} \times 100\%$$

$$= \frac{52}{121} \times 100\% = 43\%$$

3. Diagram SIPOC

Dalam proyek peningkatan kualitas, tahapan proses dimodelkan dalam diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). Diagram SIPOC juga digunakan untuk mempermudah proses produksi pada suatu perusahaan guna

terarahnya suatu pembuatan produk. Pembuatan diagram SIPOC untuk proses pembuatan *Reverse Osmosis Seawater* akan diuraikan pada Gambar 4.10 sebagai berikut:



Gambar 4.10 Diagram SIPOC *Reverse Osmosis Seawater*
(Sumber: Hasil pengolahan data)

Berdasarkan Gambar 4.10 diatas, dapat diketahui bahwa *supplier* pemasok bahan baku *input* pembuatan unit *pretreatment* yaitu PT Tirta Amerta yaitu bahan baku berupa pompa air baku, *reaktor tank*, *raoid sand filler*, *iron magnese filter*, *colour polishing*, *dosing pump* dan tengki kimia. Sedangkan pemasok untuk unit *RO* dengan bahan baku berupa *membrane RO*, panen listrik dan kontrol operasi serta *water pump* dan *system membrane* yang mempunyai bahan baku berupa *ultraviolet*, perlengkapan dan bak penampung air olahan adalah INVIRO. Diketahui setelah bahan datang lalu dimasukkan dan diperiksa, mesin mulai dirakit satu persatu menggunakan alat-alat yang sudah disediakan berdasarkan tahapan-tahapan yang harus dilakukan. Dimulai dari perakitan unit *pretreatment* setelah selesai kemudian disimpan. Dilakukan kembali perakitan unit *RO* setelah selesai disimpan pada tempat yang telah disediakan serta dilakukannya tahap pemeriksaan pada setiap bagian-bagian yang ada. Setelah itu tahap terakhir adalah perakitan unit *system membrane* setelah unit disimpan dan diperiksa. Mesin sudah siap dirakit

maka pada tahap *welding* unit *pretreatmen* dirakit dengan mesin pada perakitan unit *RO* serta unit *system membrane* satu persatu dengan mengikuti tahapan-tahapan yang ada. Setelah dirakit lalu mesin diperiksa oleh pekerja apakah sudah memenuhi standar. Barulah menjadi *output* mesin *Reverse Osmosis Seawater* yang akan dikirim kepada *customer*. Sebelum dikirim ke pelanggan produk ini sudah diperiksa dan siap dikirim ke PT Wahana Nusantara dan PT Pencil Lead.

4.2.4 Tahap *Measure*

Measure merupakan tahap kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. 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. Hal-hal pokok yang harus dilakukan adalah *Voice of Customer*, menentukan karakteristik kualitas (CTQ), menghitung peta kendali, dan penetapan *Level Sigma*.

1. *Voice Of Costumer* (VOC)

Berdasarkan pada pengiriman produk kepada *customer* banyak ditemukan ketidaksesuaian atau produk cacat pada bulan Mei 2016 sehingga *customer* merasa tidak puas. Masalah yang dikeluhkan oleh *customer* ke PT Tirta Sumber Makmur yaitu produk *Reverse Osmosis Seawater* digunakan fungsinya semakin tidak sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu hanya menghasilkan sekitar 17.000-18.000 liter/hari tentunya mengganggu fungsi dari produk yang seharusnya ketika digunakan. Pada umumnya air laut mengandung 28.000-35.000 ppm dan seharusnya dapat dihasilkan air bersih 20.000 liter/hari dengan tekanan antara 3050 bar dengan pH 6,8-8,1 dengan tegangan listrik sebesar 380volt. Lalu kendala lain dapat ditemukan air atau *output* yang keluar dari mesin *Reverse Osmosis Seawater* sering berbau dan berwarna hal ini juga akan mempengaruhi *customer* merasa kecewa karena mesin tidak sesuai apa dengan apa yang sudah menjadi spesifikasinya. Karena kepuasan pelanggan menentukan kualitas dan keberhasilan PT tirta Sumber Makmur.

2. *Critical to Quality* (CTQ)

Penentuan *Critical to Quality* (CTQ) ditetapkan berdasarkan unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi *output* dari proses itu sendiri. Pada tahap ini dilakukan penentuan karakteristik kualitas kunci yang mewakili karakter

utama yang diinginkan oleh pelanggan. *Tools* yang dipakai untuk menentukan CTQ adalah karakteristik CTQ. Dengan menggunakan CTQ, maka keinginan pelanggan yang lebih bersifat umum dapat diterjemahkan kedalam bentuk karakteristik yang lebih spesifik. Pada mesin *Reverse Osmosis Seawater* pada jenis cacat *water pump seal* bocor seharusnya *water pump seal* bocor atau pompa yang bekerja haruslah lancar dengan tidak ada kendali atau sendatansendatan dan mati selama mesin digunakan agar mesin yang bekerja akan menghasilkan *output* yang maksimal sesuai dengan apa yang diharapkan. Berdasarkan *Voice of Customer* dimana terjadi keluhan kepada perusahaan terhadap produk yang dikirim tidak sesuai dengan keinginan atau adanya produk cacat yang dikarenakan kendala dari kualitas *water pump seal* bocor. Keluhan tersebut karena masalah produk yang dikirim saat dirakit fungsinya menjadi tidak sesuai apa yang diinginkan fungsinya.

3. Peta Kendali

Dalam pengamatan di PT Tirta Sumber Makmur sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah sampel yang diambil tidak stabil atau kontstan jumlahnya atau memang perusahaan akan melakukan 100% inspeksi maka digunakan peta kendali p. Dapat dilihat pembuatan peta kendali p pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Mei 2016

No	Tanggal	Banyaknya Sampel (n)	Jumlah Cacat (c)	Proporsi (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	2/5/2016	40	5	0,1250	0,1605	0,3346	-0,0136
2	3/5/2016	32	7	0,2188	0,1605	0,3551	-0,0342
3	4/5/2016	29	2	0,0690	0,1605	0,3650	-0,0440
4	5/5/2016	50	4	0,0800	0,1605	0,3162	0,0048
5	6/5/2016	37	7	0,1892	0,1605	0,3415	-0,0205
6	9/5/2016	21	3	0,1429	0,1605	0,4008	-0,0798
7	10/5/2016	25	3	0,1200	0,1605	0,3807	-0,0598
8	11/5/2016	29	5	0,1724	0,1605	0,3650	-0,0440
9	12/5/2016	50	9	0,1800	0,1605	0,3162	0,0048

10	13/5/2016	41	20	0,4878	0,1605	0,3324	-0,0115
11	16/5/2016	28	3	0,1071	0,1605	0,3686	-0,0476
12	17/5/2016	36	4	0,1111	0,1605	0,3440	-0,0230
13	18/5/2016	42	4	0,0952	0,1605	0,3304	-0,0094
14	19/5/2016	35	5	0,1429	0,1605	0,3466	-0,0256
15	20/5/2016	38	7	0,1842	0,1605	0,3391	-0,0182
16	23/5/2016	27	8	0,2963	0,1605	0,3724	-0,0514
17	24/5/2016	34	6	0,1765	0,1605	0,3493	-0,0284
18	25/5/2016	39	2	0,0513	0,1605	0,3368	0,0001
19	26/5/2016	23	4	0,1739	0,1605	0,3901	-0,0691
20	27/5/2016	26	3	0,1154	0,1605	0,3764	-0,0555
21	30/5/2016	38	6	0,1579	0,1605	0,3391	-0,0182
22	31/5/2016	34	4	0,1176	0,1605	0,3493	-0,0284
Total		$\sum n = 754$ unit	$\sum c = 121$				

(Sumber : Pengolahan Data)

Perhitungan dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan nilai untuk data pada Tabel 4.11 untuk nilai proporsi cacat p , rata-rata $\bar{p}$, *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada tanggal 2 Mei 2016 ialah sebagai berikut:

- a. Menghitung proporsi unit cacat (p)

$$p = \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat}}{\text{Ukuran sub grup}}$$

$$= \frac{c}{n} = \frac{5}{40} = 0,1250$$

- b. Menghitung jumlah rata-rata cacat $\bar{p}$

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}}$$

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

$$= \frac{121}{754} = 0,1605$$

- c. *Upper Control Limit* (UCL)

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

$$UCL = 0,1605 + 3 \sqrt{\frac{0,1605(1 - 0,1605)}{40}}$$

$$UCL = 0,1605 + 0,1741$$

$$UCL = 0,3346$$

d. *Lower Control Limit (LCL)*

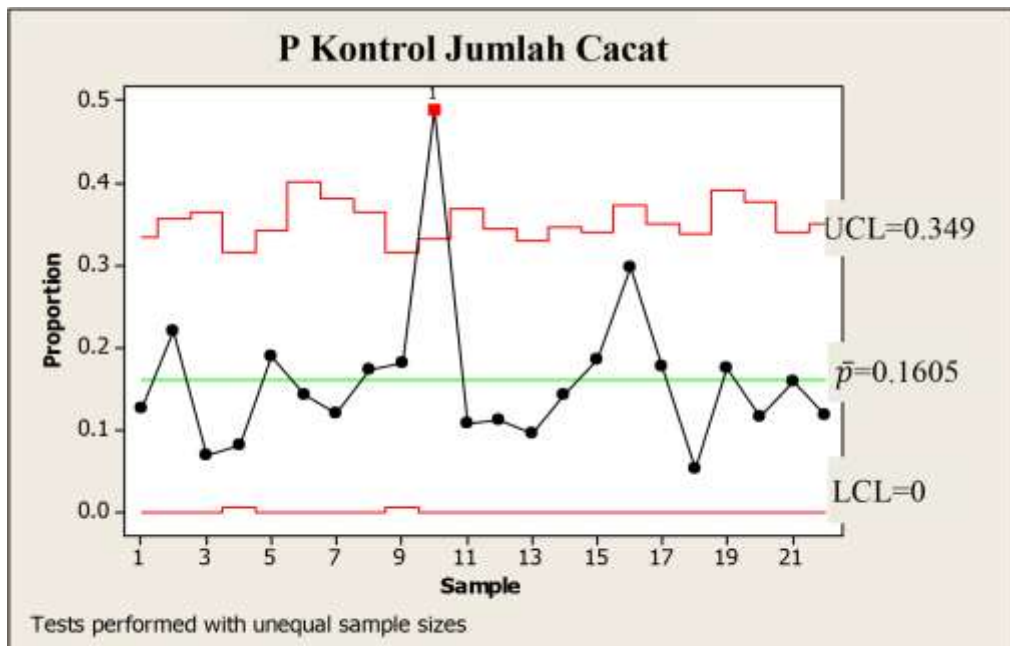
$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,1605 - 3 \sqrt{\frac{0,1605(1-0,1605)}{40}}$$

$$LCL = 0,1605 - 0,1741$$

$$LCL = -0,0136$$

Untuk dapat mengetahui dengan jelas mengenai produk cacat yang masih dalam kontrol ataupun yang *out of control*, maka digambarkan peta kendali p. Peta kendali p juga mampu menganalisis penyebab terjadinya peningkatan produk cacat dalam suatu proses yang mengakibatkan produk cacat tersebut *out of control* atau keluar batas pengendalian. Peta kontrol p jumlah cacat dapat dilihat pada Gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.1 Peta Kontrol P Jumlah Cacat
(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar peta kendali p diatas diketahui data yang keluar dari batas kendali atas yaitu pada tanggal 13 Mei 2016. Dengan nilai UCL sebesar 0,3493 nilai $\bar{p}$ sebesar 0,1605 dan nilai LCL sebesar 0. Dapat dilihat data cacat keluar dari batas kendali (*out of control*). Oleh karena itu dibutuhkan revisi data agar semua

menjadi terkendali dan terkontrol.. Pengolahan Data Proporsi Cacat Harian Mei 2016 setelah revisi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pengolahan Data Cacat Harian Mei Setelah Revisi 2016

No	Tanggal	Banyaknya Sampel (n)	Jumlah Cacat (c)	Proporsi (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	2/5/2016	40	5	0,1250	0,1417	0,3070	-0,0237
2	3/5/2016	32	7	0,2188	0,1417	0,3265	-0,0432
3	4/5/2016	29	2	0,0690	0,1417	0,3359	-0,0526
4	5/5/2016	50	4	0,0800	0,1417	0,2895	-0,0062
5	6/5/2016	37	7	0,1892	0,1417	0,3136	-0,0303
6	9/5/2016	21	3	0,1429	0,1417	0,3699	-0,0866
7	10/5/2016	25	3	0,1200	0,1417	0,3508	-0,0675
8	11/5/2016	29	5	0,1724	0,1417	0,3359	-0,0526

Tabel 4.12 Pengolahan Data Cacat Harian Mei Setelah Revisi 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	Banyaknya Sampel (n)	Jumlah Cacat (c)	Proporsi (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
9	12/5/2016	50	9	0,1800	0,1417	0,2895	-0,0062
10	16/5/2016	28	3	0,1071	0,1417	0,3393	-0,0560
11	17/5/2016	36	4	0,1111	0,1417	0,3160	-0,0326
12	18/5/2016	42	4	0,0952	0,1417	0,3030	-0,0197
13	19/5/2016	35	5	0,1429	0,1417	0,3184	-0,0351
14	20/5/2016	38	7	0,1842	0,1417	0,3113	-0,0280
15	23/5/2016	27	8	0,2963	0,1417	0,3429	-0,0596
16	24/5/2016	34	6	0,1765	0,1417	0,3210	-0,0377
17	25/5/2016	39	2	0,0513	0,1417	0,3091	-0,0258
18	26/5/2016	23	4	0,1739	0,1417	0,3597	-0,0764
19	27/5/2016	26	3	0,1154	0,1417	0,3468	-0,0635
20	30/5/2016	38	6	0,1579	0,1417	0,3113	-0,0280
21	31/5/2016	34	4	0,1176	0,1417	0,3211	-0,0377
Total		$\sum n = 713$ unit	$\sum c = 101$				

(Sumber : Pengolahan Data)

Perhitungan dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan setelah revisi nilai untuk data pada tabel 4.12 untuk nilai proporsi cacat p , rata-rata $\bar{p}$ *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada tanggal 2 Mei 2016 setelah revisi ialah sebagai berikut:

- a. Menghitung proporsi unit cacat (p)

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat}}{\text{Ukuran sub grup}} \\
 &= \frac{c}{n} \\
 &= \frac{5}{40} = 0,1250
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung jumlah rata-rata cacat $\bar{p}$

$$\begin{aligned}
 \bar{p} &= \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}} \\
 &= \frac{\sum c}{\sum n} \\
 &= \frac{101}{713} = 0,1417
 \end{aligned}$$

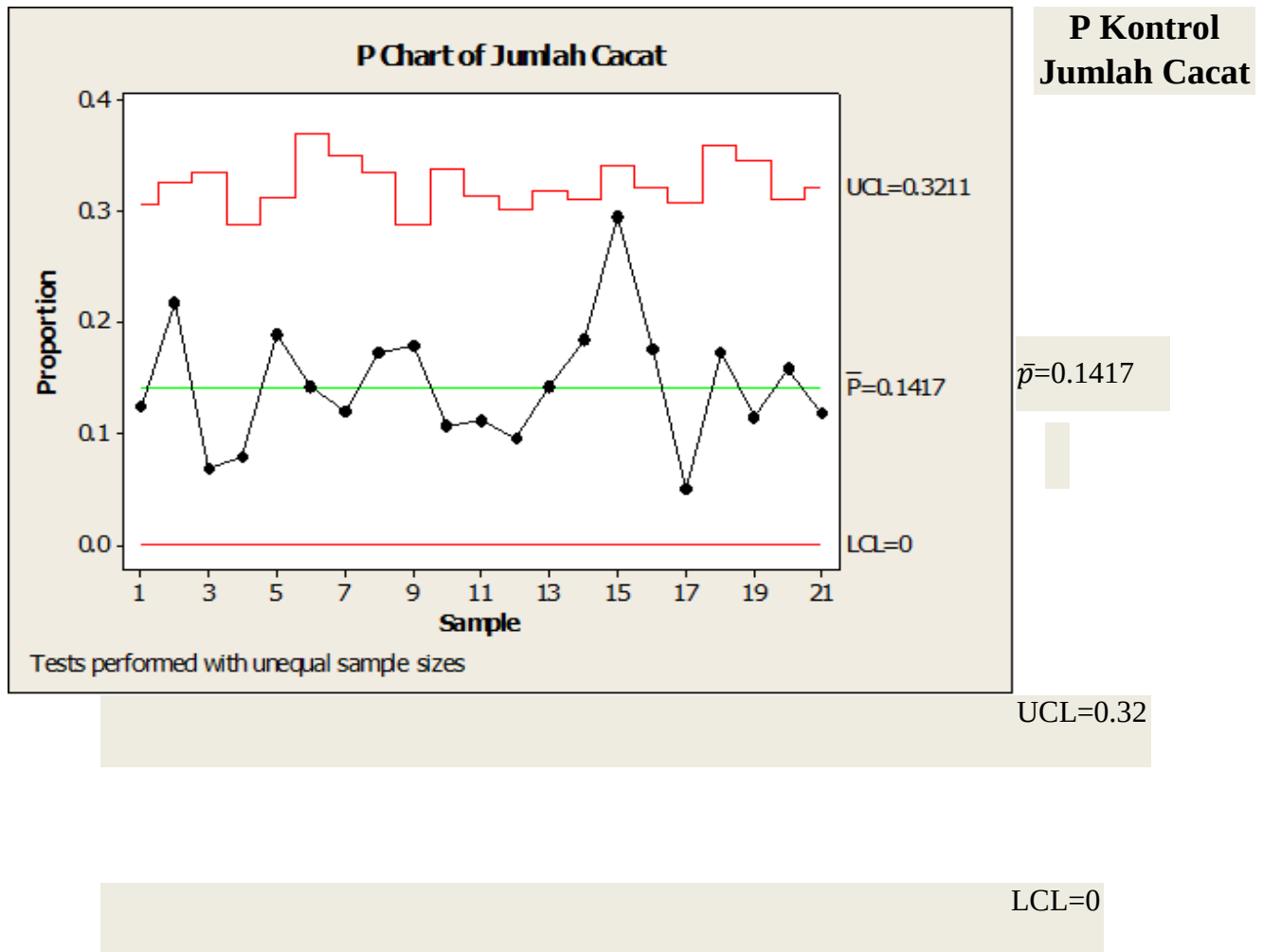
- c. *Upper Control Limit (UCL)*

$$\begin{aligned}
 UCL &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{n}} \\
 UCL &= 0,1417 + 3 \sqrt{\frac{0,1417 (1 - 0,1417)}{40}} \\
 UCL &= 0,1417 + 0,1654 \\
 UCL &= 0,3071
 \end{aligned}$$

- d. *Lower Control Limit (LCL)*

$$\begin{aligned}
 LCL &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{n}} \\
 LCL &= 0,1417 - 3 \sqrt{\frac{0,1417 (1 - 0,1417)}{40}} \\
 LCL &= 0,1417 - 0,1654 \\
 LCL &= -0,0237
 \end{aligned}$$

Peta kontrol P setelah revisi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Peta Kontrol P Jumlah Cacat Setelah Revisi
(Sumber : Pengolahan Data)

Dari gambar 4.12 atas, terlihat bahwa semua data proporsi cacat berada dalam batas pengendalian (*in control*), yang berarti produk cacat yang dihasilkan pada masing-masing observasi tersebut masih dalam batas yang diisyaratkan atau diperbolehkan serta dilanjutkan kepada tahap selanjutnya. Karena semua data berada dalam batas pengendalian dengan nilai UCL sebesar 0,3211 nilai $\bar{p}$ 0,1417 dan nilai LCL sebesar 0, maka peta pengendali inilah yang akan digunakan sebagai perencanaan pengendali periode mendatang karena data yang diambil sesuai dengan apa yang diisyaratkan.

4. Perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma*
Perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma* pada lini

produksi *Reverse Osmosis Seawater* berdasarkan data unit produksi dan data cacat pada tanggal 2 Mei 2016 s.d 31 Mei 2016 sebelum perbaikan, yaitu: a. *Unit (U)*

Unit merupakan jumlah produk yang dihasilkan pada produksi *Reverse Osmosis Seawater* selama 2 Mei 2016 s.d 31 Mei 2016 sebanyak 754 unit.

b. *Opportunities (OP)*

Karakteristik kualitas yang terjadi pada produk *Reverse Osmosis Seawater* atau jenis cacat yang disebut *Critical To Quality (CTQ)*. Berdasarkan data yang didapat banyaknya CTQ dalam penelitian ini sebanyak 5 karakteristik.

c. *Defect (D)*

Defect merupakan jumlah jumlah unit cacat yang terjadi pada produksi *Reverse Osmosis Seawater* selama 2 Mei 2016 s.d 31 Mei 2016, yaitu sebanyak 121 unit.

d. *Defect Per Unit (DPU)*

$$DPU = \frac{Defect}{Unit} = \frac{121}{754} = 0,1604$$

Jadi, nilai *Defect Per Unit* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 0,1604 DPU.

e. *Total Opportunities (TOP)*

$$TOP = U \times OP = 754 \times 5 = 3770 \text{ TOP}$$

Jadi, nilai *Total Opportunities* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 3770 TOP.

f. *Deffect Per Opportunities (DPO)*

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{121}{3770} = 0,0320$$

Jadi, nilai *Deffect Per Opportunities* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 0,0320 DPO.

g. *Deffect Per Milion Opportunities (DPMO)*

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,0320 \times 1.000.000$$

$$= 32.000$$

Jadi, nilai *Deffect Per Milion Opportunities* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 32.000 DPMO.

h. *Level Sigma*

Nilai DPMO untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 32.000 DPMO, berdasarkan tabel konversi DPMO ke nilai *Sigma* yang terdapat pada lampiran A (lanjutan) berada pada kisaran *Level Sigma* antara 3,35 dan 3,36. Sehingga untuk lebih pastinya dilakukan interpolasi, untuk menentukan pada *Level Sigma* berapa produk *Reverse Osmosis Seawater* berada.

Interpolasi :

$$\frac{32.000 - 32.157}{31.443 - 32.000} = \frac{x - 3,35}{3,36 - x}$$

$$\frac{-157}{-557} = \frac{x - 3,35}{3,36 - x}$$

$$-525,95 - (-157x) = -1871,52 - (-557x)$$

$$-157x + -557x = -525,95 + -1871,52$$

$$-714x = -2397,47$$

$$x = \frac{2397,47}{714} = 3,35$$

Jadi, *Level Sigma* berdasarkan hasil interpolasi yang sesuai pada tabel konversi *Six Sigma* berdasarkan lini produksi pada produk *Reverse Osmosis Seawater* berada pada level 3,35 *Sigma*.

BAB V

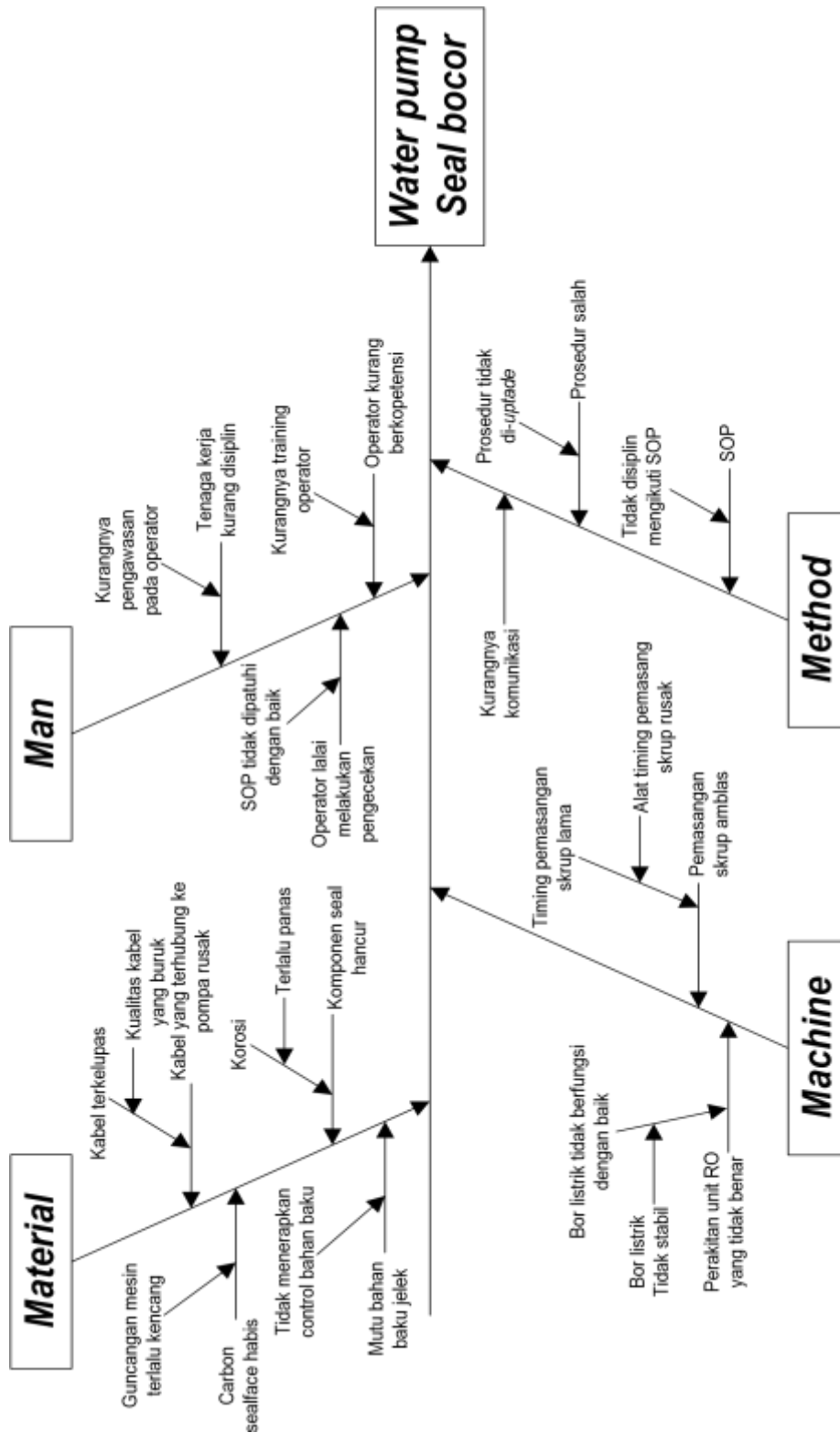
ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH

Berdasarkan analisis Pareto pada tahap pengukuran, dapat dilihat bahwa produk *Reverse Osmosis Seawater* merupakan paling banyak terdapat cacat dengan jenis cacat yang paling dominan yaitu *water pump*. Sehingga data cacat berdasarkan peta kendali p diketahui keluar dari batas kontrol yang mengakibatkan data menjadi tidak terkendali. Oleh karena itu, cacat *water pump* akan dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui penyebabnya. Hasil analisis yang dilakukan merupakan dasar penentuan usulan perbaikan kepada perusahaan.

5.1 Tahap Analyze

Setelah diketahui cacat yang paling dominan menggunakan diagram Pareto, data cacat diambil dan diolah menggunakan peta kendali p. Peta kendali p digunakan untuk melihat data cacat dalam batas kendali atau tidak. Pada tanggal 13 Mei 2016 data cacat keluar dari batas control (*out of control*) yang disebabkan oleh variasi penyebab khusus. Variasi penyebab khusus adalah kejadian diluar sistem yang mempengaruhi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, lingkungan, mesin,

metode dan bahan baku. Setelah didapatkan penyebab masalah, lalu dicari akar penyebab permasalahan tersebut. Alat yang digunakan 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 yang akan diperbaiki. Setelah melakukan perhitungan dapat dilihat bahwa jenis cacat yang banyak terjadi adalah cacat *water pump*. Dengan diagram sebab akibat akan mengetahui lebih jelas mengenai penyebab dari cacat tersebut. Dari elemen-elemen penyebab khusus pengukuran ini akan dicari sebab munculnya cacat unit *water pump* pada *seal* bocor. Pembuatan diagram *fishbone* ini didasarkan pada hasil *brainstroming* dan wawancara. Gambar 5.1 *Fishbone* Diagram *water pump seal* bocor.



Gambar 5.1 Fishbone Diagram Water Pump Seal Bocor
(Sumber :Hasil Pengolahan Data dan Brainstorming)

Pada Gambar 5.1 diagram *fishbone* diatas menunjukan beberapa faktor yang menyebabkan cacat *water pump seal* bocor maka dapat dianalisis penyebab terjadinya cacat sebagai berikut:

1. Material

Pada masalah yang ada didalam material adalah mutu atau kualitas bahan baku yang tidak stabil dikarenakan oleh tidak melakukan control pada pemasok bahan baku. Lalu karbon *seal face* habis yang diakibatkan karena guncangan mesin yang terlalu keras serta salah satu komponen *seal* yang rusak karena korosi yang diakibatkan pada mesin yang terlalu panas. Setelah itu kendala selanjutnya adalah rusaknya kabel yang terhubung ke pompa, dikarenakan terkelupasnya kabel tersebut karena kualitas kabel yang buruk.

2. Manusia

Kesalahan yang terjadi pada manusia atau tenaga kerja diliputi banyaknya faktor-faktor dalam diri operator yang dapat menyebabkan kinerjanya tidak stabil dan bisa dikatakan gagal sehingga mengakibatkan terjadinya penyimpangan dalam mengerjakan suatu pekerjaannya. Diantaranya operator yang lalai dalam melakukan pengecekan dikarenakan SOP tidak dipatuhi dengan baik. Lalu operator yang kurang berkopetensi, dikarenakan kurang ahli operator karena kurangnya training operator serta tenaga kerja yang kurang disiplin yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan pada operator.

3. Mesin

Pada bagian mesin perakitan unit *RO* yang tidak benar yang dikarenakan bor listrik tidak berfungsi dengan baik sebab bor yang digunakan tidak berfungsi dengan baik. Pemasangan sekrup yang amblas, yang menyebabkan timing terlalu lama karena alat timing robot pada pemasangan skrup sering bermasalah.

4. Metode

Kesalahan yang terjadi pada metode yaitu tidak mengikuti SOP dengan baik dikarenakan kurangnya penyusunan SOP yang jelas, prosedur salah karena kurangnya di-*uptade* sehingga terjadi kurangnya komunikasi. Serta prosedur salah karena prosedur kurang di-*uptade*.

5.2 Tahap *Improve*

Tahap *Improve* merupakan tahap lanjutan dari *Analyze* dan pada tahap ini akan mengidentifikasi solusi kreatif untuk memperbaiki dan mencegah masalah dalam proses perakitan. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dianalisis dari suatu rencana, demi tercapainya tujuan awal perusahaan yaitu meminimalisirkan jumlah cacat pada produk *Reverse Osmosis Seawater* di PT Tirta Sumber Makmur. Pada penelitian ini, aktivitas yang dilakukan pada tahap *improve* adalah mengetahui usulan tindakan perbaikan dan penentuan solusi-solusi atau tindakan-tindakan untuk mengatasi permasalahan cacat kualitas *water pump* tidak stabil. Tahap *improve* ini dilakukan dengan menggunakan metode 5W+1H. Metode 5W+1H berguna untuk melihat usulan rencana perbaikan dalam upaya meminimalisirkan jumlah cacat dan melihat apakah cara-cara peningkatan kinerja yang dilakukan memberikan hasil-hasil manfaat.

Berdasarkan hasil dari tahap *analyze* dengan menggunakan metode Diagram *fishbone* (sebab-akibat), diperoleh penyebab-penyebab dari cacat *seal* bocor tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada. Pembuatan analisis 5W+1H ini didasarkan pada hasil *brainstorming* dan wawancara sehingga didapatkan usulan rencana perbaikan kualitas *water pump* tidak stabil pada produk *Reverse Osmosis Seawater*. Penyebab dari ketidaksesuaian tersebut berasal dari manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*) dan bahan baku (*material*). Berikut ini merupakan analisis 5W+1H untuk usulan rencana perbaikan dan karakteristik kualitas.

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk perbaikan cacat *water pump seal* bocor.

Faktor	<i>What</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
	Masalah Apa	Tempat	Kapan	Alasan	Penanggung Jawab	Tindakan
Material	Mutu bahan baku tidak stabil.	Lantai produksi	Dilaksanakan pada bulan Mei 2016	Material kurang standar karena tidak menerapkan control bahan baku. Guncangan mesin yang sangat kencang. Korosi dan mesin terlalu panas. Kualitas kabel yang buruk	<i>Quality Control</i>	Menerapkan control bahan baku jika barang baku akan dipasokan.
	<i>Carbon sealface</i> habis				<i>Engineering and Maitenance</i>	Melakukan pengecekan sesering mungkin terhadap <i>seal</i> . Sering melakukan istirahat terhadap mesin untuk Menggunakan bahan baku yang baik sesuai dengan standar. didinginkan.
	Komponen <i>seal</i> hancur				<i>Quality Control</i>	
Man	Kabel yang terhubung ke pompa rusak.	Lantai produksi	Dilaksanakan pada setiap hari jumat pada bulan Mei 2016	SOP tidak dipatuhi dengan baik. Kurangnya training operator. Kurang pengawasan	<i>General Manager</i>	Mematuhi dan membaca seluruh petunjuk SOP. Melakukan training.
	Operator lalai dalam melakukan pengecekan. Operator kurang berkopetensi. Kurang disiplin				<i>HRD</i>	Melakukan pengawasan sesering Mungkin.

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk perbaikan cacat *water pump seal* bocor (Lanjutan).
(Lanjutan)

Faktor	<i>What</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
	Masalah Apa	Tempat	Kapan	Alasan	Penanggung Jawab	Tindakan
Machine	Pemasangan skrup amblas. Perakitan unit RO yang tidak benar	Lantai produksi	Dilaksanakan pada bulan Mei 2016	Timing pemasangan skrup lama karen alat timing sering bermasalah. Bor listrik tidak berfungsi dengan baik sehingga bor listrik kurang stabil.	<i>Engineering and Maitenance</i>	Melakukan pengecekan pada alat pemasangan skrup sebelum digunakan. Mengganti br listrik yang baru atau melakukan pengecekan terhadap bor listrik sesering mungkin.
Method	SOP Kurangnya komunikasi	Lantai produksi	Dilaksanakan pada bulan Mei 2016	Tidak disiplin mengikuti SOP. Prosedur tidak diuptade.	<i>Deputy GM of Technical and Planning</i>	Memberikan sanksi jika tidak mengikuti SOP. Melakukan <i>uptade</i> dan pengecekan prosedur setiap bulan dan sering melakukan koordinasi. Melakukan sesering mungkin komunikasi agar tidak terjadinya kesalahan.

1 (Sumber: *Brainstorming*)

5.3 Tahap Implementasi

Tahap implementasi perbaikan dengan metode 5W+1H dengan melihat analisis 5W+1H yang dijadikan saran atau solusi dalam memperbaiki atau mengurangi cacat *water pump seal bocor*, adapun implementasi perbaikannya dilakukan, yaitu sebagai berikut :

1. Implementasi perbaikan untuk cacat *seal* bocor

a. Sebelum perbaikan

Komponen *seal* rusak dapat dilihat pada Gambar 5.2 dibawah ini.



Gambar 5.2 *seal* rusak

(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)

Perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan pendinginan atau istirahat terhadap mesin serta melakukan pengecekan sesering mungkin pada *seal*.

b. Sesudah perbaikan

Setelah melakukan istirahat terhadap mesin untuk didinginkan serta pengecekan terhadap *seal*, dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 *seal* sesudah perbaikan dibawah ini.



Gambar 5.3 Pendinginan Mesin

(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)



Gambar 5.4 *seal* setelah perbaikan
(Sumber: PT Tirta Sumber Makmur)

5.4 Tahap *Control*

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 dilakukannya implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik dan terkendali secara statistik atau tidak. Jika pada tahap ini terjadi ketidaksesuaian atau rencana perbaikan gagal, maka akan kembali ke tahap *Analyze* untuk dianalisis kembali. Pada tahap ini akan dirumuskan secara perubahan yang baru, karena terdapat kesalahan pada akar permasalahan. Langkah-langkah dalam tahap *Improve* dapat dilakukan dan memberikan dampak yang positif yaitu adanya peningkatan kualitas, maka siklus akan kembali ke tahap *Define* yang akan merumuskan masalah lain. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini seperti membuat rekapan data cacat dari CTQ setelah perbaikan, membuat peta kendali, menghitung DPMO dan *Level Sigma* setelah perbaikan. Karena itu perlu adanya pengontrolan terhadap kinerja proses setelah adanya upaya perbaikan. Pada tahap ini juga akan dibuat peta kendali setelah perbaikan apakah cacat dalam batas control atau tidak dan juga mengetahui apakah nilai DPMO menurun dan *Level Sigma* meningkat atau tidak setelah dilakukannya implementasi. Adapun langkahlangkah yang dilakukan pada tahap ini:

5.4.1 Data setelah perbaikan

Setelah dilakukannya perbaikan usulan-usulan diatas diuji coba selama 21 hari guna untuk membuktikan apakah usulan perbaikan tersebut berjalan dengan lancar dan mendapatkan hasil yang maksimal sesuai yang telah diharapkan. Perlu dilakukannya perhitungan kembali apakah produk mengalami peningkatan kualitas atau tidak. Berikut adalah data jumlah produksi dan jumlah cacat pada produk *Reverse Osmosis Seawater* pada bulan Juli 2016, sampel harian setelah dilakukannya perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 Data Cacat 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016 setelah perbaikan.

No	Bulan	Tanggal	Total Produksi	Jenis Cacat					Total Cacat
				<i>Carbon filter habis</i>	<i>Pump Foot valpe rusak</i>	<i>Membrane mampet</i>	<i>Water pump Seal bocor</i>	<i>Membrane Sobek</i>	
1	Juli 2016	1/2016	35	1	1	1	1	1	5
2		4/2016	35	0	1	1	0	1	3
3		5/2016	20	1	1	1	1	1	5
4		6/2016	31	0	0	1	2	1	4
5		7/2016	42	1	1	0	2	0	4
6		8/2016	44	1	1	1	1	0	4
7		11/2016	41	0	0	1	1	0	2
8		12/2016	27	1	1	0	1	1	4
9		13/2016	29	1	0	0	1	0	2
10		14/2016	35	0	1	0	1	1	3
11		15/2016	31	1	1	0	1	1	4
12		18/2016	36	1	1	1	1	1	5
13		19/2016	29	1	1	0	1	1	4
14		20/2016	40	0	0	0	1	0	1
15		21/2016	40	1	1	1	1	1	5
16		22/2016	38	1	1	1	1	0	4
17		25/2016	25	1	1	1	1	1	5
18		26/2016	26	1	1	0	1	1	4
19		27/2016	23	1	1	1	1	1	5
20		28/2016	28	1	1	1	1	0	4
21		29/2016	40	1	0	1	1	1	4
Total			695	16	16	13	22	14	81

(Sumber : Pengolahan Data)

5.4.2 Peta Kendali Setelah Perbaikan

Peta kendali digunakan untuk menguji data yang keluar dari batas kontrol serta untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik atau tidak. Oleh sebab itu, peta kendali yang sesuai untuk digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali untuk data atribut yaitu peta kendali p . Karena cacat *seal* bocor mengakibatkan *water pump* tidak berfungsi sebagaimana dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Dapat dilihat Tabel 5.3 pengolahan data cacat harian setelah perbaikan.

No	Tanggal	Banyaknya Sampel (n)	Jumlah Cacat (c)	Proporsi (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	1/7/2016	35	5	0,1429	0,1165	0,2791	-0,0461
2	4/7/2016	35	3	0,0857	0,1165	0,2793	-0,0462
3	5/7/2016	20	5	0,2500	0,1165	0,3318	-0,0987
4	6/7/2016	31	4	0,1290	0,1165	0,2894	-0,0563
5	7/7/2016	42	4	0,0952	0,1165	0,2651	-0,0320
6	8/7/2016	44	4	0,0909	0,1165	0,2617	-0,0286
7	11/7/2016	41	2	0,0488	0,1165	0,2669	-0,0338
8	12/7/2016	27	4	0,1481	0,1165	0,3018	-0,0687
9	13/7/2016	29	2	0,0690	0,1165	0,2953	-0,0622
10	14/7/2016	35	3	0,0857	0,1165	0,2793	-0,0462
11	15/7/2016	31	4	0,1290	0,1165	0,2894	-0,0563
12	18/7/2016	36	5	0,1389	0,1165	0,2770	-0,0439
13	19/7/2016	29	4	0,1379	0,1165	0,2953	-0,0622
14	20/7/2016	40	1	0,0250	0,1165	0,2688	-0,0357
15	21/7/2016	40	5	0,1250	0,1165	0,2688	-0,0357
16	22/7/2016	38	4	0,1053	0,1165	0,2727	-0,0396
17	25/7/2016	25	5	0,2000	0,1165	0,3091	-0,0760
18	26/7/2016	26	4	0,1538	0,1165	0,3053	0,0001
19	27/7/2016	23	5	0,2174	0,1165	0,3173	-0,0842
20	28/7/2016	28	4	0,1429	0,1165	0,2985	-0,0654
21	29/7/2016	40	4	0,1000	0,1165	0,2688	-0,0357

Total	$\sum n = 695$ unit	$\sum c = 81$	
-------	---------------------	---------------	--

Tabel 5.3 Pengolahan Data Cacat Harian 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016 setelah perbaikan.

Rekapitulasi hasil perhitungan pada peta kendali p setelah implementasi perbaikan untuk setiap periode produksi dapat dilihat pada tabel 5.3. Perhitungan dibawah ini merupakan contoh dari perhitungan nilai untuk data pada tabel 5.3 untuk nilai proporsi cacat p , rata-rata $\bar{p}$, *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) pada tanggal 1 Juli 2016 setelah perbaikan ialah:

- Menghitung proporsi unit cacat (p)

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{\text{Jumlah Ukuran cacat}}{\text{Ukuran sub grup}} \\
 &= \frac{c}{n} \\
 &= \frac{5}{35} = 0,1429
 \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah rata-rata cacat $\bar{p}$

$$\begin{aligned}
 \bar{p} &= \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}} \\
 &= \frac{\sum c}{\sum n} \\
 &= \frac{81}{695} = 0,1165
 \end{aligned}$$

- Upper Control Limit* (UCL)

(Sumber : Pengolahan Data)

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

$$UCL = 0,1165 + 3 \sqrt{\frac{0,1165(1 - 0,1165)}{35}}$$

$$UCL = 0,1165 + 0,1626 = 0,2791$$

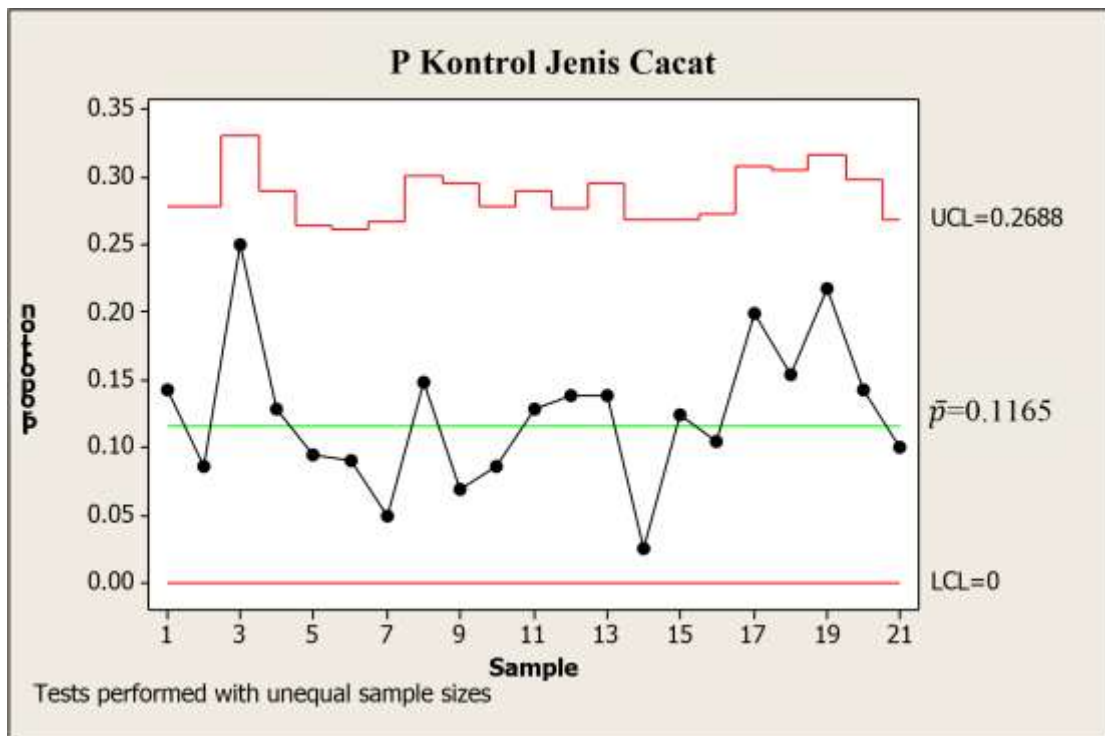
- Lower Control Limit* (LCL)

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

$$LCL = 0,1165 - 3 \sqrt{\frac{0,1165(1-0,1165)}{35}}$$

$$LCL = 0,1165 - 0,16 = -0,0461$$

Di bawah ini dapat dilihat peta kontrol p jenis cacat pada Gambar 5.5 setelah perbaikan.



Gambar 5.5 Peta Kendali P tanggal 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016 setelah perbaikan
(Sumber : Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.5 diatas, terlihat bahwa semua data proporsi cacat berada dalam batas pengendalian (*in control*) dapat disimpulkan bahwa batas spesifikasi data kualitas *water pump* adalah spesifikasi atas atau *Upper Contol Limit* (UCL) sebesar 0,2688 dan spesifikasi bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) sebesar 0 serta nilai $\bar{p}$ sebesar 0,1165, yang berarti produk cacat yang dihasilkan pada masing-masing observasi tersebut masih dalam batas yang diisyaratkan atau diperbolehkan. Karena semua data berada dalam batas pengendalian, maka peta pengendali inilah yang akan digunakan sebagai perencanaan pengendali periode mendatang.

5.4.3 Perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma*

Setelah Perbaikan

Perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) dan *Level Sigma* pada lini produksi *Reverse Osmosis Seawater* berdasarkan data unit produksi dan data cacat sesudah perbaikan pada bulan 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016, yaitu :

1. *Unit* (U)

Unit merupakan jumlah produk yang dihasilkan pada lini produksi *Reverse Osmosis Seawater* selama 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016 sesudah perbaikan, yaitu sebanyak 695 unit.

2. *Opportunities* (OP)

Berdasarkan data yang didapat banyaknya CTQ dalam penelitian ini sebanyak 5 karakteristik.

3. *Defect* (D)

Defect merupakan jumlah jumlah unit cacat yang terjadi pada produksi *Reverse Osmosis Seawater* selama 1 Juli 2016 s.d 25 Juli 2016 sesudah perbaikan, yaitu sebanyak 81 unit.

4. *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{Defect}{Unit} = \frac{81}{695} = 0,1165$$

Jadi, nilai *Defect Per Unit* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 0,1165 DPU.

5. *Total Opportunities* (TOP)

$$TOP = U \times OP = 695 \times 5 = 3475 \text{ TOP}$$

Jadi, nilai *Total Opportunities* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 3475 TOP.

6. *Deffect Per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{81}{3475} = 0,0233$$

Jadi, nilai *Deffect Per Opportunities* untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 0,0233 DPO.

7. *Deffect Per Milion Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= 0,0233 \times 1.000.000 \\ &= 23.300 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 23.300 DPMO.

8. *Level Sigma*

Nilai DPMO untuk produk *Reverse Osmosis Seawater* sebesar 23.300 DPMO, berdasarkan tabel konversi DPMO ke nilai *Sigma* yang terdapat pada lampiran A (lanjutan) berada pada kisaran *Level Sigma* antara 3,48 dan 3,49. Sehingga untuk lebih pastinya dilakukan interpolasi, untuk menentukan pada *Level Sigma* berapa produk *Reverse Osmosis Seawater* berada.

Interpolasi :

$$\frac{23.300 - 23.852}{23.295 - 23.300} = \frac{x - 3,48}{3,49 - x}$$

$$\frac{-552}{-5} = \frac{x - 3,48}{3,49 - x}$$

$$-1926,4 - (-552x) = -5x - (-17,4)$$

$$-552x + 5x = -1926,4 + (-17,4)$$

$$-557x = -1943,8$$

$$x = \frac{-1943,8}{-557} = 3,48$$

Jadi, *Level Sigma* berdasarkan hasil interpolasi yang sesuai pada tabel konversi *Six Sigma* berdasarkan lini produksi pada produk *Reverse Osmosis Seawater* berada pada **level 3,48 *Sigma***.

5.3.4 Perbandingan DPMO *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 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.4 Perbandingan DPMO dan *Level Sigma* Sebelum dan Sesudah Perbaikan.

No	Baseline Kinerja	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan		

1	DPMO	32.000	23.300	8.700	Turun
2	<i>Level Sigma</i>	3,35	3,48	0,13	Naik

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 5.4 dapat dijelaskan bahwa DPMO mengalami penurunan yang signifikan setelah dilakukannya perbaikan. Besarnya penurunan DPMO setelah dilakukannya perbaikan yaitu sebesar 8.700 dari 32.000 menjadi 23.300. Sedangkan untuk *Level Sigma* terjadi peningkatan kualitas yaitu sebesar 0,13 dari 3,35 sebelum perbaikan menjadi 3,48 setelah perbaikan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Setelah dilakukannya penelitian yang lebih dalam terhadap mesin *Reverse Osmosis Seawater* melalui diagram Pareto terdapat 5 jenis cacat diantaranya cacat *water pump seal* bocor, *carbon filter* habis, *pump foot valpe* rusak, *membrane* mampet dan *membrane* sobek. Cacat yang paling dominan yaitu cacat *water pump seal* bocor dengan presentase 43% yang dikarenakan *seal* bocor. Faktor-faktor penyebab cacat *water pump seal* bocor melalui analisis diagram *Fishbone* penyebab cacat berasal dari faktor *material* (bahan baku), *man* (manusia), *machine* (mesin) dan *method* (metode).
2. Setelah didapatkannya penyebab, langkah-langkah perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi *seal* bocor adalah menggunakan metode 5W+1H. Dengan masalah yang ada di dalam faktor material yaitu mutu bahan baku tidak stabil serta komponen *seal* rusak, di dalam faktor manusia operator yang kurang berkopetensi, dalam mesin kurang berfungsi dengan baik dan yang terakhir dalam metode tidak mengikuti SOP dengan baik serta kurangnya komunikasi.
3. Setelah dilakukannya perhitungan didapatkan nilai *Deffect Per Milion Opportunity* (DPMO) sebelum perbaikan sebesar 32.000 dan 23.300 setelah perbaikan. Dengan penurunan nilai DPMO sebesar 8.700. sedangkan untuk *Level Sigma* terjadi peningkatan kualitas yaitu sebesar 0,13 dari 3,35 sebelum perbaikan menjadi 3,48 setelah perbaikan.

6.2 Saran

Perusahaan harus melakukan perbaikan berkesinambungan sampai tujuan untuk menghasilkan produk bebas cacat (*zero defect*) dapat terlaksana. Berdasarkan hasil kesimpulan yang telah dibuat diberikan saran sebagai berikut :

1. Perusahaan diharapkan menghilangkan jenis-jenis cacat yang terjadi pada produk *Reverse Osmosis Seawater*, terutama cacat yang paling dominan yaitu cacat *water pump seal* bocor yaitu dengan cara melakukan pengecekan terus-menerus dan pendinginan mesin jika mesin itu dipakai. Cacat tersebut harus segera diperbaiki kualitasnya yang berasal dari faktor *material* (bahan baku), *man* (manusia), *machine* (mesin) dan *methode* (metode) serta dilakukannya pengecekan terus-menerus.
2. Perusahaan diharapkan melakukan perbaikan pada bahan *material* dengan selalu menerapkan pengecekan dan penyaringan bahan baku sesuai dengan standar. Pada *man* harus melakukan training dan pengawasan sesering mungkin. Pada mesin melakukan sesering mungkin pengecekan terhadap alat-alat yang hendak digunakan. Terakhir metode diharuskan *update* dan pengecekan prosedur sesering mungkin.
3. PT Tirta Sumber Makmur diharapkan melakukan perbaikan berkesinambungan atau terus-menerus guna untuk mencapai *zero defect*. Perbaikan ini melibatkan karyawan dan operator yang mengerti dan menguasai secara teknis proses perakitan unit *RO*.

LAMPIRAN

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola

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

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

Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2, 15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3, 20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

(Sumber: Gaspersz, 2002)