

**PENGARUH IMPLEMENTASI *SIX SIGMA*
TERHADAP *PERFORMANCE* PERPUSTAKAAN
(Studi Kasus pada Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :
MAHATMA WIRO N
0310623053 – 62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Adapun tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan yang diwajibkan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari keterlibatan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

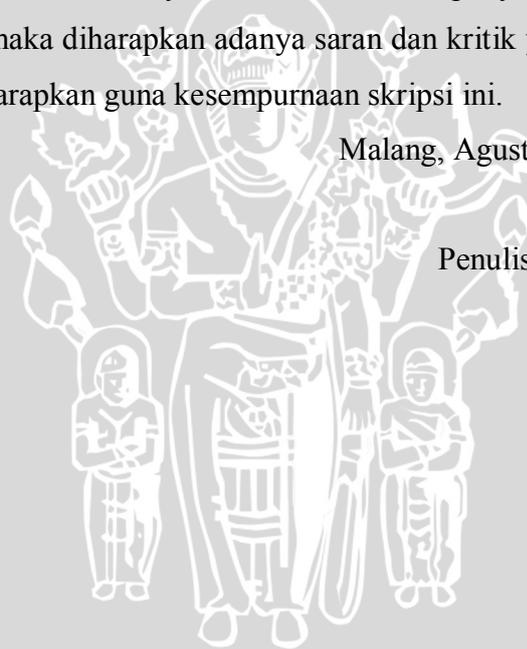
1. Kakung, ibuk, papi, mami, om dan tante yang saya sayangi, kasihi dan saya hormati, dukungan waktu untuk menemani, moril, materil dan restunya yang mendorong untuk menyelesaikan kuliah.
2. Bapak Muslich selaku Kepala Perpustakaan Universitas Brawijaya, Malang yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
3. Ibu Hermin selaku staff Perpustakaan Universitas Brawijaya yang telah memberikan waktu untuk membimbing dalam penelitian, memberikan wejangan-wejangan yang kiranya sangat bermanfaat bagi saya.
4. Ibu Pri, serta semua staff Pelayanan Sirkulasi Perpustakaan yang tidak saya sebut namanya, terimakasih atas waktu dan bimbingan yang telah beliau-beliau berikan kepada saya.
5. Bapak Ir. Masduki, MM. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, memberikan semangat dan waktu dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. dan Dr. Eng. Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng, selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
7. Bapak Ir. Handono Sasmito M. Eng., Sc. Dan Ir. Erwin Sulisty, MT, selaku Kapok Industri dan dosen wali.
8. Cintaku yayangku kasihku pujaan hatiku belahan jiwaku Piar Sukmawati yang selalu memberikan semangat omelan, serta perhatian dan waktunya.
9. Angga, Mada nJatil, Dezta, Yuke (Paijho) Abraham Kusuma, Mas Rio, Plenten, Pak Edy Sant dan semua local kru (Graha dewata dan Waroeng Ai), terimakasih atas semangat-semangat, bantuan yang telah diberikan.

10. Arek-arek Mbulet Mesin'03 Binang, Chandra, Fandy, Mbah Jenggot, Sumo, Okim, PK, Prabinoto, Gde, Tanthowi, Bebek, Ucil, Isa Pitik dkk atas dukungan serta kebersamaan yang membuat kita lebih semangat.
11. Adik-adik, temen temen mesin angkatan '03 kebawah yang memberikan semangat.
12. Temen-temen bengkel Mas Suuus, Mas Didik, Mas Iwan, yang sering saya repotin, terimakasih ilmu motor bakar dan ilmu-ilmu lain.
13. Om Muchtar yang cerewet, terimakasih atas sindiran dan semangatnya.
14. Semua pihak yang memberikan dukungan dan membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya ada kekurangan, maka diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangatlah diharapkan guna kesempurnaan skripsi ini.

Malang, Agustus 2010

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

RINGKASAN

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Tujuan Penelitian	2
1.6 Manfaat Penelitian	3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Sejarah <i>Six Sigma</i>	6
2.3 Definisi <i>Six Sigma</i>	7
2.4 Konsep <i>Six Sigma</i>	8
2.4.1 Filosofi <i>Six Sigma</i>	8
2.4.2 Manufacturing <i>Six Sigma</i>	9
2.4.3 <i>Six Sigma</i> Sebagai Metode.....	9
2.4.4 Proses DMAIC.....	10
2.4.4.1 Tahap <i>Define</i>	10
2.4.4.2 Tahap <i>Measure</i>	11
2.4.4.3 Tahap <i>Analyze</i>	12
2.4.4.4 Tahap <i>Improve</i>	15
2.4.4.5 Tahap <i>Control</i>	15

2.5 Peningkatan Kualitas atau Mutu Secara Umum.....	18
2.5.1 Pengertian Peningkatan.....	18
2.5.2 Pengertian Mutu.....	18
2.5.3 Peningkatan Mutu atau Kualitas.....	18
2.6 Peningkatan Kualitas Statistik.....	18
2.6.1 Teknik Peningkatan Kualitas.....	19
2.7 Diagram Sebab Akibat.....	19
2.8 Pengambilan Sampel dan Cacat Produk.....	20
2.8.1 Pengambilan Sampel.....	20
2.8.2 Tes Kecukupan Data.....	21
2.8.3 Cacat Produk.....	22
2.9 Peta Kontrol.....	23
2.10 Analisis Kapabilitas Proses.....	26
2.10.1 Kapabilitas Proses "Short Term".....	27
2.10.2 Kapabilitas Proses "Long Term".....	28
2.10.3 Shift.....	30
2.11 Alat Pengolah Data Statistik.....	31
2.11.1 Perangkat Keras.....	31
2.11.2 Perangkat Lunak.....	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengantar.....	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.3 Bagan Metodologi Penelitian.....	32
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	36
3.5 Fasilitas Pengumpulan Data.....	36

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap <i>Define</i>	37
4.1.1 Mendefinisikan Peta Proses.....	37
4.1.1.1 Keterangan Proses.....	38
4.1.1.2 Proses Pelayanan Peminjaman dan Pengembalian Buku di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya.....	38
4.1.2 Identifikasi CTQ Proyek dan Proyek Perbaikan dari <i>Voice of Customer</i>	39

4.1.3 Mengembangkan Tim dan Spesifikasi Dasar (<i>Charter</i>)	40
4.1.3.1 Tim Proyek DMAIC.....	40
4.1.3.2 Spesifikasi Dasar (<i>Charter</i>)	41
4.2 Tahap <i>Measure</i>	41
4.2.1 Proyek Perbaikan	41
4.2.2 Standar Performansi untuk Proyek Perbaikan	42
4.2.3 Rencana Pengumpulan Data Proyek dan Sistem Pengukuran Tervalidasi	43
4.2.4 Pengumpulan Data untuk Proyek Perbaikan	43
4.2.5 Membandingkan Data Proses dengan Data Performansi	43
4.2.5.1 Data Variabel	44
4.2.5.1.1 Pelayanan Peminjaman Buku.....	44
4.2.5.1.2 Pelayanan Pengembalian Buku	50
4.2.5.2 Data Atribut	56
4.2.6 Menyusun Tujuan Perbaikan.....	57
4.2.6.1 Mendefinisikan Masalah Statistik.....	57
4.2.6.2 Mendefinisikan Tujuan Proyek.....	58
4.2.6.3 Mendefinisikan Metodologi Penelitian	59
4.3 Tahap <i>Analyze</i>	59
4.3.1 Memprioritaskan Semua X.....	59
4.3.2 Membuat Daftar X yang Vital.....	60
4.3.3 Mengkalkulasi Reduksi Cacat yang Diharapkan.....	61
4.4 Tahap <i>Improve</i>	61
4.4.1 Data Variabel Setelah Tahap <i>Improve</i>	62
4.4.1.1 Pelayanan Peminjaman Buku	63
4.4.1.2 Pelayanan Pengembalian Buku.....	66
4.4.2 Data Atribut	69
4.5 Tahap Kontrol.....	71
4.5.1 Mempertanggung Solusi	71
4.5.1.1 Pembuatan <i>Statistical Process Chart</i> (SPC).....	71
4.5.1.1.1 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku	72
4.5.1.1.3 Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku.....	74
4.5.1.2 Validasi Perhitungan Kapabilitas Proses.....	75
4.5.2 Pendokumentasian Proyek	75
4.5.3 Peluang Translasi.....	76

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 77
5.2 Saran..... 80

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skripsi Terdahulu.....	4
Tabel 2.2 Sejarah <i>Six Sigma</i>	6
Tabel 2.3 Perbandingan <i>Level Sigma</i>	7
Tabel 2.4 Tingkat Kepercayaan atau Nilai Kritis (K)	21
Tabel 2.5 Indeks Kapabilitas Proses <i>Short Term</i>	28
Tabel 2.6 Indeks Kapabilitas Proses <i>Long Term</i>	29
Tabel 4.1 CTQ Proyek dan Proyek dari <i>Voice of Customer</i>	40
Tabel 4.2 Tim Proyek DMAIC (<i>Six Sigma</i>)	41
Tabel 4.3 Proyek dan Standar Performansi untuk Proyek Perbaikan	42
Tabel 4.4 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku	44
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Peminjaman Buku.....	49
Tabel 4.6 Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku.....	50
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Pengembalian Buku	54
Tabel 4.8 Perhitungan Data Atribut	56
Tabel 4.9 Perbaikan dan Indikator Penghubungnya dengan X.....	58
Tabel 4.10 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku.....	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Peminjaman Buku.....	65
Tabel 4.12 Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku.....	66
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Pengembalian Buku	68
Tabel 4.14 Perhitungan Data Atribut	70
Tabel 4.15 Hasil dari Tiap Langkah Dalam Proyek DMAIC	76
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan untuk X-bar dan R-bar <i>chart</i> Waktu Lama Pelayanan Peminjaman Buku	80
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan untuk X-bar dan R-bar <i>chart</i> Waktu Lama Pelayanan Pengembalian Buku.....	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mengendalikan <i>input</i> untuk Mengendalikan <i>output</i>	9
Gambar 2.2	Diagram Sebab Akibat	14
Gambar 2.3	Siklus DMAIC pada <i>Six Sigma</i>	17
Gambar 2.4	Diagram Sebab Akibat	20
Gambar 2.5	Peta Kontrol Shewhart.....	25
Gambar 2.6	Ketidaknormalan Proses Akibat Variasi Khusus	26
Gambar 2.7	Lokasi Kapabilitas Proses (Teknologi Vs Kontrol) C.....	30
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	33
Gambar 4.1	Diagram Alir Peminjaman dan Pengembalian Buku	37
Gambar 4.2	Statistik Deskriptif Pelayanan Peminjaman Buku	46
Gambar 4.3	Analisa Kapabilitas Pelayanan Peminjaman Buku	46
Gambar 4.4	Statistik Deskriptif Pelayanan Pengembalian Buku.....	51
Gambar 4.5	Analisa Kapabilitas Pelayanan Pengembalian Buku.....	52
Gambar 4.6	Diagram <i>Cause and Effect</i>	60
Gambar 4.7	Analisa Kapabilitas Waktu Pelayanan Peminjaman Buku	64
Gambar 4.8	Analisa Kapabilitas Waktu Pelayanan Pengembalian Buku	67
Gambar 4.9	Xbar-R Chart Proses Pelayanan Peminjaman Buku	72
Gambar 4.10	Xbar-R Chart Proses Pelayanan Pengembalian Buku.....	74



RINGKASAN

Mahatma Wiro Negoro, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, bulan Agustus 2010, "PENGARUH IMPLEMENTASI *SIX SIGMA* TERHADAP *PERFORMANCE* PERPUSTAKAAN (Studi Kasus pada Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya)", Dosen Pembimbing: Masduki.

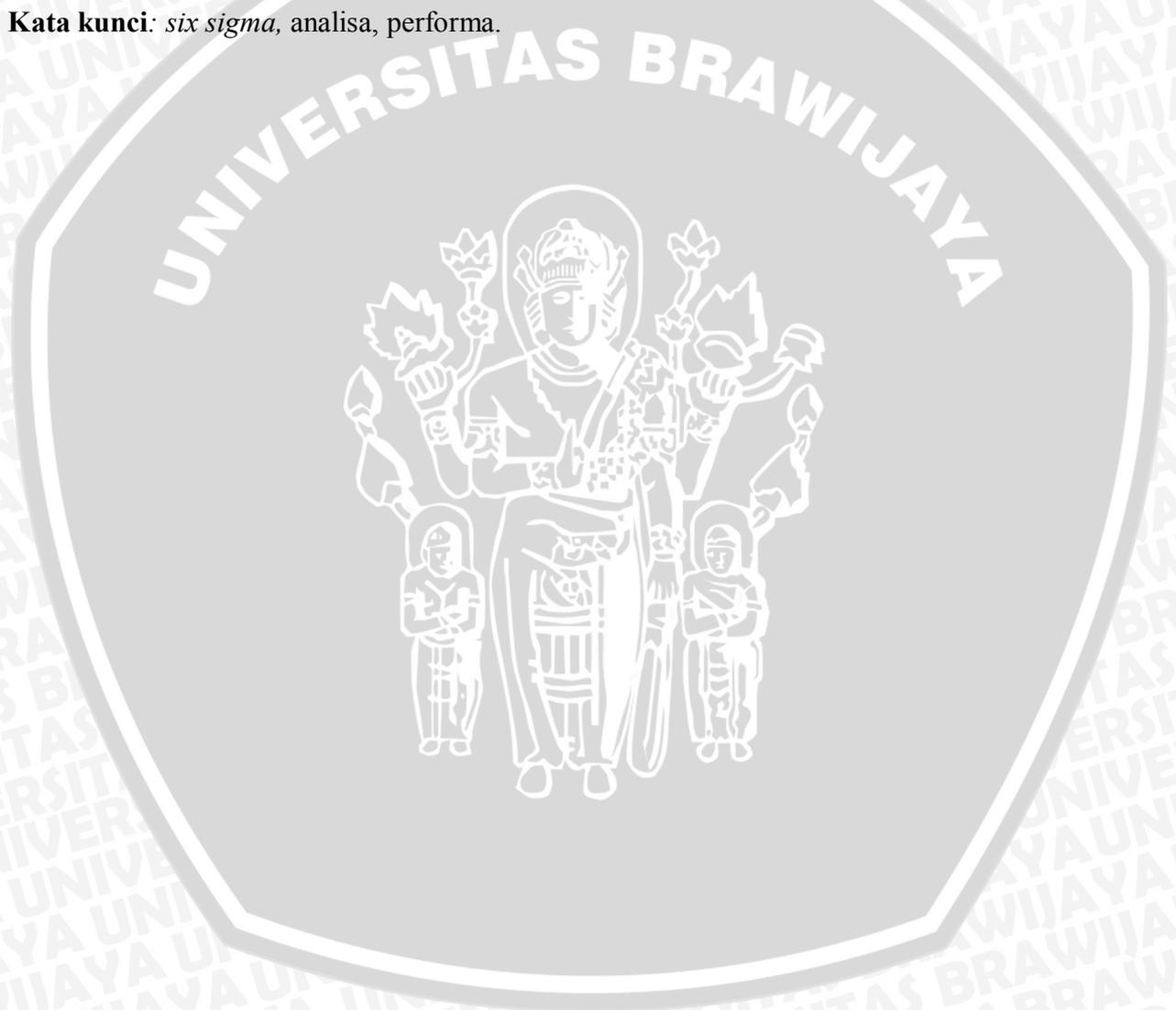
Implementasi *Six Sigma* sangatlah mendukung untuk perbaikan suatu proses, karena menghasilkan suatu pertimbangan yang sangat baik bagi perpustakaan untuk dapat meningkatkan performa pada kualitas pelayanan dan menekan nilai cacat, karena dengan metode *Six Sigma* terdapat tahapan-tahapan yang dapat menganalisa semua kemungkinan yang terjadi, serta memberikan *output* yang baik Perpustakaan Pusat Brawijaya merupakan salah satu bagian dari Universitas yang mempunyai peranan sangat vital dalam kemajuan ilmu pengetahuan. Pada bidang pelayanannya perpustakaan pusat Universitas Brawijaya mempunyai suatu prosedur standar kualitas. Pada penelitian di Perpustakaan Pusat Brawijaya ini, selama proses pelayanan terdapat hal-hal tidak sesuai standar. Jika terdapat kurang primanya pelayanan yang tidak sesuai dengan batas toleransi yang diijinkan maka akan menyebabkan waktu pelayanan terbuang sia-sia dan akan terjadi ketidakpuasan pada pelanggan perpustakaan. Untuk mengendalikan kualitas pelayanan seperti yang dihadapi Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya ini maka penulis mencoba mendefinisikan, mengukur, menganalisa, memperbaiki proses pelayanan, dan akhirnya menerapkan suatu mekanisme kontrol dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Pada proses pelayanan di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya biasanya ditemukan masalah masih tingginya variabilitas *output* pelayanan, variabilitas ini disebabkan oleh proses pelayanan yang mutunya tidak seragam. Hal-hal tersebut yang menyebabkan kualitas pelayanan menjadi kurang memuaskan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka masalah yang dihadapi adalah menganalisa kembali bagaimana bekerjanya proses pelayanan yang telah diterapkan dan setelah itu menerapkan metode *Six Sigma*, memperoleh hasil, dan akhirnya membandingkan hasil sebelum dan setelah penerapan metode *Six Sigma* tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan peningkatan kualitas pelayanan sampai kondisi *zero defect* tercapai dengan penerapan siklus *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC). Dalam pengendalian kualitas statistik dibutuhkan media yang dapat digunakan untuk mendukung analisa dalam membuat keputusan yang membantu menentukan apakah proses dalam keadaan stabil dan dapat diprediksi setiap tahapannya. Alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas statistik antara lain yaitu diagram sebab akibat, pengambilan sampel, tes kecukupan data, peta kontrol variabel, analisis kapabilitas proses yaitu *short term* dan *long term*, dan yang terakhir yaitu alat untuk mengolah data statistik yaitu *hardware* dan *software*.

Penelitian ini dilakukan di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya Malang mulai tanggal 21 Juli 2010 sampai tanggal 12 Agustus 2010, data yang diambil sebanyak tiga *sub group*, yaitu pada tanggal 23 Juli, 11 Agustus dan 12 Agustus 2010. Tahapan-tahapan pada penelitian ini yaitu survei awal, mengidentifikasi masalah, studi pustaka, menentukan tujuan penelitian, mengumpulkan data, tes kecukupan data, menganalisa, mendapatkan peningkatan nilai *sigma*, dan terakhir menyimpulkan dan saran-saran.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu pada pelayanan peminjaman buku setelah proses *improve* dilakukan terdapat peningkatan pada tingkat *sigma* yang didapatkan yaitu pada tingkat 3,81 atau 14.970 cacat per satu

juta kesempatan. Hal ini terjadi peningkatan nilai *sigma* bila dibandingkan dengan proses sebelumnya sebesar 3,76 *sigma* atau 17.138 cacat per satu juta kesempatan dan pada pelayanan pengembalian buku setelah proses *improve* dilakukan terdapat peningkatan pada tingkat *sigma* yang didapatkan yaitu pada tingkat 3,56 atau 21.171 cacat per satu juta kesempatan. Hal ini terjadi peningkatan nilai *sigma* bila dibandingkan dengan proses sebelumnya sebesar 3,44 *sigma* atau 35.588 cacat per satu juta kesempatan. Dari penulisan skripsi ini diharapkan mendapatkan manfaat bagi pihak manajemen sebagai masukan ataupun saran dan pertimbangan dalam menentukan kebijaksanaan dan peraturan yang berhubungan dengan peningkatan kualitas pelayanan, dan juga diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menambah referensi bagi manajemen perpustakaan dalam pengembangan peningkatan mutu, serta dapat dijadikan pedoman dalam penelitian sejenisnya.

Kata kunci: *six sigma*, analisa, performa.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpustakaan Pusat Brawijaya merupakan salah satu bagian dari universitas yang mempunyai peranan sangat vital dalam kemajuan ilmu pengetahuan. Pada bidang pelayanannya perpustakaan pusat Universitas Brawijaya mempunyai suatu prosedur standar kualitas.

Pada penelitian di Perpustakaan Pusat Brawijaya ini, selama proses pelayanan terdapat hal-hal tidak sesuai standar. Jika terdapat cacat pelayanan yang tidak sesuai dengan batas toleransi yang diijinkan maka akan menyebabkan waktu pelayanan terbuang sia-sia dan akan terjadi ketidakpuasan pada *customers* perpustakaan. Untuk mengendalikan kualitas pelayanan seperti yang dihadapi Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya ini maka penulis mencoba mendefinisikan, mengukur, menganalisa, memperbaiki proses pelayanan, dan akhirnya menerapkan suatu mekanisme kontrol dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

Dalam dunia bisnis saat ini, penerapan *Six Sigma* banyak digunakan untuk membantu perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk dan pelayanan sehingga akan menghemat milyaran rupiah biaya tahunan, begitu juga dengan perpustakaan. *Six Sigma* melibatkan usaha dalam jangka waktu yang panjang atau terus menerus untuk mengurangi variasi dari proses ketingkat minimum, sehingga secara layak dapat memenuhi atau melebihi harapan dan persyaratan *customers*, variabilitas yang rendah dari suatu proses akan menuntun perpustakaan untuk dapat menghasilkan kualitas yang konsisten, selanjutnya akan mudah bagi perpustakaan untuk menentukan tingkat kualitas yang dapat memenuhi harapan dan persyaratan *customers*

Dengan pertimbangan diatas, maka penerapan metode *Six Sigma* dirasa perlu untuk dilakukan. *Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik peningkatan kualitas. Tentunya banyak sekali metode manajemen kualitas seperti TQM, ISO 9001 dan lain-lain, namun semuanya hanya menentukan pada upaya peningkatan terus menerus pada kesadaran mandiri dari pihak manajemen, akan tetapi tidak memberikan solusi yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan menuju tingkat kegagalan nol. Hal ini berbeda dengan metode *Six Sigma* yang memberikan solusi pasti dalam rangka peningkatan kualitas, dalam penelitian ini akan diteliti bagaimana proyek *Six Sigma* yang didukung oleh penerapan siklus *define, measure, analyse, improve* dan *control*



(DMAIC) akan bisa memberikan suatu metodologi untuk mengarahkan pada suatu perubahan dan perbaikan yang sistematis, terus menerus dan tidak mundur.

Sehubungan dengan masalah diatas, maka judul yang diambil dalam Skripsi ini adalah “ **PENGARUH IMPLEMENTASI *SIX SIGMA* TERHADAP *PERFORMANCE* PERPUSTAKAAN** “ .

1.2 Identifikasi Masalah

Pada proses pelayanan di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya biasanya ditemukan masalah sebagai berikut :

1. Barcode di buku dan KTM banyak yang rusak sehingga harus ditulis manual.
2. Kurang fokusnya operator dalam menjalankan komputer.
3. Ruang tidak berpendingin ruangan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun permasalahan dan pembahasan yang akan dianalisa di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya hanya terbatas pada masalah :

1. Hanya menggunakan satu siklus metode *Six Sigma* saja.
2. Masalah biaya tidak dibahas pada penelitian ini.
3. Pelayanan yang diteliti hanya pelayanan dalam peminjaman dan pengembalian buku saja.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka masalah yang dihadapi adalah bagaimana pengaruh implementasi *six sigma* terhadap *performance* perpustakaan.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan peningkatan kualitas pelayanan sampai kondisi *zero defect* tercapai dengan penerapan siklus *define, measure, analyze, improve* dan *control* (DMAIC) pada *Six Sigma* yang meliputi hal-hal dibawah ini :

1. Mendefinisikan tingkat *defect* pelayanan yang dihasilkan.
2. Mengukur kapabilitas proses yang menghasilkan pelayanan

3. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat variabilitas output.
4. Merancang cara-cara untuk mengurangi *defect* pelayanan dan perbaikan kapabilitas proses.
5. Merancang mekanisme sistem kontrol terhadap *defect* pelayanan.

1.6 Manfaat Penelitian

Dari penulisan skripsi ini diharapkan mendapat manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pihak manajemen sebagai masukan ataupun saran dan pertimbangan dalam menentukan kebijaksanaan dan peraturan yang berhubungan dengan peningkatan kualitas pelayanan.
2. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menambah referensi bagi perpustakaan dalam pengembangan peningkatan mutu, serta dapat dijadikan pedoman dalam penelitian sejenisnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian-penelitian terdahulu yaitu :

Tabel 2.1 Skripsi terdahulu

No	Penyusun	Judul Skripsi	Hasil Yang Diperoleh
1	Ahmad Ferdi Hidayat	Analisis Proses Untuk Mengurangi Variabilitas Produk Dengan Pendekatan DMAIC Pada <i>Six Sigma</i> (Studi Kasus di PT."X")	Implementasi <i>Six Sigma</i> sangat mendukung untuk perbaikan hasil produksi.
2	Noor Achmadi SK	Peningkatan Kualitas Produk "X" Dengan Metode <i>Six Sigma</i> (Studi Kasus pada PT. CocaCola Gempol East Java)	Perbaikan kontrol dan teknologi ternyata masih perlu dilakukan perusahaan ini setelah dilakukan penelitian dengan metode <i>Six Sigma</i> .
3	M. Safirli	Pengendalian Kualitas Produk Furniture Dengan Metode <i>Six Sigma</i>	Penerapan standar ISO 9001 pada PT. Indo Furnitama Raya sudah baik tetapi bilangan cacat pada produknya masih relatif besar, dengan penelitian penerapan metode <i>Six Sigma</i> yang dilakukan maka perbaikan di semua lini produksinya menjadi lebih baik.

4	Mochamad Arifin	Pengendalian Kualitas Produk Kertas Jenis Duplex Dengan Metode <i>Six Sigma</i> (Studi Kasus Pada PT.Indah Kiat <i>Pulp and Paper Co.</i> Sorong-Mill)	Dengan menerapkan metode <i>Six Sigma</i> , prosentase cacat pada proses produksi menurun.
---	-----------------	---	--

Implementasi *Six Sigma* sangatlah mendukung untuk perbaikan suatu hasil produksi, karena menghasilkan suatu pertimbangan yang sangat baik bagi perusahaan untuk dapat meningkatkan hasil produksi dan menekan nilai cacat, karena dengan metode *Six Sigma* terdapat tahapan-tahapan yang dapat menganalisa semua kemungkinan yang terjadi, serta memberikan *output* yang baik.

Dari penelitian-penelitian diatas yang menjadi obyek penelitian adalah perusahaan yang menghasilkan suatu produk barang, maka dari ini penulis mencoba melakukan penelitian yang berorientasi pada jasa.

Kualitas dalam proses industri ataupun perdagangan berdasar pada tujuan utama dari kesuksesan untuk memperoleh hasil yang dapat memenuhi suatu barang atau jasa yang tepat sesuai dengan keinginan pelanggan. Oleh karena itu kualitas merupakan suatu kesuksesan dari tujuan yang telah disepakati oleh pelanggan dan *supplier*.

Tinjauan pustaka dimaksudkan untuk memberikan landasan teoritis bagi penelitian dan pengembangan (*research and development* atau R & D) yang sedang dilakukan. Berbagai sumber pustaka seperti internet dan perpustakaan digunakan sebagai bahan dalam bab ini.

Pembahasan didalam bab ini dimulai dari sejarah *Six Sigma*, kemudian dilanjutkan dengan definisi *Six Sigma* secara keseluruhan. Didalam sebuah konsep *Six Sigma* diawali dengan filosofi yang mendasar metode *Six Sigma* dan batasan *Six Sigma* pada proses manufaktur. Pembahasan dilanjutkan pada tahap-tahap yang dilakukan dalam sebuah metode *Six Sigma*, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*

(DMAIC), yang didalamnya juga dibahas alat-alat statistik yang digunakan dalam penelitian dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

2.2 Sejarah *Six Sigma*

Riwayat *Six Sigma* sekitar tahun 1980-an di perusahaan Motorola, disana mula-mula dikembangkan dan dibuktikan. Di tahun 1983, Bill Smith menyimpulkan bila suatu produk cacat dan diperbaiki pada waktu produksi maka cacat-cacat lain mungkin akan terabaikan hal itu kelak bisa saja ditemukan oleh pelanggan. Dengan kata lain, rata-rata kegagalan proses jauh lebih tinggi ketimbang yang ditunjukkan oleh tes-tes akhir produk. Maksudnya, bila suatu produk diolah secara sama sekali bebas cacat, mungkin produk itu kelak tidak akan mengecewakan pelanggan (Bruce, 2002).

Sebagaimana *Six Sigma* menyebar ke seluruh perusahaan, dengan dukungan kuat dari *Chairman* Motorola, Bob Galvin, dari sinilah *Six Sigma* bertolak. Dr. Mikel Harry, pendiri Motorola *Six Sigma Research Institute*, selanjutnya memperhalus metodologinya, bukan saja untuk menghapus pemborosan tetapi juga mengubah menjadi pertumbuhan apapun jenis spesifik baik jasa, produk ataupun sektor pasar dengan manfaat mengubah pandangan kultural dari rasa puas diri ke keberhasilan di seluruh spektrum perusahaan. Berikut ini merupakan penjelasan sejarah *Six Sigma*.

Tabel 2.2 Sejarah *Six Sigma*

1980-an	Motorola mencetuskan konsep <i>Six Sigma</i> .
1999	General Electric dalam laporan tahunannya melaporkan pada tahun 1999 bahwa penerapan <i>Six Sigma</i> menghabiskan lima ratus juta dollar namun menghasilkan penghematan sebesar lebih dari dua miliar dollar
1998-1999	Allied, sebuah perusahaan pesawat terbang global mulai menggunakan konsep <i>Six Sigma</i> .
2000-an	Konsep <i>Six Sigma</i> juga diterapkan pada Federal Express, Kodak, Sony, Toshiba dan banyak yang lain.

Sumber : Modifikasi dari Vincent Gaspersz (2002); Peter S. Pende (2002); Thomas Pyzdek (2002).

2.3 Definisi Six Sigma

Six Sigma, σ , adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan penyimpangan standar (standard deviation), suatu indikator dari tingkat variasi dalam seperangkat pengukuran atau proses (Bruce, 2002). Tingkat kualitas *Sigma* biasanya juga dipergunakan untuk menggambarkan *output* dari suatu proses. Semakin tinggi tingkat *Sigma* maka semakin kecil toleransi yang diberikan pada kecacatan dan semakin rendah variabilitas *output* yang didapatkan.

Six Sigma adalah sebuah konsep statistik yang dapat menjawab kebutuhan *consumers* akan suatu kualitas yang tinggi dan proses bisnis yang bebas *defect* dengan tidak lebih dari 3,4 kegagalan (*error*) dari satu juta kesempatan. *Six Sigma* adalah *culture* yang berfokus untuk meningkatkan *consumers satisfaction*, menurunkan *cost*, dan memperbaiki profitabilitas dengan cara menekankan pada pemahaman, pengukuran dan perbaikan proses secara terus-menerus.

Alat statistik *Six Sigma* bekerja untuk dapat mengungkapkan apa yang tidak diketahui. Menggunakan *Six Sigma* hanya difokuskan pada pemilihan alat, penggunaan dan analisa data yang diperoleh dengan bantuan *software* untuk mengkalkulasinya, sehingga *Six Sigma* akan menyediakan suatu cara yang lebih efisien untuk menyelesaikan masalah dan membuat keputusan.

Pada tabel 2.3 diberikan perbandingan nilai *Sigma* bila digambarkan dengan prosentase produk baik yang dihasilkan (*yield*), jumlah cacat yang dihasilkan setiap satu juta produk hasil produksi, tingkat suatu perusahaan dan biaya yang dikeluarkan untuk produk cacat.

Tabel 2.3 Perbandingan *Level Sigma*

<i>Sigma level</i>	<i>Yield (%)</i>	<i>Defect per million opportunities</i>	<i>Company Class</i>	<i>Cost of Poor Quality</i>
1	30,85	691.462	Sangat tidak kompetitif	Tidak dapat dihitung
2	69,15	308.538	Rata-rata industri di indonesia	Tidak dapat dihitung
3	93,32	66.807	Industri di USA	25-40% dari penjualan
4	99,38	10.210	Industri di USA	15-25% dari penjualan

5	99,977	233	Industri kelas dunia	5-15% dari penjualan
6	99.9997	3.4	Industri kelas dunia	Kurang dari 1% dari penjualan

Sumber : Modifikasi dari Vincent Gaspersz (2002); Peter S. Pande (2002).

Pada tabel 2.3 diatas, perusahaan yang memiliki level 1σ merupakan perusahaan yang sangat tidak kompetitif karena memiliki prosentase produk baik yang dihasilkan (*yield*) hanya 30,85% dari total produk yang dihasilkan atau terdapat suatu produk cacat sebanyak 691.462 setiap satu juta kesempatan produksi, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan produk cacat tersebut sangat besar. Sedangkan perusahaan yang telah mencapai level 6σ merupakan perusahaan kelas dunia yang mampu menghasilkan produk baik (*yield*) sebesar 99,9997% dari total produksi yang dihasilkan dan hanya terdapat 3,4 hasil produksi yang cacat setiap satu juta kesempatan produksi, serta biaya yang dikeluarkan untuk produk cacat kurang dari 1% dari penjualan.

2.4 Konsep Six Sigma

2.4.1 Filosofi Six Sigma

Aktivitas *Six Sigma* difokuskan pada *customers* dan *consumers*. Proyek ini melibatkan peran *internal customers* (pelanggan dalam suatu lintasan produksi), *external customers* (penerima produk tetapi bukan pengguna dari produk tersebut) dan *consumers* (pemakai akhir produk), ini untuk *Six Sigma* yang berorientasi pada produk.

Sebelum proses *Six Sigma* dijalankan, “isyarat pelanggan”, yaitu suatu pertimbangan terhadap kecocokan, fungsi perlu diterjemahkan terlebih dahulu kedalam *engineering process*. Sebagai contoh :

- Komplain harus dijawab dengan tepat.
- Pelayanan pada peminjaman buku harus tepat waktu.
- Barang yang dihasilkan harus sesuai dengan penawaran yang diberikan.
- Pelayanan yang diberikan harus memuaskan pelanggan.

2.4.2 *Manufacturing Six Sigma*

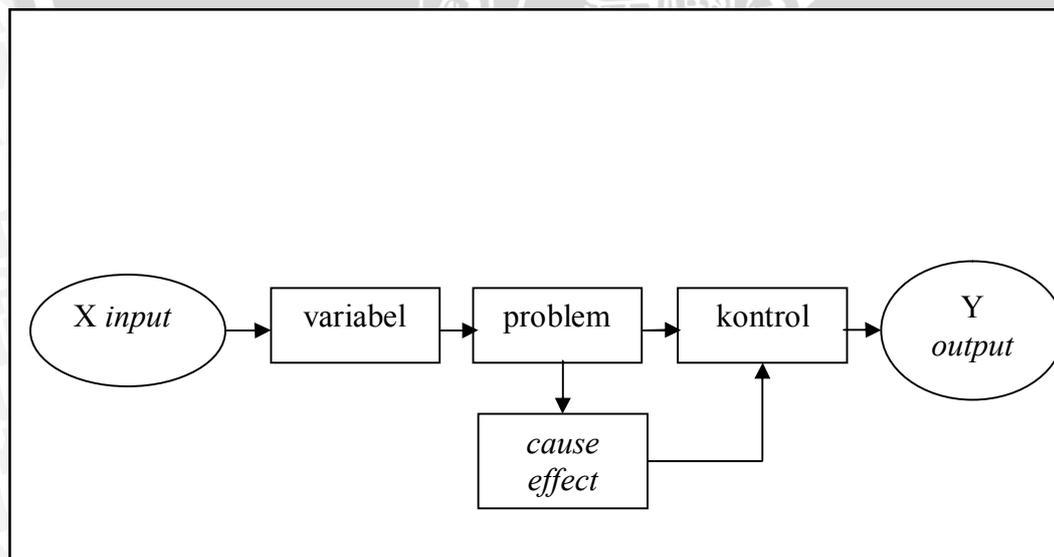
Penerapan *Manufacturing Six Sigma* adalah suatu metode yang digunakan untuk alat *solving problem* dalam mengatasi suatu *defect* yang dapat didefinisikan dalam suatu *manufacturing process* untuk mencapai *customers satisfaction*.

Titik berat dalam *manufacturing Six Sigma* antara lain:

- Fokus pada optimalisasi proses.
- Fokus pada sektor penting.
- Menemukan akar permasalahan.
- Aktivitas perbaikan yang dilakukan untuk pencegahan.
- Identifikasi keuntungan dari aktivitas perbaikan.
- Keputusan didasarkan pada data yang dihimpun.
- Didapat suatu keuntungan dari tindakan perbaikan.

2.4.3 *Six Sigma Sebagai Metode*

Proses *Six Sigma* sangat memperhatikan permasalahan yang terjadi baik didalam *manufacturing* maupun diluar *manufacturing*. Hal ini dapat diperbaiki dengan memfokuskan pada faktor yang menyebabkan masalah. Dalam *manufacturing* suatu sebab akan menyebabkan suatu akibat tertentu menurut fungsi tertentu, yang secara matematis dapat digambarkan oleh formula sebagai berikut :



Gambar 2.1 mengendalikan *input* untuk mengendalikan *output*
 Sumber :C.Tri hendradi. Statistik *Six Sigma*, 2006, 4

2.4.4 Proses DMAIC

Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*). Akronim DMAIC merepresentasikan lima tahap dalam metodologi *six sigma*:

1. *Define* (mendefinisikan)
2. *Measure* (mengukur)
3. *Analyze* (menganalisa)
4. *Improve* (memperbaiki)
5. *Control* (mengendalikan)

2.4.4.1 Tahap *Define*

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005: 27-322). Tanggung jawab dari definisi proses bisnis kunci berada pada manajemen. Menurut Pande dan Cavanagh (2003:166) tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti dan para pelanggan adalah

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

Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma* itu. Pada tingkat manajemen puncak, sasaran-sasaran yang ditetapkan akan menjadi tujuan strategi dari organisasi seperti: meningkatkan *return on investment* (ROI) dan pangsa pasar. Pada tingkat operasional, sasaran mungkin untuk meningkatkan proses pelayanan, produktivitas, menurunkan produk cacat, biaya operasional. Pada tingkat proyek, sasaran juga dapat serupa dengan tingkat operasional, seperti: menurunkan tingkat cacat pelayanan, menurunkan *downtime* mesin, meningkatkan output dari setiap proses produksi.

2.4.4.2 Tahap *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Menurut 28 Pande dan Holpp (2005: 48) langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama yaitu:

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

Measure merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci. Penetapan *Critical to Quality* kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek *Six sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalan. Dalam mengukur karakteristik kualitas, perlu diperhatikan aspek internal (tingkat kecacatan produk, biaya-biaya karena kualitas jelek dan lain-lain) dan aspek eksternal organisasi (kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain).
2. Mengembangkan rencana pengumpulan data

Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu :

- a. Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)

Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan.

- b. Pengukuran pada tingkat output (*output level*)

Adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

c. Pengukuran pada tingkat *outcome* (*outcome level*)

Adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.

3. Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output*

Karena proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai, kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminologi *Six Sigma* disebut sebagai *baseline* kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Six Sigma* dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek *Six Sigma*. Pengukuran pada tingkat *output* ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

2.4.4.3 Tahap *Analyze*

Merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Ada beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini yaitu :

a. Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses

Proses industri dipandang sebagai suatu peningkatan terus menerus (*continous improvement*) yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk (barang dan atau jasa), pengembangan produk, proses produksi/operasi, sampai distribusi kepada pelanggan.

Target *Six Sigma* adalah membawa proses industri yang memiliki stabilitas dan kemampuan sehingga mencapai *zero defect*. Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu akan dibutuhkan alat-alat statistik sebagai alat analisis.

Pemahaman yang baik tentang metode-metode statistik dan perilaku proses industri akan meningkatkan kinerja sistem industri secara terus-menerus menuju *zero defect*.

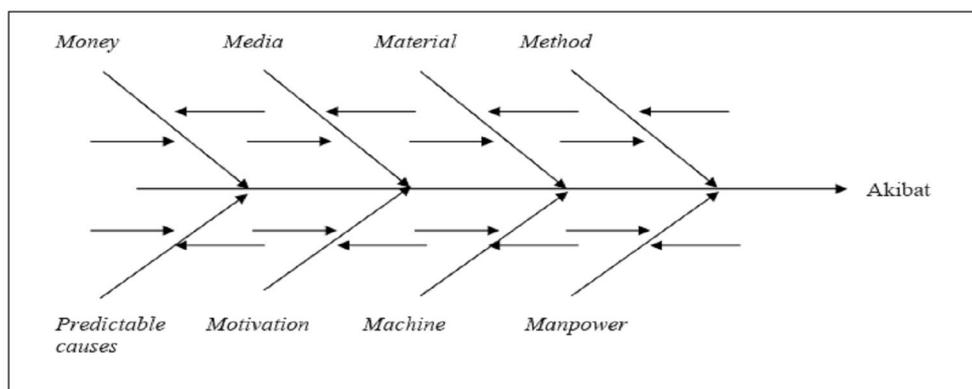
b. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) kunci.

Secara konseptual penetapan target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* merupakan hal yang sangat penting dan harus mengikuti prinsip :

1. *Specific*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus bersifat spesifik dan dinyatakan secara tegas.
2. *Measureable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran (matrik) yang tepat, guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan diwaktu mendatang.
3. *Achievable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas harus dapat dicapai melalui usaha usaha yang menantang (*challenging efforts*).
4. *Result-Oriented*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus berfokus pada hasil hasil berupa peningkatan kinerja yang telah didefinisikan dan ditetapkan.
5. *Time-Bound*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus menetapkan batas waktu pencapaian target kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci itu dan target kinerja harus dicapai pada batas waktu yang telah ditetapkan (tepat waktu).

c. Mengidentifikasi sumber sumber dan akar penyebab masalah kualitas.

Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas, digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan. Diagram ini membentuk cara-cara membuat produk-produk yang lebih baik dan mencapai akibatnya (hasilnya).



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat
Sumber : Vincent Gasperz, 2005: 243

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7 M, yaitu : (Vincent Gasperz, 2005:241-243)

1. *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dll.
2. *Machiness* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu rumit, terlalu panas, dll.
3. *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dll.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu, dll.
5. *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang konduktif, kekurangan dalam lampu penerangan ventilasi yang buruk kebisingan yang berlebihan, dll.
6. *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan profesional, yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.

7. *Money* (keuangan), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang akan ditetapkan.

2.4.4.4 Tahap *Improve*

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas *Six sigma* harus memutuskan target yang harus dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggung jawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Tim proyeksi *Sigma* telah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas sekaligus memonitor efektifitas dari rencana tindakan yang akan dilakukan di sepanjang waktu. Efektifitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas *Sigma*. Seyogyanya setiap rencana tindakan yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektifitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six sigma* yaitu menurunkan DPMO menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan 6-*Sigma*, serta mengkonversikan manfaat hasil-hasil kedalam penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ). Maka tim proyeksi *Sigma* dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan serta mengkonversikan ukuran-ukuran tersebut kedalam biaya kualitas.

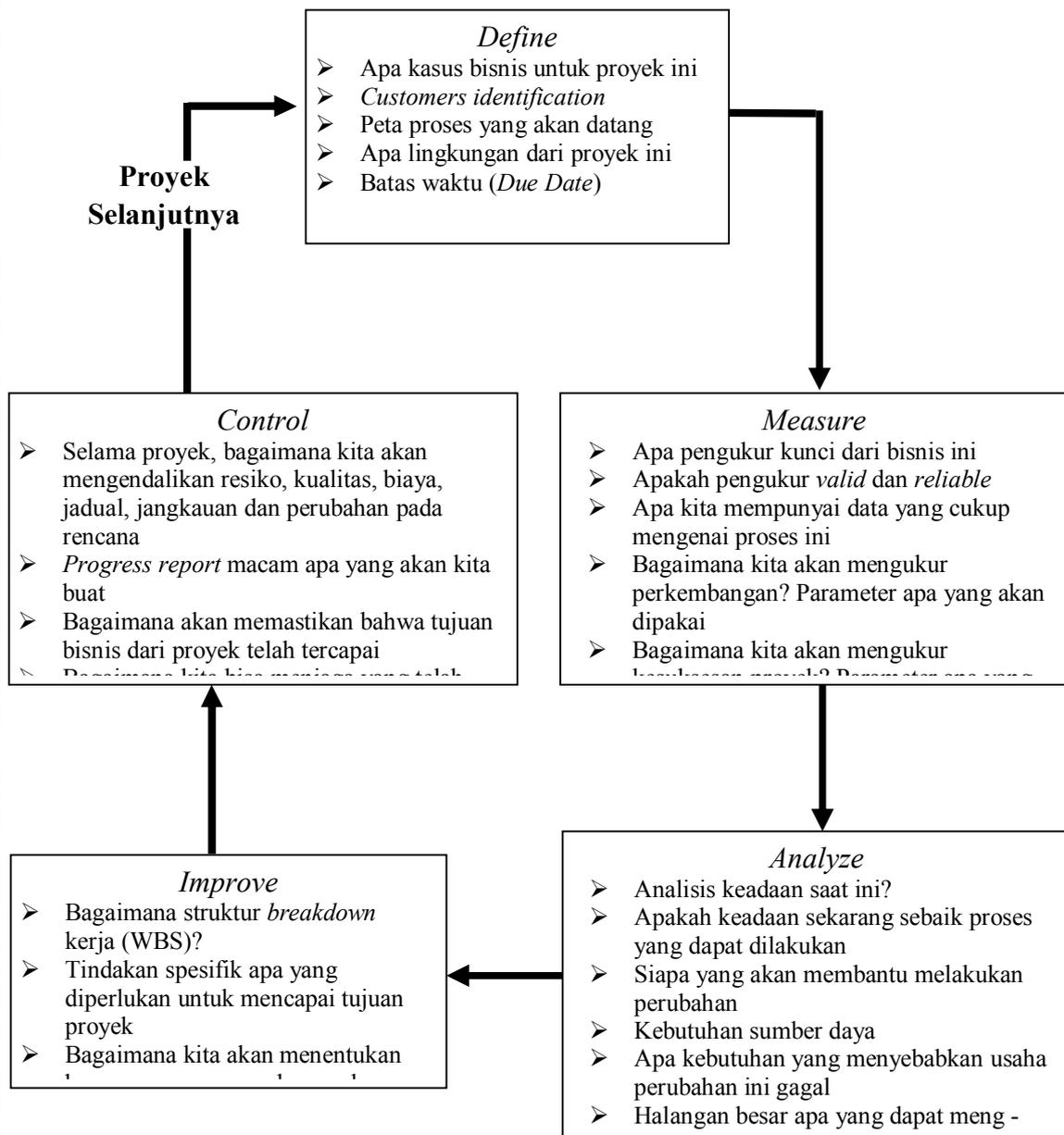
2.4.4.5 Tahap *Control*

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

1. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan, terdapat kemungkinan bahwa setelah periode waktu tertentu, manajemen dan karyawan akan menggunakan kembali cara kerja yang lama sehingga memunculkan kembali masalah yang telah terselesaikan itu.

2. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan dan didokumentasikan, maka terdapat kemungkinan setelah periode waktu tertentu apabila terjadi pergantian manajemen dan karyawan, orang baru kan menggunakan cara kerja yang akan memunculkan kembali masalah yang sudah pernah terselesaikan oleh manajemen dan karyawan terdahulu. Menurut Pande dan Holpp (2005: 57) tugas-tugas khusus control yang harus diselesaikan oleh tim DMAIC adalah:

1. Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan-perubahan yang harus ditentukan.
2. Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah-masalah yang mungkin muncul.
3. Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran-ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil dari proyek (Y) dan terhadap ukuran-ukuran proses kunci (X). Dari sudut pandang banyak orang tim harus:
 - Menjual proyek melalui prestasi dan demonstrasi (menunjukkan cara kerja atau hasil dari perbaikan proses).
 - Menyerahkan tanggung jawab proyek kepada mereka yang sehari-hari melakukan pekerjaan tersebut.
 - Memastikan dukungan dari manajemen untuk tujuan proyek jangka panjang.



Gambar 2.3 Siklus DMAIC Pada *Six Sigma*
Sumber : Pyzdek, 2002: 22

2.5 Peningkatan Kualitas atau Mutu Secara Umum

2.5.1 Pengertian Peningkatan

Pengertian secara umum dapat dinyatakan sebagai proses pendelegasian tanggung jawab dan wewenang untuk suatu aktivasi manajemen dalam menopang usaha-usaha atau sarana dalam rangka menjamin hasil-hasil yang memuaskan yang lebih baik dari sebelumnya.

2.5.2 Pengertian Mutu

Dalam dokumen ISO 8420 *Quality Vocabulary* disebutkan bahwa pengertian mutu atau kualitas adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang timbul atas kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan pemakai atau konsumen.

2.5.3 Peningkatan Mutu Atau Kualitas

Pengertian lain peningkatan kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi (persyaratan dan pengambilan tindakan penyehatan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan (Douglas C. Montgomery, 1991 : 3).

2.6 Peningkatan Kualitas Statistik

Dalam pelaksanaan peningkatan kualitas biasanya melibatkan penggunaan model tertentu, dan dengan metode tersebut akan diperoleh suatu kesimpulan yang *valid* dan terarah. Dalam hal ini metode yang sering dipergunakan adalah metode statistik. Beberapa pengertian diajukan oleh beberapa pakar, menurut Montgomery peningkatan kualitas statistik adalah suatu aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai, apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Douglas C. Montgomery, 1991 : 3). Menurut Vincent Gasperz peningkatan kualitas statistik adalah suatu terminologi yang mulai digunakan sejak tahun 1970-an untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik statistikal dalam memantau, meningkatkan performansi proses dan menghasilkan

produk berkualitas (Vincent Gasperz, 1998:2). Pada kenyataannya peningkatan kualitas statistik meliputi penganalisaan sampel-sampel dan menarik kesimpulan mengenai karakteristik dari seluruh produk dimana sampel-sampel itu diambil. Dalam peningkatan kualitas ini, semua prestasi barang dicek menurut standar, dan semua penyimpangan-penyimpangan dari standar dicatat serta dianalisa dan semua penemuan ini digunakan sebagai umpan balik (*feed back*) sehingga dapat dilakukan tindakan-tindakan perbaikan untuk masa produksi yang akan datang.

2.6.1 Teknik Peningkatan Kualitas

Dalam melakukan peningkatan mutu atau kualitas ini diperlukan suatu metode atau teknik agar kegiatan dapat berlangsung secara efektif dan efisien. Salah satu teknik peningkatan kualitas adalah teknik peningkatan kualitas statistik.

Teknik peningkatan kualitas statistik yang digunakan dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu :

1. Penggunaan peta kontrol atau bagan kendali mutu
2. penggunaan sampel penerimaan (*acceptance sampling*)

Dari kedua teknik ini, keputusan kualitas statistik selanjutnya dibedakan lagi dengan melihat karakteristik mutu yang diukur yaitu :

1. Karakteristik berdasarkan variabel.
Adalah karakteristik yang dinyatakan dalam bentuk ukuran angka, seperti dimensi, berat, *volume*.
2. Karakteristik berdasarkan atribut.
Adalah karakteristik yang digolongkan atas nilai “baik” (diterima) atau nilai “buruk” (ditolak).

2.7 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat terkenal dengan istilah diagram tulang ikan (*fish bone diagram*), diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kaoru Ishikawa (*Tokyo University*) pada tahun 1943. Kadang-kadang diagram ini juga dinamai diagram Ishikawa guna menghormati nama penemunya. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja, disamping juga untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah.

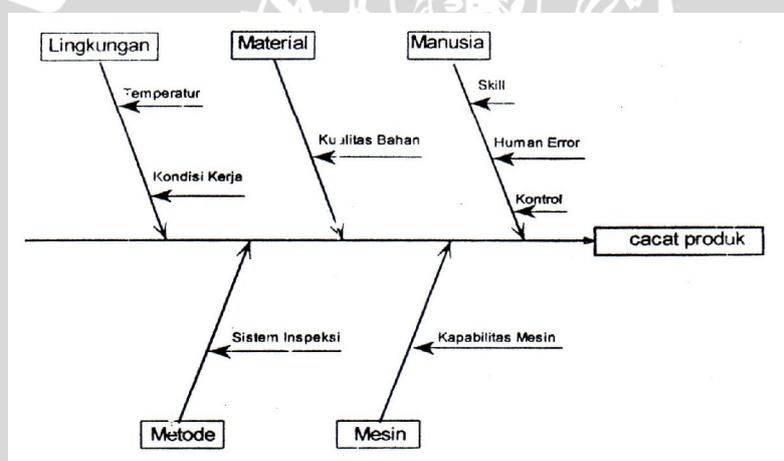
Diagram sebab akibat menggambarkan hubungan karakteristik dan faktor penyebab kecacatan, sumber-sumber penyebab kecacatan timbul dari :

- Bahan Baku
- Tenaga Kerja
- Mesin dan Peralatan

Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat secara keseluruhan adalah (Douglas C. Montgomery, 1991 :122):

1. Menentukan karakteristik mutu yang akan dicari dan faktor-faktor penyebabnya.
2. Menggambarkan faktor-faktor utama penyebab ketidaksesuaian dengan menggambarkan garis panah menuju garis utama.
3. Dari faktor-faktor utama dicari sub faktor yang menyebabkan cacat. Sub faktor ini digabungkan pada faktor utama yang berkaitan dengan faktor tersebut.

Demikian dilakukan pada setiap jenis yang ada.



Gambar 2.4 Diagram Sebab Akibat
Sumber : Douglas C. Montgomery, 1991: 121

2.8 Pengambilan Sampel dan Cacat produk

2.8.1 Pengambilan Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi. Tujuan dari pengambilan sampel adalah untuk menggunakan informasi dalam sampel untuk mengambil akibat fasilitas yang terbatas dan faktor lain yang tidak memungkinkan dilakukannya pencatatan lengkap (sensus), penarikan sampel memberikan pilihan praktis dalam melakukan penelitian. Ada beberapa keuntungan dalam mengambil sampel untuk mempelajari populasi, yaitu :

1. Mengurangi biaya dalam penelitian.
2. Lebih cepat dilakukan.

3. Memberikan kemungkinan untuk dapat meneliti dengan tenaga terbatas.

Sampel yang terpilih dari populasi harus dapat mewakili populasi secara keseluruhan sehingga keterangan yang didapat dari sampel dapat mendekati keterangan yang sebenarnya dari populasi. Dalam penggunaan peta kontrol untuk kebutuhan industri, ukuran yang paling umum adalah lima (Grant and Leavenworth, 1980:115).

2.8.2 Tes Kecukupan Data

Untuk menetapkan jumlah observasi yang harus dibuat (N'), maka harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*Confidence Level*) dan derajat ketelitian untuk pengukuran kerja ini.

Adapun rumus yang digunakan untuk tes kecukupan data variabel sebagai berikut : (Murray R. Spiegel, PhD, 1992: 211) :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum X_i^2) - (X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

N = Pengamatan pendahuluan.

X = Dimensi produk

S = Derajat ketelitian artinya batas-batas penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.

K = Tingkat kepercayaan

Tabel 2.4 Tingkat Kepercayaan atau nilai kritis (K)

Tingkat Kepercayaan	99	98	96	95	90	80	68	50
K	2,58	2,33	2,05	2,00	1,645	1,28	1,00	0,6745

Sumber : (Murray R. Spiegel, 1992, 211)

Menghitung derajat ketelitian (Murray R. Spiegel, PhD, 1992:211)

σ_x didapatkan dengan rumus

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{m}} \quad (2.2)$$

Dengan :

m = ukuran subgroup

$$S = \frac{c}{n} \times 100\% \quad (2.3)$$

Menghitung tingkat kepercayaan

$$K = CL = 100\% - S \quad (2.4)$$

Kemudian jumlah pengamatan teoritis (N') dibandingkan dengan jumlah pengamatan sebenarnya yang dilakukan (N). Apabila nilai perbandingannya $N' \leq N$ (Jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan jumlah pengamatan yang sebenarnya dilakukan), maka data tersebut yang dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan, sehingga data tersebut dapat diolah untuk perhitungan kapabilitas dari proses. Tetapi jika sebaliknya, dimana $N' > N$ maka data tersebut harus ditambah lagi sampai lebih besar dari jumlah data pengamatan teoritis.

2.8.3 Cacat Produk

Dalam mengambil sampel, cacat produk yang terjadi digolongkan ke dalam tiga jenis cacat, yaitu (United States Department of Defense, *Sampling Procedures & Tables for Inspection by Attributes*, 1989:2):

1) *Critical Defect*

Jenis cacat yang analisa, keputusan dan penampakannya mengindikasikan akan membahayakan atau kondisi tidak aman apabila dipakai oleh konsumen dan produk tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

2) *Major Defect*

Suatu jenis cacat selain *critical defect* yang berakibat gagalnya penggunaan suatu produk atau mengurangi mampu pemakainya.

3) *Minor Defect*

Suatu jenis cacat yang nampaknya tidak bermasalah namun memiliki masalah dalam hal pengoperasian atau penggunaannya.

2.9 Peta Kontrol

Untuk pengendalian proses produksi yang berulang dibutuhkan peta kontrol sebagai alat pengendalian kualitas yang penting. Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Walter Andrew Shewhart, Ph.D. (1891-1967) dari *Bell Telephone Laboratories*, Amerika Serikat pada tahun 1929 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*Special-Causes-Variation*) dan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*Common-Causes-Variation*). Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses kontrol merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami secara benar. Pada dasarnya ada tiga macam variasi atau keragaman, yaitu (Dale H. Besterfield, 1994: 103) :

1. Variasi dalam satu produk

Tipe variasi ini dicontohkan dengan kekasaran permukaan benda atau produk dimana satu bagian permukaan benda atau produk lebih kasar dibandingkan bagian lainnya.

2. Variasi antar produk

Tipe variasi ini terjadi diantara produk yang diproduksi pada waktu yang sama, semisal coke yang diproduksi oleh mesin yang sama secara berurutan akan mempunyai intensitas volume yang berbeda-beda.

3. Variasi antar waktu

Tipe variasi ini diilustrasikan dengan perbedaan hasil produk yang berbeda pada hari yang lain mungkin disebabkan oleh peralatan potong yang aus, kelembaban dan lain sebagainya.

Peta kontrol merupakan alat untuk menganalisa data statistik yang berkaitan dengan kualitas produk dan digambarkan dalam sebuah peta. Tujuan dari peta kontrol ini adalah untuk mengetahui apakah pada setiap titik grafik normal atau tidak. Sehingga dapat diketahui bagian mana proses koreksi dapat dilakukan. Selain itu manfaat peta kontrol yang lain adalah :

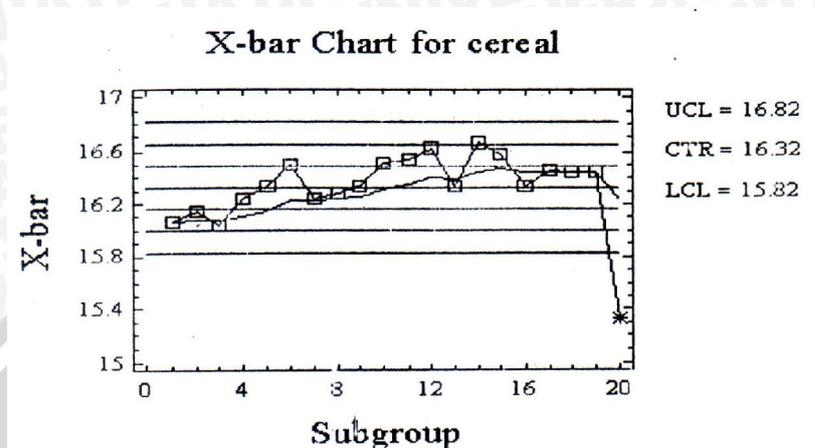
1. Untuk mengetahui apakah proses produksi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan.
2. Sangat efektif dalam mengurangi terjadinya variabilitas atau keragaman mutu sebanyak mungkin.
3. Untuk mengevaluasi apakah batas spesifikasi sudah tercapai.

4. Memantau proses terus- menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mendukung variasi penyebab umum.
5. Peta kontrol digunakan untuk menunjukkan apakah proses atau produk berada dalam kesulitan atau masalah, bukan apa masalah itu. Dengan mengetahui waktu kesulitan yang timbul maka dapat dideteksi penyebab terjadinya masalah dan tugas dari teknisi produksi untuk mencari tahu apa penyebab dari masalah itu.
6. Dapat meningkatkan mutu produk secara berarti serta mengurangi pengerjaan ulang (*rework*).

Menurut pendapat Vincent Gasperz, 1998: 187 bahwa pada dasarnya setiap peta kontrol memiliki :

1. Garis tengah (*Center Line*) yang bisa dinotasikan CL.
2. Sepasang batas kontrol (*Control Line*), dimana suatu batas kontrol ditempatkan diatas tengah atau yang dikenal sebagai batas kontrol atas (*Upper Control Limit/ UCL*), yang satu lagi ditempatkan dibawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol bawah (*Lower Control Limit/ LCL*).
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik yang menggambarkan keadaan dari proses jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada didalam batas-batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap sebagai berada dalam keadaan terkontrol atau terkendali. Namun jika nilai-nilai yang dilibatkan pada peta itu diluar batas-batas kontrol atau memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang berlangsung dianggap sebagai berada diluar kontrol (tidak terkontrol) sehingga perlu diambil tindakan untuk memperbaiki proses yang ada.

Peta kontrol yang paling umum digunakan dalam pengendalian kualitas statistik adalah peta kontrol Shewhart. Peta kontrol Shewhart bentuknya sangat sederhana, yang terdiri dari tiga buah garis mendatar yang sejajar seperti tampak dalam gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.5 Peta Kontrol Shewhart
Sumber: www.statlets.com

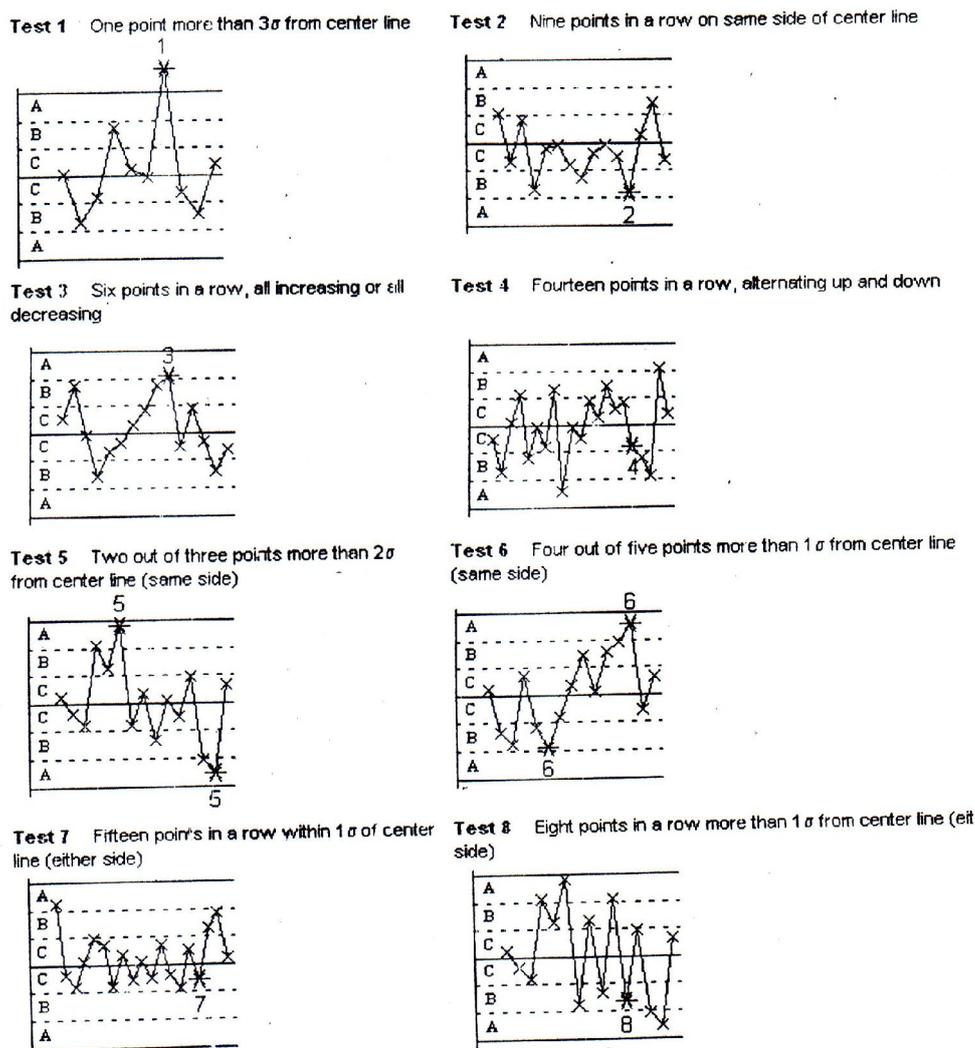
Keterangan :

UCL : *Upper Control Limit* (Batas Kontrol Atas/BKA)

CTR : *Center Line* (Garis Tengah)

LCL : *Lower Control Limit* (Batas Kontrol Bawah/BKB)

Meskipun semua titik terletak dalam batas kendali tetapi jika susunan titik-titik tersebut membentuk pola-pola tertentu, hal ini juga bias disebut sebagai ketidaknormalan proses. Beberapa gejala yang menunjukkan ketidaknormalan proses yang disebabkan oleh variasi khusus diperlihatkan oleh gambar dibawah ini :



Gambar 2.6 Ketidaknormalan proses akibat variasi khusus
Sumber :Minitab user guide e-book, Minitab Inc.

2.10 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kapabilitas proses. Analisis ini merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan kualitas. Manfaat kapabilitas proses diantaranya adalah sebagai berikut (Douglas C. Montgomery, 1991:137):

1. Memperkirakan seberapa baik proses akan memenuhi toleransi.
2. Membantu pengembang atau perancang pelayanan dalam memilih atau mengubah proses.
3. Membantu dalam pembentukan interval antara *sampling* untuk pengendalian proses.

4. Menetapkan persyaratan penampilan bagi alat baru.
5. Merencanakan urutan proses pelayanan apabila ada pengaruh interaktif proses pada toleransi.
6. Mengurangi variabilitas dalam proses pelayanan.

Parameter indeks kapabilitas digunakan untuk mengukur kemampuan dari suatu proses stabil untuk menghasilkan bagian-bagian dalam batas spesifikasi.

Parameter-parameter tersebut antara lain :

- C_p : Indeks Potensial Proses
- C_{pk} : Indeks Performansi Proses
- Nilai T : Target Potensial Proses

Ada 3 (tiga) cara untuk menilai bahwa suatu proses dapat ditunjukkan dengan histogram yang dibandingkan dengan batas spesifikasi atas (USL) dan batas spesifikasi bawah (LSL).

Suatu proses dikatakan “*capable*” jika persebaran proses *Six Sigma* sama dengan atau lebih kecil, berdasarkan standar yang digunakan perpustakaan, dari lebar batas spesifikasi.

2.10.1 Kapabilitas Proses “*Short Term*”

Variabilitas proses akan menghasilkan kapabilitas proses *short term*, yang menunjukkan hasil terbaik yang dapat dicapai proses tersebut. Kapabilitas proses *short term* dibatasi oleh teknologi dan desain. Kapabilitas proses *short term* disebut juga potensial proses.

Potensial proses menunjukkan tingkat persebaran dari suatu proses atau dengan kata lain variabilitas *output* yang dihasilkan. Secara sederhana, untuk mengevaluasi potensial proses ini adalah dengan menghubungkan :

Persebaran sebenarnya = 6σ atas persebaran yang diizinkan dengan

Persebaran yang diizinkan = USL-LSL

Pada kapabilitas *short term* dua parameter yang digunakan adalah C_p (Indeks Potensial Proses) dan Z_{st} (*Z short term*).

C_p didapatkan dari :

$$C_p = \frac{\text{Persebaran Proses yang diinginkan}}{\text{Persebaran Proses yang sebenarnya}}$$

$$C_p = \frac{|USL - LSL|}{6\sigma} \quad (2.5)$$

Untuk proses yang *capable*, persebaran proses yang sebenarnya sama dengan persebaran proses yang diizinkan, atau dengan kata lain $CP=1$ dalam $6-\sigma$ target yang ingin dicapai adalah mendapatkan $Cp=2$.

Sedangkan Zst adalah perhitungan dari kapabilitas teknologi. Zst dihitung dengan mengasumsikan bahwa proses terpusat pada target/ nominal standar.

Rumus untuk mendapatkan Zst adalah :

$$Zst = 3 \times Cp \quad (2.6)$$

Target yang ingin dicapai dalam 6 untuk Zst adalah $Zst = 6$

Nilai indeks untuk kapabilitas proses *short term* dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Indeks kapabilitas proses *Short Term*

Cp	Zst	DPMO	PPM
0.05	1.5	0.066807	66.807
0.65	2.0	0.0227501	22.750
0.83	2.5	0.0062097	10.120
1.00	3.0	0.0013500	1.350
1.17	3.5	0.0002327	233
1.33	4.0	0.0000317	32
1.5	4.5	0.0000034	3.4
1.67	5.0	0.0000003	0.3
1.83	5.5	0.0000000	0.02
2.00	6.0	0.0000000	0.00

Sumber : Vincent Gasperz,2002 : 30

2.10.2. Kapabilitas proses “*Long Term*”

Kapabilitas proses *Long term* didapatkan dari variasi dan kontrol. Kapabilitas proses *long term* menunjukkan performansi aktual dari proses yang ditentukan oleh teknologi dan kontrol proses. Kapabilitas proses *Long term* juga disebut performansi proses. Parameter yang digunakan dalam kapabilitas proses *Long term* adalah Cpk (Indeks Performansi Proses) dan Zlt (*Z Long Term*)

Nilai Cpk menunjukkan kemampuan proses menyesuaikan diri dengan spesifikasi.

Cpk didapat dari :

$$Cpk = Cp \times (1-k) \quad (2.7)$$

Sedangkan k diperoleh dari

$$k = \left| \frac{T - \bar{X}}{(USL - LSL) / 2} \right| \quad (2.8)$$

Dimana k = Indeks pemusatan proses

T = Target atau nominal standar

Zlt adalah perhitungan dari teknologi dan kontrol. Zlt dihitung menggunakan rata-rata yang terhitung dari data. Zlt didapat dari :

$$Zlt = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} \quad (2.9)$$

$$Zlt = Cpk \times 3 \quad (2.10)$$

Untuk mencapai 6σ , Zlt yang ditargetkan adalah $Zlt = 4.5$

Nilai indeks untuk mencapai kapabilitas *Long Term* dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Indeks Kapabilitas Proses *Long Term*

Cpk	Zlt	DPMO	PPM
0.0	0.0	0.5000000	500.000
0.17	0.5	0.3085375	308.538
0.33	1.0	0.1586553	158.655
0.50	1.5	0.0668072	66.807
0.67	2.0	0.0227501	22.750
0.83	2.5	0.0062097	10.210
1.00	3.0	0.0013500	1.350
1.17	3.5	0.0002327	233
1.33	4.0	0.0000317	32
1.50	4.5	0.0000034	3.4

Sumber : Vincent Gasperz, 2002 : 32

2.10.3. Shift

Perbedaan matematis antara proses *Short Term* dan *Long Term* disebut sebagai Shift. Perbedaan ini ditunjukkan dengan nilai *Z Shift* yang didapat dari :

$$Z \text{ Shift} = Z_{st} - Z_{lt} \quad (2.11)$$

Z Shift mempresentasikan kemampuan mengendalikan (mengontrol) teknologi. Secara rata-rata, untuk proses tertentu, *Z Shift* adalah sekitar 1,5. Jika *Z Shift* kurang dari 1,5 artinya proses mempunyai kontrol yang lebih baik dari rata-rata. Jika secara signifikan lebih besar dari 1,5 artinya kontrol lebih buruk dari rata-rata.

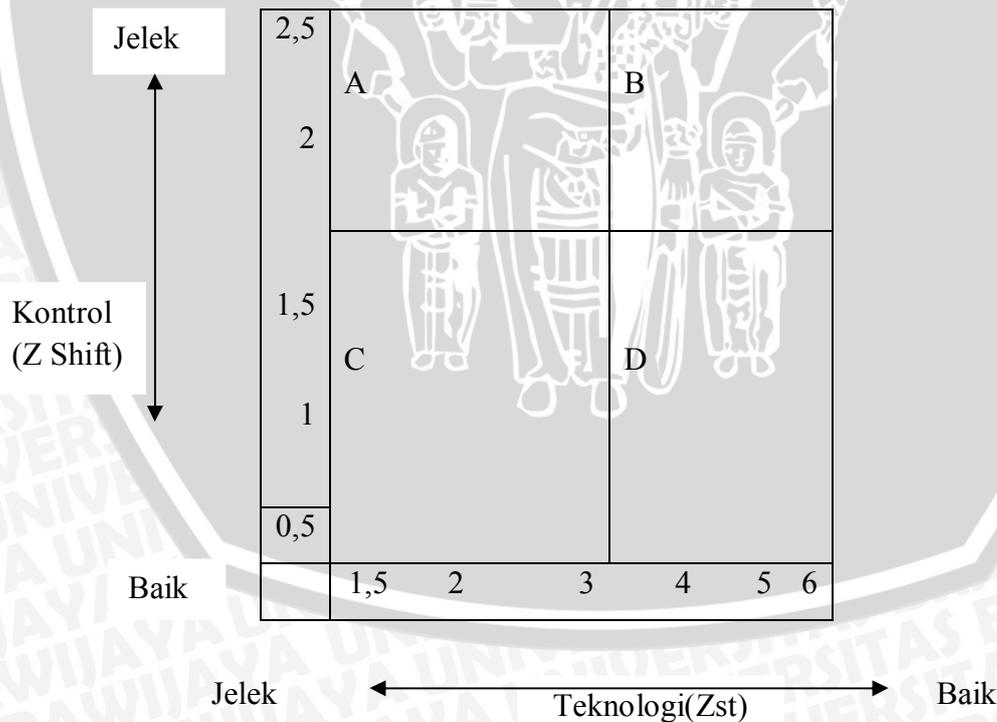
Jika hanya terdapat *Long Term*, contohnya data historis, *Shift* diasumsikan 1.5.

$$Z_{st} = Z_{lt} + 1,5 \quad (2.12)$$

Jika hanya terdapat data *Short Term*, *Shift* diasumsikan 1.5 untuk menghitung Z_{lt}

$$Z_{lt} = Z_{st} - 1,5 \quad (2.13)$$

Z Shift sebesar 1,5 adalah asumsi, oleh karena itu apabila mungkin sebaiknya dimiliki data *Short Term* dan *Long Term*. Untuk mengetahui apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari kontrol atau teknologi dapat dilihat pada gambar dengan cara seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Lokasi kapabilitas proses (Teknologi Vs Kontrol)

Sumber : Pyzdek,2002:30

Pada gambar 2.7 terdapat empat kuadran (A,B,C, dan D) yang mungkin menjadi letak dari kapabilitas proses dimana dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

- A-Kontrol buruk, teknologi tidak memadai
- B-Harus mengontrol proses lebih baik, teknologi baik
- C-Kontrol proses baik, teknologi tidak memadai
- D-Kontrol dan teknologi kelas dunia

2.11 Alat Pengolah Data Statistik

Dalam hal pengolahan data statistik dalam penelitian dengan menggunakan *Six Sigma* ini, dipakai beberapa alat yang saling berhubungan, diantaranya:

2.11.1. Perangkat Keras

Perangkat keras bagi suatu alat pengolah data statistik terdiri atas (pusat pengolah, unit masukan atau keluaran, unit penyimpanan file, dan sebagainya), peralatan penyimpanan data, dan terminal masukan atau keluaran.

2.11.2. Perangkat Lunak

- Nama : MINITAB
- Versi : 15
- Nama pembuat : Minitab Inc.
- Sifat : *Licensed*
- Kemampuan : MINITAB adalah salah satu *software* yang sering digunakan oleh perusahaan-perusahaan untuk mengolah data statistiknya. Minitab menyediakan alat bantu statistik dari tingkat dasar hingga tingkat lanjut, diantaranya eksplorasi analisis data statistik dasar, regresi, *analysis of variance* (ANOVA), dan simulasi. Minitab juga mempunyai fasilitas dalam membuat dan menyusun grafik. *Software* ini digunakan penulis sebagai alat bantu untuk sebagian proses penyelesaian permasalahan secara statistik didalam proses *Six Sigma*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengantar

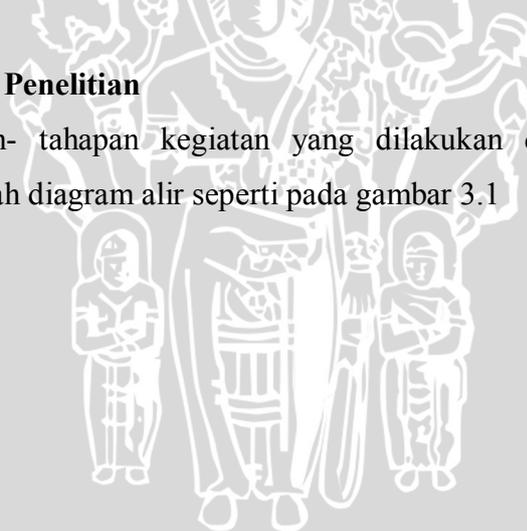
Pada bab ini akan dijelaskan tentang tahapan-tahapan dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, dengan tujuan proses penelitian dapat berjalan dengan baik terarah dan sistematis. Tahapan-tahapan disusun sedemikian rupa baik secara keseluruhan (dari tahap awal hingga tahap akhir). Langkah-langkah yang diambil dalam pada masing-masing tahap DMAIC yang dilakukan dalam penelitian, sehingga dihasilkan kesimpulan dari penelitian yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

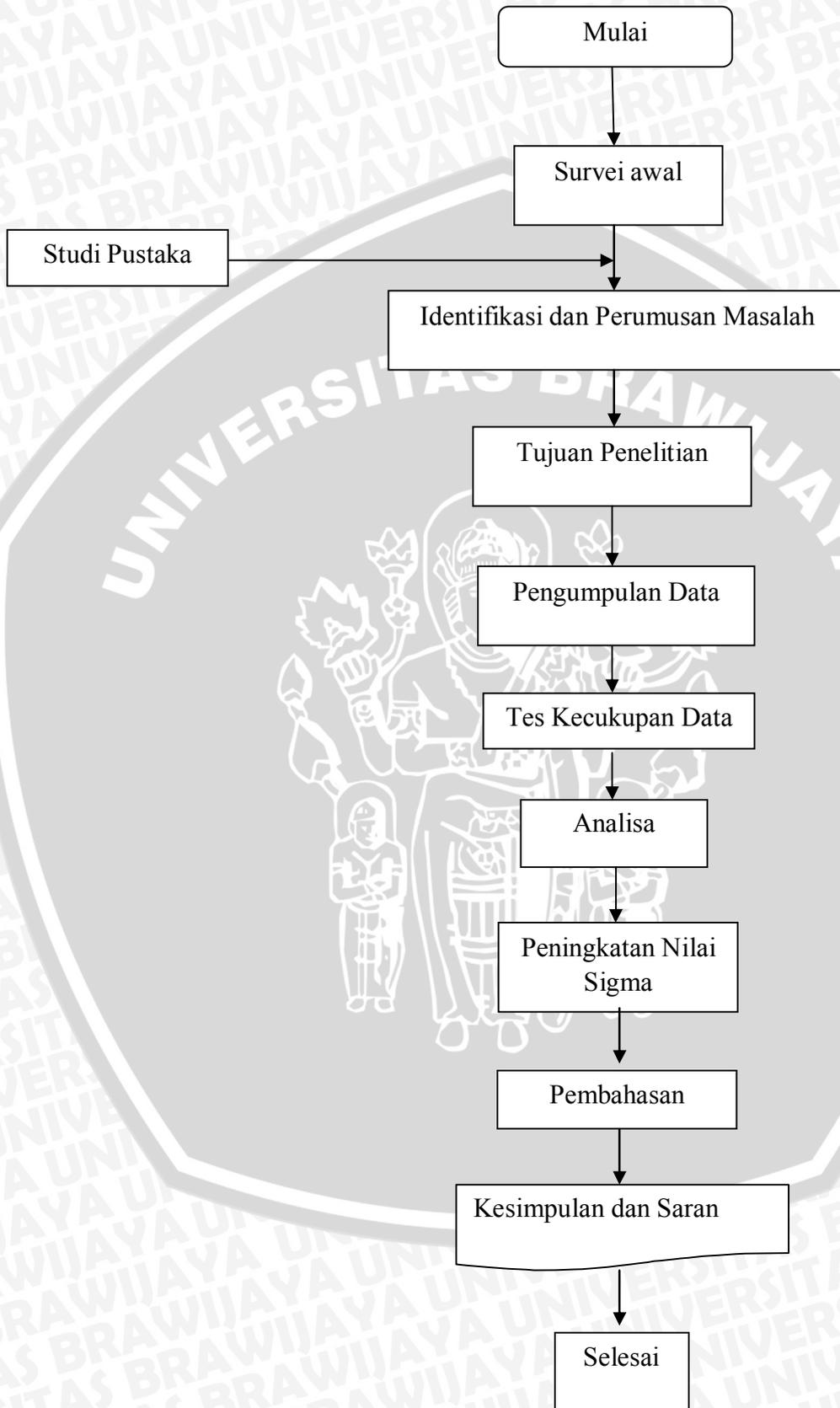
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya Malang mulai tanggal 21 Juli 2010 sampai tanggal 12 Agustus 2010, data yang diambil sebanyak tiga *sub group*, yaitu pada tanggal 23 Juli, 11 Agustus dan 12 Agustus 2010.

3.3 Bagan Metodologi Penelitian

Tahapan- tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam sebuah diagram alir seperti pada gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Survei Awal

Langkah awal penelitian yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang berkenaan dengan objek penelitian dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam survei ini antara lain :

- Mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perpustakaan pada saat ini.
- Melakukan wawancara dengan pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang ada pada perpustakaan.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari penyebab timbulnya masalah dan kemudian dicari solusi pemecahan masalahnya secara cepat.

3. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada, sehingga dapat dicari solusi pemecahannya.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan peningkatan kualitas pelayanan sampai kondisi *zero defect* tercapai dengan penerapan siklus *define, measure, analyze, improve* dan *control* (DMAIC) pada *Six Sigma*.

5. Pengumpulan data

Dilakukan dengan melakukan riset lapangan, suatu cara untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu objek yang diteliti.

Proses pengumpulan data yang dilakukan adalah :

➤ Data Variabel

Yaitu data yang berdasarkan karakteristik kualitas yang dinyatakan dalam bentuk angka (hasil pengukuran). Dalam hal ini pengukuran *defect*.

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah untuk dijadikan pedoman dalam pelaksanaan manajemen pengendalian kualitas perpustakaan.

➤ Data Atribut

Yaitu data diperoleh berdasarkan karakteristik cacat (ditolak) yang digolongkan atas *foreign matter, no crown, failure crown*.

6. Tes Kecukupan Data

Untuk menetapkan jumlah observasi yang harus dibuat (N'), maka harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (Confidence Level) dan derajat ketelitian untuk pengukuran kerja ini. Kemudian jumlah pengamatan teoritis (N') dibandingkan dengan jumlah pengamatan sebenarnya yang dilakukan (N). Apabila nilai perbandingannya $N' \leq N$ (Jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan jumlah pengamatan yang sebenarnya dilakukan), maka data tersebut yang dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan, sehingga data tersebut dapat diolah untuk perhitungan kapabilitas dari proses. Tetapi jika sebaliknya, dimana $N' > N$ maka data tersebut harus ditambah lagi sampai lebih besar dari jumlah data pengamatan teoritis.

7. Analisa

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah serta dianalisa dengan tahapantahapan (DMAIC) untuk dijadikan pedoman dalam pelaksanaan manajemen peningkatan kualitas dalam perpustakaan.

8. Peningkatan Nilai *Sigma*

Dilihat apakah ada peningkatan dalam analisa yang telah dilakukan.

9. Pembahasan

Membahas bagaimana penelitian yang telah dilakukan.

10. Kesimpulan dan Saran

Setelah diperoleh pemecahan masalah maka langkah selanjutnya adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data dan memberikan saran-saran bagi perpustakaan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

a. *Field Research*

Field Research merupakan suatu cara yang dilakukan secara langsung dilapangan atau ditempat penelitian dilaksanakan. Teknik yang digunakan dalam metode *Field Research* ini adalah sebagai berikut :

- **Observasi**

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengamati langsung terhadap jalannya aktivitas-aktivitas dari objek yang diteliti.

- **Interview**

Merupakan cara pengumpulan data dengan jalan mengadakan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang terkait didalam perpustakaan, yang membantu memberikan penjelasan tentang masalah yang diteliti.

- **Dokumentasi**

Merupakan cara pengumpulan data yang ada dalam perpustakaan yang berupa catatan-catatan atau arsip yang telah ada, seperti data pelayanan dan permintaan, data persediaan buku dan lain-lain.

b. *Library Research*

Library Research merupakan suatu cara penelitian dengan mempelajari buku-buku atau literatur-literatur yang ada hubungannya dengan pokok permasalahan yang dihadapi.

3.5 Fasilitas Pengumpulan Data

Fasilitas-fasilitas yang dipakai dalam pengumpulan dan pengolahan data adalah :

- Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat segala hal mengenai objek yang diteliti.
- Arsip-arsip perpustakaan yang digunakan untuk mengambil data yang diperlukan berkenaan dengan objek yang diteliti.
- Komputer, yang digunakan untuk pengetikan dan pengolahan data.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

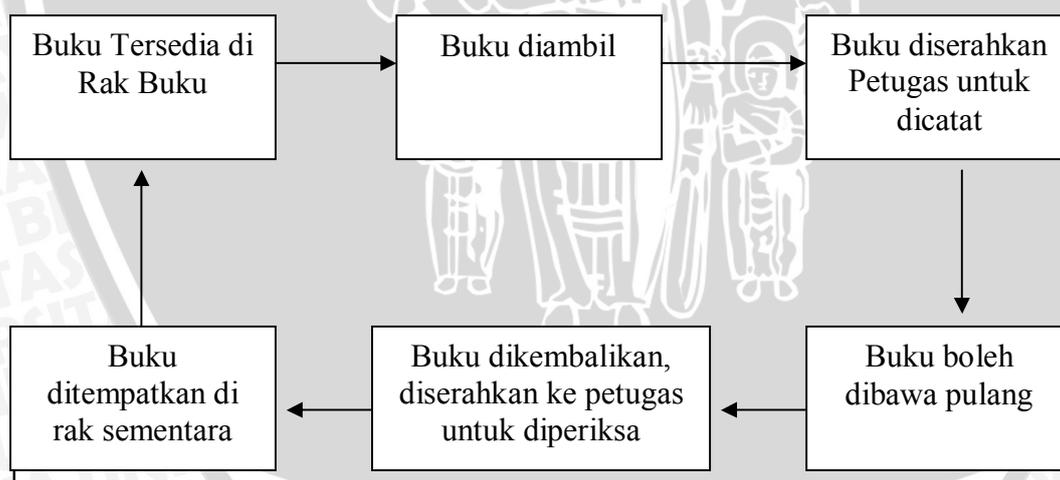
Sebuah siklus DMAIC terdiri dari lima tahap berturut-turut yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*. Pada tinjauan pustaka telah dijabarkan secara singkat tentang langkah-langkah yang akan dilakukan pada tiap tahap. Pada bab ini akan dijelaskan lebih terperinci tentang langkah-langkah dalam kegiatan yang telah dilakukan pada tahap DMAIC dalam penelitian ini.

4.1 Tahap Define

Merupakan tahap pertama dalam sebuah siklus DMAIC. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap define telah disebutkan secara singkat dalam tinjauan pustaka.

4.1.1 Mendefinisikan Peta Proses

Secara keseluruhan aliran pelayanan dari peminjaman buku sampai buku dikembalikan terdapat pada gambar 4.1, terdiri dari beberapa proses, yaitu:



Gambar 4.1 Diagram alir peminjaman buku

Sumber : Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya

4.1.1.1 Keterangan Proses

1. Buku tersedia di rak, penempatan buku dipisahkan menurut fakultas dan jenisnya.
2. Pengunjung setelah melewati pemeriksaan diperbolehkan mengambil di rak untuk dibaca maupun dipinjam dan untuk peminjaman buku, maksimal 5 buku, dan untuk buku-buku tertentu ada yang tidak diperbolehkan dipinjam.
3. Petugas mencatat dan memeriksa buku yang akan dipinjam, dengan menggunakan alat alat, yaitu komputer yang sudah terintegrasi dengan jaringan, barcode scanner, dan printer untuk mencetak catatan buku apa saja yang dipinjam.
4. Buku boleh dibawa pulang.
5. Setelah buku selesai dipinjam, buku kembali diserahkan ke operator atau petugas untuk kembali diperiksa, apabila ada keterlambatan dalam pengembalian buku, maka akan dikenai denda sesuai berapa hari keterlambatan, apabila tidak ada, maka petugas hanya memeriksa dan printer akan mencetak catatan dan diserahkan ke orang yang telah mengembalikan buku tersebut.
6. Oleh petugas buku ditempatkan pada rak buku sementara yang selanjutnya akan diambil dan dikembalikan petugas lain pada rak buku awal sesuai kode buku.
7. Buku telah kembali di rak.

4.1.1.2 Proses Pelayanan Peminjaman dan Pengembalian Buku di Perpustakaan

Pusat Universitas Brawijaya

Prinsip Kerja Peminjaman buku

Buku yang akan dipinjam diserahkan ke petugas, petugas pertama-tama memeriksa kartu perpustakaan (misalnya kartu milik mahasiswa, yang telah terintegrasi dengan KTM) dengan menggunakan *barcode scanner*, kemudian buku diperiksa juga dengan *barcode scanner*, apabila barcode scanner gagal mendeteksi KTM atau buku yang akan dipinjam, maka petugas akan mengidentifikasinya, setelah teridentifikasi permasalahannya (dalam hal ini biasanya *barcode* di KTM

maupun pada buku telah tergores atau rusak) maka petugas akan mencatat nomor KTM maupun buku dengan komputer. Setelah semua telah tercatat, petugas mengoperasikan printer, yaitu untuk mencetak catatan siapa peminjam dan apa saja buku yang akan dipinjam. Setelah itu peminjam boleh membawa KTM dan buku yang dipinjam.

Prinsip Kerja Pengembalian Buku

Buku diserahkan kembali ke petugas untuk diperiksa, sebelumnya petugas meminta kartu perpustakaan peminjam untuk diperiksa dengan menggunakan *barcode scanner*, lalu buku diserahkan, diperiksa dengan *barcode scanner*, apabila tidak terdeteksi, maka petugas mencatat nomor kartu perpustakaan dan nomor buku dengan menggunakan komputer, setelah masuk pada komputer yang telah terintegasi dengan jaringan, maka akan terdeteksi buku ini tepat waktu pengembalian atau mengalami keterlambatan, dan untuk keterlambatan, maka akan dikenakan denda sesuai dengan hari keterlambatan. Dan peminjam buku menyerahkan uang denda kepada petugas. Setelah itu kartu anggota perpustakaan dikembalikan ke peminjam, disertai dengan catatan yang telah dicetak printer sebelumnya

4.1.2 Identifikasi CTQ Proyek dan Proyek Perbaikan dari *Voice of Customer*

Sebagaimana sebuah proyek, proyek DMAIC pada tahap *Define* juga mempunyai tujuan yang ingin dicapai yang selanjutnya disebut “Proyek Perbaikan”. Proyek perbaikan dikembangkan dari CTQ proyek yang bersumber dari *Voice of Customer*. CTQ proyek dan proyek Y yang menjadi tujuan dari siklus DMAIC dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. CTQ Proyek dan Proyek dari *Voice of Customer*.

No.	<i>Voice of Customer</i>	CTQ	Proyek perbaikan
1	Pelayanan memuaskan	1. Pelayanan peminjaman buku harus berada pada range 30 ± 30 detik	Waktu lama pelayanan
		2. Pelayanan pengembalian buku harus berada pada range 35 ± 35 detik	Waktu lamanya pelayanan
		Pelayanan dalam keadaan baik cepat dan tidak ada error pada mesin.	Operator kurang terampil menjalankan alat Kerusakan alat

Sumber: Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya

4.1.3 Mengembangkan Tim dan Spesifikasi Dasar (*Charter*)

4.1.3.1 Tim Proyek DMAIC

Sebagaimana juga sebuah proyek maka perlu adanya organisasi yang menjalankan proyek DMAIC ini yang selanjutnya dalam penelitian ini disebut sebagai tim proyek DMAIC. Anggota dan jumlah dari tim sebenarnya fleksibel tergantung pada peran yang diharapkan bagi proyek, namun harus merupakan orang-orang yang berkompeten pada bidang dimana akan dilakukan perbaikan di dalamnya.

Seperti pada tabel 4.2 dalam penelitian ini dikembangkan tim yang lebih bersifat simulasi dari tim yang sebenarnya harus dimiliki perpustakaan dalam menjalankan proyek DMAIC

Tabel 4.2. Tim Proyek DMAIC (*Six Sigma*)

No.	Anggota Tim	Jumlah (Orang)	Peran
1	Peneliti	1	Menjalankan alur DMAIC pada <i>Six Sigma</i>
2	Staf bagian <i>Quality Control</i>	1	Sebagai pihak yang berkompeten/ berwenang dalam <i>Quality Control</i>
3	Staf bagian pelayanan	2	Sebagai pihak yang berkompeten/ berwenang dalam perekayasaan pelayanan dan proses
4	Operator	2 – 3	Melakukan pengukuran, mengumpulkan data di lapangan.

4.1.3.2 Spesifikasi Dasar (*Charter*)

Charter untuk spesifikasi merupakan suatu pedoman dasar tentang spesifikasi pelayanan sesuai dengan keinginan *customer* yang telah diterjemahkan ke dalam bahasa teknis yang dimengerti oleh bagian pelayanan. *Charter* ini berupa spesifikasi yang telah disepakati *Charter* dengan bagian pelayanan. Yang tercantum dalam *Charter* terutama adalah hal-hal yang berkaitan dengan spesifikasi yang diinginkan pada CTQ untuk proyek perbaikan.

4.2 Tahap *Measure*

4.2.1 Proyek Perbaikan

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian terdahulu bahwa proyek perbaikan adalah tujuan yang ingin dicapai dalam proyek, atau dengan kata lain hal-hal yang ingin diperbaiki dalam proyek. Proyek perbaikan harus merupakan sebuah CTQ dengan kaitan yang jelas antara apa yang ingin diperbaiki dengan apa yang diinginkan *customer* untuk lebih baik.

Sebagaimana tercantum pada tabel 4.1. proyek perbaikan dari penelitian ini adalah kondisi dari pelayanan. Pada sub langkah ini digunakan *tool Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) untuk memberikan prioritas dan memilih proyek

perbaikan dari semua perbaikan yang mungkin. Selain itu harus dipastikan bahwa lingkungan proyek *manageable*.

4.2.2. Standar Performansi untuk Proyek Perbaikan

Standar performansi untuk proyek perbaikan didapatkan atau dirangkum dari *charter* spesifikasi yang telah dikembangkan pada bagian terdahulu. Proyek perbaikan yang tercantum dalam tabel 4.4 adalah proyek perbaikan yang telah terpilih berdasarkan prioritas yang didapat dari FMEA. Proyek perbaikan untuk produksi adalah data variabel dipilih karena ditemukan adanya masalah pada fitur ini. Standar performansi untuk proyek perbaikan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian berdasarkan jenis data yang akan dikumpulkan yaitu data variabel dan data atribut. Proyek perbaikan yang termasuk dalam data variabel adalah pelayanan. Sedangkan yang termasuk dalam data atribut adalah kondisi pelayanan.

Tabel 4.3 Proyek dan Standar Performansi untuk Proyek Perbaikan

No.	Proyek Perbaikan	CTQ	Standar Performansi (dari spesifikasi)
Data Variabel			
1	Pelayanan memuaskan	1. Pelayanan peminjaman buku harus berada pada range 30 ± 30 detik 2. Pelayanan pengembalian buku harus berada pada range 35 ± 35 detik	Waktu pelayanan = 30 ± 30 detik Waktu pelayanan = 35 ± 35 detik
Data Atribut			
2	Kondisi pelayanan	Pelayanan harus dalam keadaan prima (cepat, singkat, tidak berbelit-belit)	Pelayanan yang tidak memuaskan harus ditekan serendah mungkin

Sumber: Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya Malang

4.2.3. Rencana Pengumpulan Data Proyek dan Sistem Pengukuran Tervalidasi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu data yang diambil langsung di perpustakaan (operator). Jenis data yang diambil ada 2 yaitu data variabel dan data atribut.

Data variabel yang dikumpulkan dengan ukuran sample 141 dan 78 , berupa data isi pelayanan yang secara keseluruhan pada awal pelayanan, dengan asumsi selama proses tidak ada kerusakan pada mesin dan *human error*. Dan pengambilan data dilakukan oleh operator yang telah terlatih dalam pengambilan data kualitas.

Untuk data atribut diambil dengan ukuran sample 219. Data yang dikumpulkan adalah jumlah cacat dari masing-masing jenis cacat yang sering muncul.

Untuk mengetahui cacat pelayanan digunakan alat ukur yang telah terkalibrasi dengan baik, dan jenis cacat dilakukan secara visual.

4.2.4 Pengumpulan Data untuk Proyek Perbaikan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu data yang diambil langsung di perpustakaan. Oleh karena itu kevalidan data perlu dihitung lagi. Perpustakaan telah menjamin kompetensi dari operator tersebut, akan tetapi akan dilakukan pengujian terhadap kevalidan data yang akan dilakukan pada setiap pengambilan data yang dilakukan dengan menggunakan test kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang diambil cukup atau tidak.

4.2.5 Membandingkan Data Proses dengan Data Performansi

Langkah-langkah yang diambil dalam bagian ini adalah menganalisa data dan menghitung kapabilitas proses (nilai Z). Oleh karena itu dari data yang telah didapatkan akan dibuat bentuk grafisnya dan dianalisa, setelah itu akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan untuk mengetahui kapabilitas proses.

Secara umum bagian ini dibagi menjadi dua berdasarkan jenis data yaitu data variabel dan data atribut karena kedua data ini memerlukan metode pengolahan data yang berbeda. Dalam pengolahan data yang dilakukan selalu digunakan tingkat kepercayaan yang didapat dari data.

4.2.5.1 Data Variabel

Dalam pengolahan data variabel digunakan bantuan *software* statistik yaitu Minitab, dalam penelitian ini digunakan minitab versi 15 (*for Windows*), terutama dalam membuat gambar atau grafik. Pengolahan data yang dilakukan Minitab antara lain untuk mendapatkan rata-rata dan standar deviasi dimensi lampu, membuat garis distribusi normal dari pelayanan dan membandingkan rata-rata serta pemusatan data (proses) dengan batas spesifikasi (USL dan LSL) serta target yang ingin dicapai (*nominal standar*).

Untuk pertama kali dilakukan pengolahan data dengan *feature descriptive statistic* pada Minitab. Hasil yang didapatkan dari pengolahan statistik deskriptif, antara lain dimensi dan variabel penyebab *defect* dari total 141 dan 78 sampel yang diambil, standar deviasi, serta *confidence interval*.

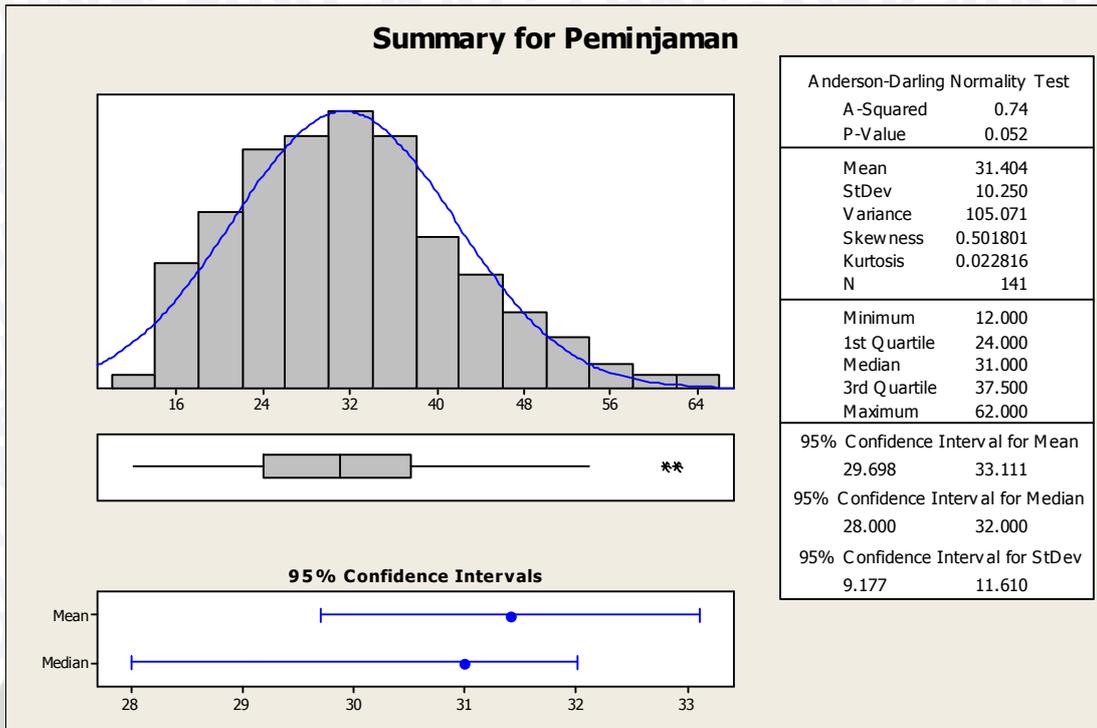
4.2.5.1.1. Pelayanan Peminjaman Buku

Tabel 4.4 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku

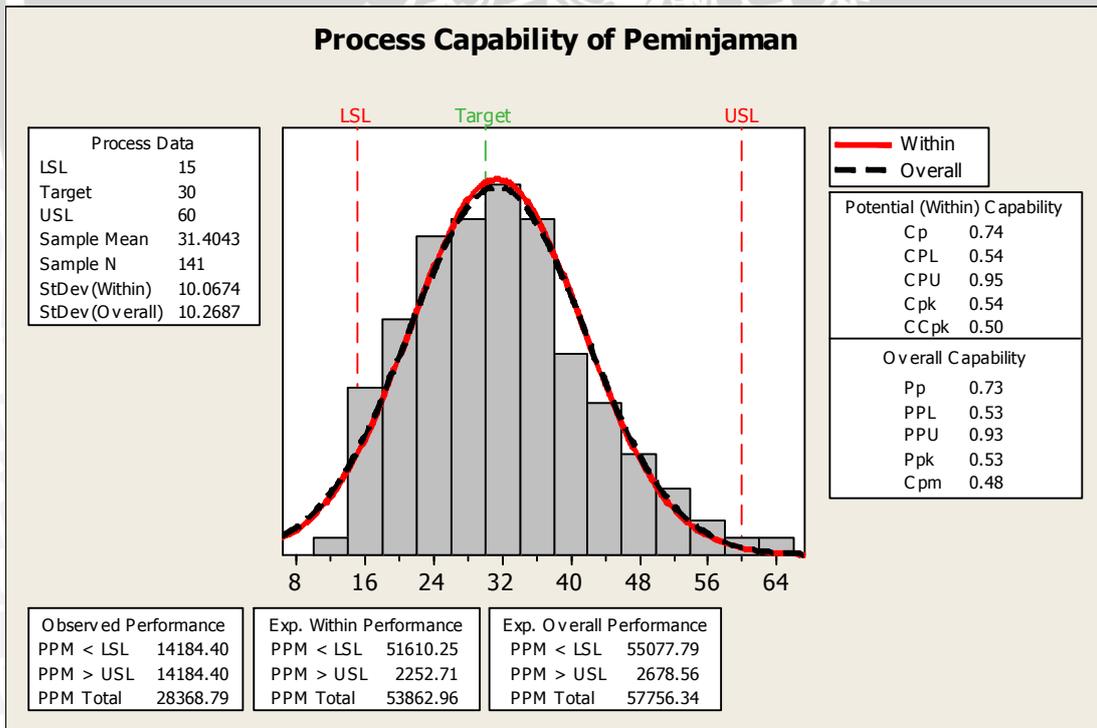
No.	Sub Group			Jumlah	Range	Mean
	I	II	III			
1	31	39	29	99	10	33,00
2	16	32	37	85	21	28,33
3	22	28	62	112	40	37,33
4	31	33	28	92	5	30,67
5	36	37	31	104	6	34,67
6	25	41	28	94	16	31,33
7	34	18	32	84	16	28,00
8	50	54	40	144	14	48,00
9	27	19	28	74	9	24,67
10	43	25	25	93	18	31,00
11	36	32	41	109	9	36,33
12	22	34	48	104	26	34,67
13	19	32	54	105	35	35,00
14	18	27	27	72	9	24,00
15	34	31	16	81	18	27,00
16	48	16	15	79	33	26,33
17	25	24	12	61	13	20,33
18	26	38	14	78	24	26,00
19	17	27	36	80	19	26,67
20	61	46	20	127	41	42,33
21	44	35	33	112	11	37,33
22	22	32	42	96	20	32,00

23	27	24	25	76	3	25,33
24	43	29	35	107	14	35,67
25	17	19	28	64	11	21,33
26	35	28	19	82	16	27,33
27	17	32	30	79	15	26,33
28	16	34	24	74	18	24,67
29	41	36	23	100	18	33,33
30	18	32	21	71	14	23,67
31	24	35	50	109	26	36,33
32	41	42	27	110	15	36,67
33	24	53	32	109	29	36,33
34	47	46	16	109	31	36,33
35	28	18	24	70	10	23,33
36	25	22	18	65	7	21,67
37	46	39	24	109	22	36,33
38	36	34	26	96	10	32,00
39	21	36	44	101	23	33,67
40	29	41	31	101	12	33,67
41	32	42	28	102	14	34,00
42	53	32	32	117	21	39,00
43	19	18	35	72	17	24,00
44	25	41	26	92	16	30,67
45	43	34	30	107	13	35,67
46	34	33	42	109	9	36,33
47	30	41	41	112	11	37,33
Sum (ΣX)	1458	1541	1429	4428	808	1476
Mean(\bar{X})	31,02	32,79	30,40		17,19	31,40
Sd	11,19	8,83	10,65		8,75	6,02
ΣXi^2	50984	54115	48669	153768		

Sumber: Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya



Gambar 4.2 Statistik deskriptif pelayanan peminjaman buku



Gambar 4.3 Analisa kapabilitas pelayanan peminjaman buku

Dari gambar 4.3 terlihat bahwa proses pelayanan peminjaman buku telah berada pada kondisi cukup baik, namun masih belum terpusat pada target yang

diinginkan dan ada sebagian yang di luar batas, sehingga masih dirasa perlu untuk meningkatkan kualitas dari proses pelayanan agar proses lebih berpusat pada target yang diinginkan.

Tes kecukupan data didapat dengan menghitung parameter-parameter berikut terlebih dahulu, yaitu antara lain:

Menghitung derajat ketelitian

σ_x di dapat dengan rumus:

$$\sigma_x = \sigma / (\sqrt{m})$$

$$\sigma_x = 10,2687 / (\sqrt{3})$$

$$\sigma_x = 5,9286$$

$$S = (\sigma_x / x) \times 100\%$$

$$S = (5,9286 / 31,4043) \times 100\%$$

$$S = 18,88\%$$

Kemudian dari hasil perhitungan diatas digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan dari data yang didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

Menghitung tingkat keyakinan:

$$CL = 100\% - S$$

$$CL = 100\% - 18,88\%$$

$$CL = 81,12\%$$

Dari keyakinan ini didapatkan nilai k dari tabel (2.4) sebesar 1,2992 sehingga dapat digunakan untuk menghitung jumlah pengamatan teoritis yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus (2.1):

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{N(\sum Xi^2) - (Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{1,2992 \sqrt{141(153768) - (4428)^2}}{4428} \right]^2$$

$$N' = 5,009 \approx 5$$

Data yang telah diambil (N) adalah sebanyak 141 data sedangkan data yang seharusnya diambil adalah (N') adalah sebanyak 5 data sehingga nilai tersebut memenuhi syarat analisa kecukupan data yaitu $N \geq N'$.

Kapabilitas proses selanjutnya dihitung dengan menggunakan parameter-parameter berikut:

1. Indeks potensial proses (C_p)

C_p dihitung dengan menggunakan rumus (2.5)

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

$$C_p = \frac{[60 - 15]}{6 * 10,2687}$$

$$C_p = 0,73037$$

2. Nilai Z short term (Z_{St})

Z_{St} dihitung dengan menggunakan rumus (2.6)

$$Z_{St} = C_p * 3$$

$$Z_{St} = 0,73037 * 3$$

$$Z_{St} = 2,1911$$

3. Indeks kapabilitas proses (C_{pk})

C_{pk} didapatkan dengan mencari nilai k terlebih dahulu menggunakan rumus (2.8)

$$k = \frac{[T - \bar{X}]}{\frac{1}{2}(USL - LSL)}$$

$$k = \frac{[30 - 31,4043]}{\frac{1}{2}(60 - 15)}$$

$$k = -0,0624$$

$$C_{pk} = C_p * (1 - k)$$

$$C_{pk} = 0,73037 * (1 - (-0,0624))$$

$$C_{pk} = 0,7759$$

4. Nilai Z long term (Z_{lt})

Z_{lt} didapat dari rumus (2.9)

$$Z_{lt} = C_{pk} * 3$$

$$Z_{lt} = 0,7759 * 3$$

$$Z_{lt} = 2,3277$$

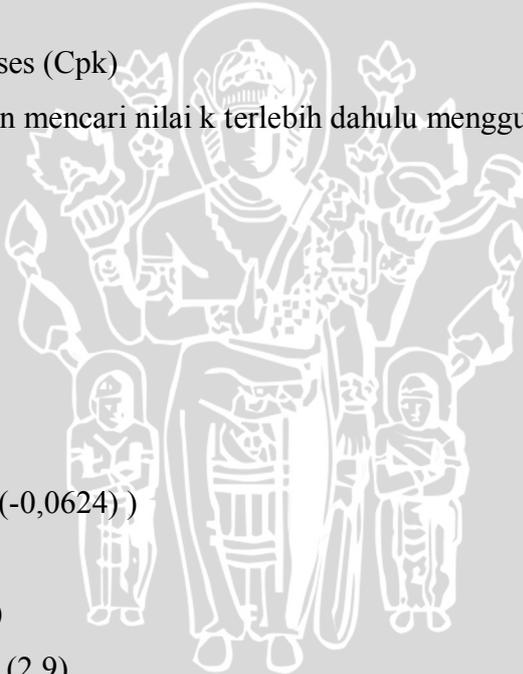
5. Nilai Z Shift

Z Shift didapatkan dari selisih Z_{st} dan Z_{lt} seperti pada rumus (2.11)

$$Z \text{ Shift} = Z_{st} - Z_{lt}$$

$$Z \text{ Shift} = 2,1911 - 2,3277$$

$$Z \text{ Shift} = 0,1366$$



Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Peminjaman Buku

Kapabilitas	Nilai
Cp	0,73037
Zst	2,1911
Cpk	0,7759
Zlt	2,3277
Z Shift	0,1366

Sumber : Pengolahan data

Berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan dari hasil perhitungan di atas, dapat dilakukan pada kapabilitas proses yang menghasilkan pelayanan peminjaman buku sebagai berikut:

1. Analisa terhadap kapabilitas proses *short term*.

Dari nilai Cp dan Zst dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *short term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah produk cacat per satu juta pelayanan) pada proses pelayanan peminjaman buku. Nilai PPM didapatkan dengan menyesuaikan nilai Cp dan Zst pada tabel PPM untuk kapabilitas proses *short term* (tabel 2.5) atau dengan menginterpolasi untuk mencari PPM yang sesuai apabila Cp, Zst dan PPM tidak terdapat langsung pada tabel. Untuk Cp = 0,73037 dan Zst = 2,1911 didapatkan nilai PPM = 17.138.

Nilai PPM = 17.138 menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *short term* adalah 17.138 atau dengan kata lain teknologi yang digunakan dalam proses ini cukup baik. Dan bila dikonversikan ke dalam nilai *sigma*, maka nilainya adalah 3,76.

2. Analisa terhadap kapabilitas proses *long term*

Seperti pada kapabilitas proses *short term*, dengan cara melihat tabel 2.6 dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *long term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah pelayanan cacat per satu juta pelayanan yang dihasilkan) pada proses *long term*. Untuk Cpk = 0,7759 dan Zlt = 2,3277 didapatkan nilai PPM = 17.138.

Nilai PPM = 17.138 menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *long term* adalah 17.138 per satu juta produk yang dihasilkan. Bila kita tinjau lagi pada perbandingan pemusatan proses dengan LSL, USL dan target. Ada beberapa ditemukan data pelayanan yang keluar dari batas spesifikasi, akan tetapi proses tidak terpusat pada target yang telah ditentukan memungkinkan terjadinya cacat apabila terjadi pergeseran terutama ke kanan pada proses. Sehingga dibutuhkan perbaikan proses yang berkenaan dengan waktu pelayanan peminjaman buku ini.

3. Analisa terhadap Z shift.

Nilai Z shift akan menginterpretasikan kemampuan proses untuk mengontrol teknologi. Dari perhitungan yang telah dilakukan nilai Z shift = 0,1366. Nilai ini bersama dengan nilai Zst kemudian diplot ke dalam grafik, seperti pada gambar 2.5, untuk melihat apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari teknologi atau kontrol yang dilakukan. Sesuai dengan perhitungan, maka didapatkan bahwa teknologi sudah cukup baik namun masih perlu ditingkatkan lagi dan kontrol yang dilakukan sudah sangat baik. Atau dengan kata lain bahwa kapabilitas proses yang didapatkan lebih merupakan hasil kontrol. Oleh karena itu perlu diterapkan teknologi yang lebih baik.

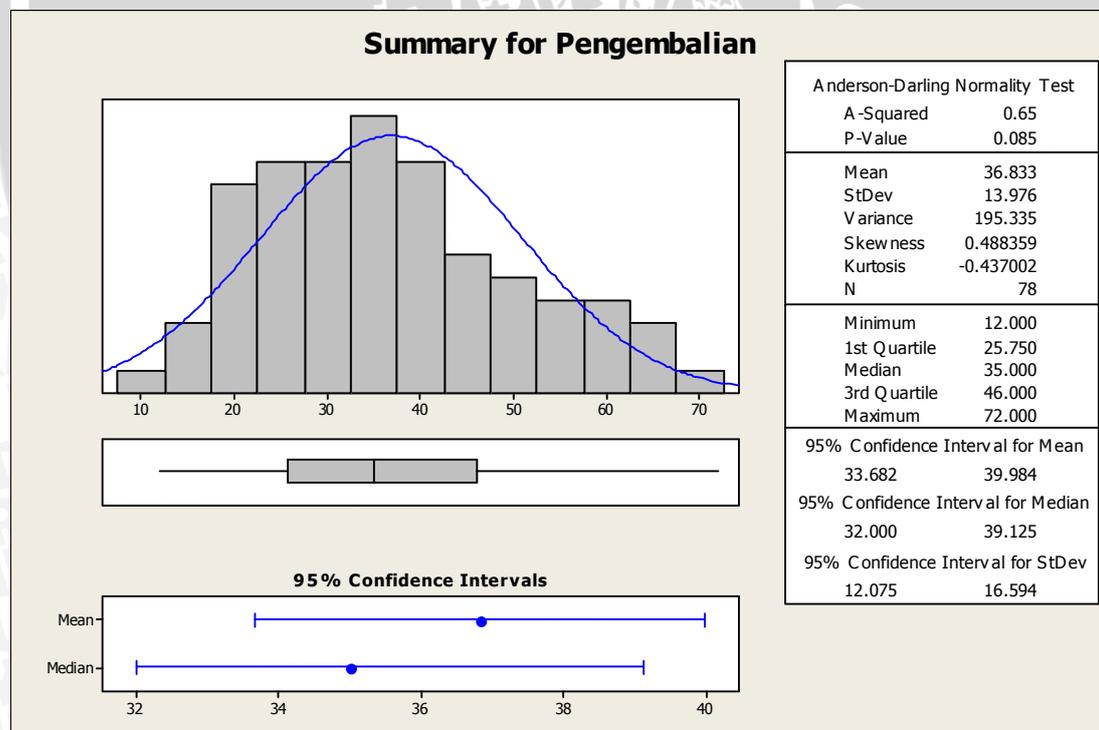
4.2.5.1.2. Pelayanan Pengembalian Buku

Tabel 4.6. Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku

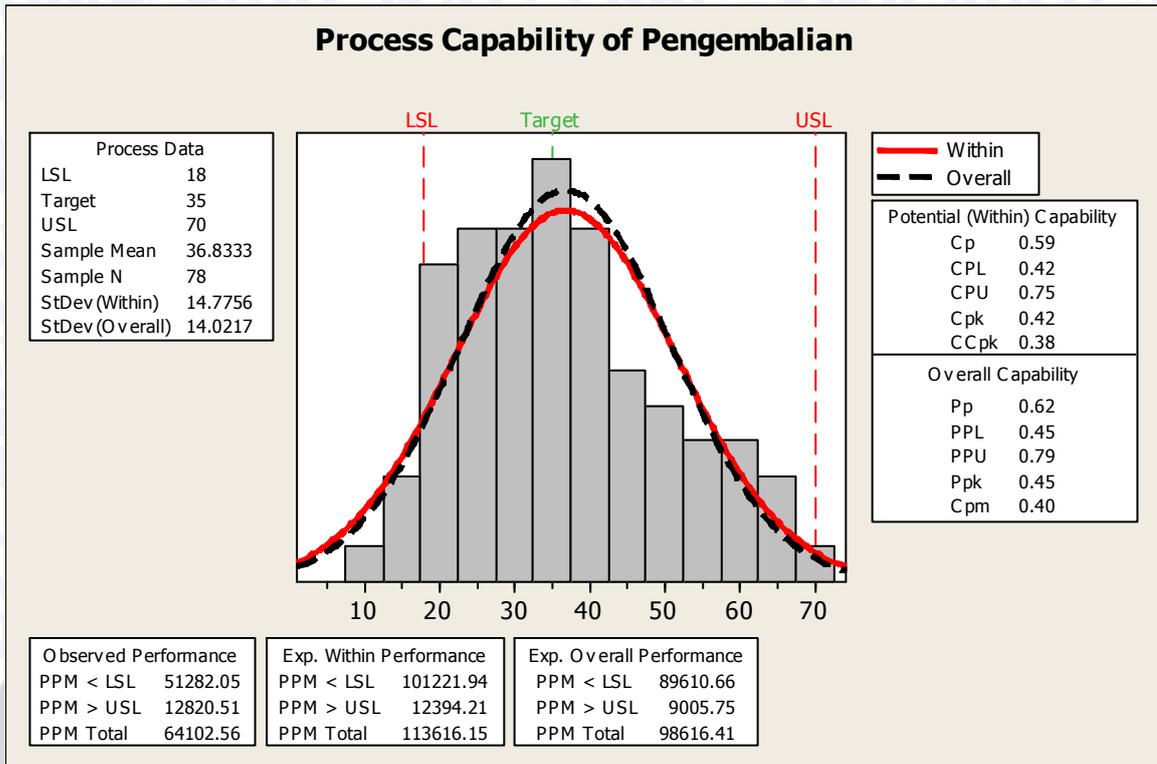
No.	Sub Group			Jumlah	Range	Mean
	I	II	III			
1	22	23	55	100	33	33,33
2	18	29	22	69	11	23,00
3	24	31	49	104	25	34,67
4	37	65	50	152	28	50,67
5	41	31	36	108	10	36,00
6	27	58	25	110	33	36,67
7	33	32	65	130	33	43,33
8	72	67	43	182	29	60,67
9	35	21	45	101	24	33,67
10	47	19	35	101	28	33,67
11	18	32	57	107	39	35,67
12	26	34	59	119	33	39,67
13	26	45	40	111	19	37,00

14	17	18	37	72	20	24,00
15	24	32	46	102	22	34,00
16	53	54	24	131	30	43,67
17	23	42	51	116	28	38,67
18	41	37	19	97	22	32,33
19	17	29	17	63	12	21,00
20	30	42	52	124	22	41,33
21	41	28	26	95	15	31,67
22	21	34	38	93	17	31,00
23	51	62	46	159	16	53,00
24	60	33	12	105	48	35,00
25	32	41	39	112	9	37,33
26	35	37	38	110	3	36,67
Sum	871	976	1026	2873	609	957,667
Mean	33,50	37,54	39,46		23,42	36,83
Sd	14,16	13,69	13,94		10,29	8,67
EXi2	34191	41326	45346	120863		

Sumber: Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya



Gambar 4.4 Statistik deskriptif pelayanan pengembalian buku



Gambar 4.5 Analisa kapabilitas pelayanan pengembalian buku

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa proses pelayanan pengembalian buku telah berada pada kondisi cukup baik, namun masih belum terpusat pada target yang diinginkan dan ada sebagian yang di luar batas, sehingga masih dirasa perlu untuk meningkatkan kualitas dari proses pelayanan agar proses lebih berpusat pada target yang diinginkan.

Tes kecukupan data didapat dengan menghitung parameter-parameter berikut terlebih dahulu, yaitu antara lain:

Menghitung derajat ketelitian

σ_x di dapat dengan rumus:

$$\sigma_x = \sigma / (\sqrt{n})$$

$$\sigma_x = 14,0217 / (\sqrt{78})$$

$$\sigma_x = 8,0954$$

$$S = (\sigma_x / \bar{x}) \times 100 \%$$

$$S = (8,0954 / 36,8333) \times 100 \%$$

$$S = 21,98 \%$$

Kemudian dari hasil perhitungan diatas digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan dari data yang didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

Menghitung tingkat keyakinan:

$$CL = 100\% - S$$

$$CL = 100\% - 21,98 \%$$

$$CL = 78,02 \%$$

Dari keyakinan ini didapatkan nilai k dari tabel (2.3) sebesar 1,2483 sehingga dapat digunakan untuk menghitung jumlah pengamatan teoritis yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus (2.1):

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{1,2483}{0,2198} \sqrt{78(120863) - (2873)^2}}{2873} \right]^2$$

$$N' = 4,58 \approx 5$$

Data yang telah diambil (N) adalah sebanyak 78 data sedangkan data yang seharusnya diambil adalah (N') adalah sebanyak 5 data sehingga nilai tersebut memenuhi syarat analisa kecukupan data yaitu $N \geq N'$.

Kapabilitas proses selanjutnya dihitung dengan menggunakan parameter-parameter berikut:

6. Indeks potensial proses (Cp)

Cp dihitung dengan menggunakan rumus (2.5)

$$Cp = \frac{[USL - LSL]}{6\sigma}$$

$$Cp = \frac{[70 - 18]}{6 * 14,0217}$$

$$Cp = 0,61809$$

7. Nilai Z short term (ZSt)

ZSt dihitung dengan menggunakan rumus (2.6)

$$ZSt = Cp * 3$$

$$ZSt = 0,61809 * 3$$

$$ZSt = 1,8543$$

8. Indeks kapabilitas proses (Cpk)

Cpk didapatkan dengan mencari nilai k terlebih dahulu menggunakan rumus (2.8)

$$k = \frac{[T - \bar{X}]}{\frac{1}{2}(USL - LSL)}$$

$$k = \frac{[35 - 36,8333]}{\frac{1}{2}(70 - 18)}$$

$$k = -0,0705$$

$$Cpk = Cp * (1-k)$$

$$Cpk = 0,61809 * (1 - (-0,0705))$$

$$Cpk = 0,6617$$

9. Nilai Z long term (Zlt)

Zlt didapat dari rumus (2.10)

$$Zlt = Cpk * 3$$

$$Zlt = 0,6617 * 3$$

$$Zlt = 1,9851$$

10. Nilai Z Shift

Z Shift didapatkan dari selisih Zst dan Zlt seperti pada rumus (2.11)

$$Z \text{ Shift} = Zst - Zlt$$

$$Z \text{ Shift} = 1,8543 - 1,9851$$

$$Z \text{ Shift} = 0,1308$$

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Pengembalian Buku

Kapabilitas	Nilai
Cp	0,61809
Zst	1,8543
Cpk	0,6617
Zlt	1,9851
Z Shift	0,1308

Sumber : Pengolahan data

Berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan dari hasil perhitungan di atas, dapat dilakukan pada kapabilitas proses yang menghasilkan pelayanan pengembalian buku sebagai berikut:

1. Analisa terhadap kapabilitas proses *short term*.

Dari nilai C_p dan Z_{st} dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *short term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah produk cacat per satu juta pelayanan) pada proses pelayanan peminjaman buku. Nilai PPM didapatkan dengan menyesuaikan nilai C_p dan Z_{st} pada tabel PPM untuk kapabilitas proses *short term* (tabel 2.5) atau dengan menginterpolasi untuk mencari PPM yang sesuai apabila C_p , Z_{st} dan PPM tidak terdapat langsung pada tabel. Untuk $C_p = 0,61809$ dan $Z_{st} = 1,8543$ didapatkan nilai PPM = 35.588.

Nilai PPM = 35.588 menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *short term* adalah 35.588 atau dengan kata lain teknologi yang digunakan dalam proses ini cukup baik. Dan bila dikonversikan ke dalam nilai *sigma*, maka nilainya adalah 3,44.

2. Analisa terhadap kapabilitas proses *long term*

Seperti pada kapabilitas proses *short term*, dengan cara melihat tabel 2.6 dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *long term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah produk cacat per satu juta produk yang diproduksi) pada proses long term. Untuk $C_{pk} = 0,6617$ dan $Z_{lt} = 1,9851$ didapatkan nilai PPM = 35.588.

Nilai PPM = 35.588 menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *long term* adalah 35.588 per satu juta produk yang dihasilkan. Bila kita tinjau lagi pada perbandingan pemusatan proses dengan LSL, USL dan target. Ada beberapa ditemukan data produk yang keluar dari batas spesifikasi, akan tetapi proses tidak terpusat pada target yang telah ditentukan memungkinkan terjadinya cacat apabila terjadi pergeseran terutama ke kanan pada proses. Sehingga dibutuhkan perbaikan proses yang berkenaan dengan waktu pelayanan pengembalian buku ini.

3. Analisa terhadap Z shift

Nilai Z shift akan menginterpretasikan kemampuan proses untuk mengontrol teknologi. Dari perhitungan yang telah dilakukan nilai Z shift = 0,1308. Nilai ini bersama dengan nilai Zst kemudian diplot ke dalam grafik, seperti pada gambar 2.5, untuk melihat apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari teknologi atau kontrol yang dilakukan. Sesuai dengan perhitungan, maka didapatkan bahwa teknologi sudah cukup baik namun masih perlu ditingkatkan lagi dan kontrol yang dilakukan sudah sangat baik. Atau dengan kata lain bahwa kapabilitas proses yang didapatkan lebih merupakan hasil kontrol. Oleh karena itu perlu diterapkan teknologi yang lebih baik.

4.2.5.2. Data Atribut

Dalam pengolahan data diskrit, parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kapabilitas proses adalah *Defect per Opportunity* (DPO), nilai *Z long term* (Zlt) dan indeks kapabilitas proses (Cpk). Nilai masing-masing parameter tersebut diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.8 Perhitungan Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui		Cacat penyebab produk reject
2	Berapa unit produksi yang diperiksa	U	219
3	Berapa unit produksi yang salah/cacat	D	9
4	Hitung tingkat kegagalan (kesalahan) berdasarkan langkah 3	$\frac{D}{U}$	0,0411
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan kesalahan	= banyak karakteristik CTQ	2
6	Hitung peluang tingkat kegagalan (kesalahan) per karakteristik CTQ	= (langkah4)/(langkah 5)	0,02055
7	Hitung kemungkinan gagal	= (langkah 6)	20550

	(kesalahan) per satu juta kesempatan (DPMO)	x 1000.000	
8	Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai <i>sigma</i> (lampiran C)		3,77
9	Buat kesimpulan		Kapabilitas <i>Sigma</i> 3,77

Sumber: Pengolahan data

1. *Deffect per opportunity* (DPO)

Dihasilkan tingkat kegagalan sebesar 0,027. Kemudian dihitung DPO dan dihasilkan DPO sebesar 0,0135.

2. Nilai *Z long term* (Zlt)

Nilai Zlt dihitung dari tabel indeks kapabilitas proses *long term* (tabel 2.6) dengan menggunakan nilai DPO, maka didapat nilai Zlt sebesar 2,0665.

3. Indeks kapabilitas proses (Cpk)

Cpk dapat dihitung dari tabel indeks kapabilitas proses *long term* (tabel 2.6) dengan memperhatikan nilai DPO dan Zlt, maka nilai Cpk adalah 0,6913.

4.2.6 Menyusun Tujuan Perbaikan

Pada bagian ini akan dilakukan penyusunan tujuan dari perbaikan yang akan dilakukan. Dalam penyusunan tujuan ini dilakukan langkah-langkah antara lain:

4.2.6.1. Mendefinisikan Masalah Statistik

Dari FMEA dan perhitungan kapabilitas yang telah dilakukan maka dapat didefinisikan masalah yang ada secara statistik atau dengan kata lain penyebab-penyebab (X) yang mempengaruhi hasil dari proses (perbaikan). X dihubungkan dengan proses (Perbaikan) melalui indikator yang menunjukkan ada atau tidaknya masalah berupa hasil perhitungan kapabilitas proses pada tiap jenis cacat yang ditemukan serta hasil *brainstroming* pada FMEA yang secara keseluruhan dirangkum dalam lampiran.

Tabel 4.9 Perbaikan dan Indikator Penghubungnya dengan X

No.	Proyek	Indikator	Masalah	X (Penyebab)
1.	Pelayanan	Perhitungan kapabilitas proyek	Waktu pelayanan ada yang melebihi batas waktu standar spesifikasi.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operator kurang fokus, sigap, terlatih dan kurang terampilnya dalam pengoperasian komputer.
2.	Kondisi pelayanan	PPM untuk cacat	Probabilitas terjadinya pelayanan yang tidak memenuhi standar 20550 per satu juta kali pelayanan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemampuan komputer yang kurang optimal perlu <i>maintenance</i> ▪ Kurangnya operator dalam penguasaan komputer, dan perlunya training ulang.

4.2.6.2. Mengidentifikasi Tujuan Proyek.

Visi dari pendekatan DMAIC pada *Six Sigma* adalah melakukan perbaikan secara kontinyu. Untuk mewujudkan visi tersebut maka ditetapkan misi-misi tertentu seperti melakukan perbaikan pada bagian yang lebih spesifik di perpustakaan atau mengatasi masalah yang menjadi penghambat terlaksananya perbaikan. Sebagian dari misi tersebut diidentifikasi sebagai tujuan yang ingin dicapai dalam proyek dijabarkan sebagai berikut:

1. Untuk proyek perbaikan pelayanan, tujuan yang ingin dicapai adalah memperbaiki dan meningkatkan kapabilitas *long term* (yang ditunjukkan oleh Cpk dan Zlt) sehingga proses terpusat pada target yang diinginkan.
2. Untuk proyek perbaikan yang lain tujuan yang ingin dicapai adalah meningkatkan kapabilitas proses *long term* (yang ditunjukkan oleh Cpk dan Zlt) untuk menurunkan PPM secara terus menerus untuk mendekati kondisi *zero defect* atau dengan kata lain mencapai 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*: cacat per sejuta kesempatan).

4.2.6.3. Mendefinisikan Metodologi Penelitian

Secara umum perbaikan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengendalikan X yang menjadi penyebab timbulnya masalah dan mempengaruhi hasil yang diperoleh yaitu perbaikan, sesuai dengan tujuan yang telah diidentifikasi. Pada bagian ini akan didefinisikan metodologi yang akan dilakukan untuk perbaikan sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan kapabilitas proses *long term* pada proyek perbaikan pelayanan, akan dilakukan perbaikan-perbaikan pada proses.
2. Untuk meningkatkan kapabilitas proses *long term* pada proyek perbaikan yang lain akan dilakukan pengendalian pada faktor-faktor yang berpengaruh pada hasil proses atau faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan.

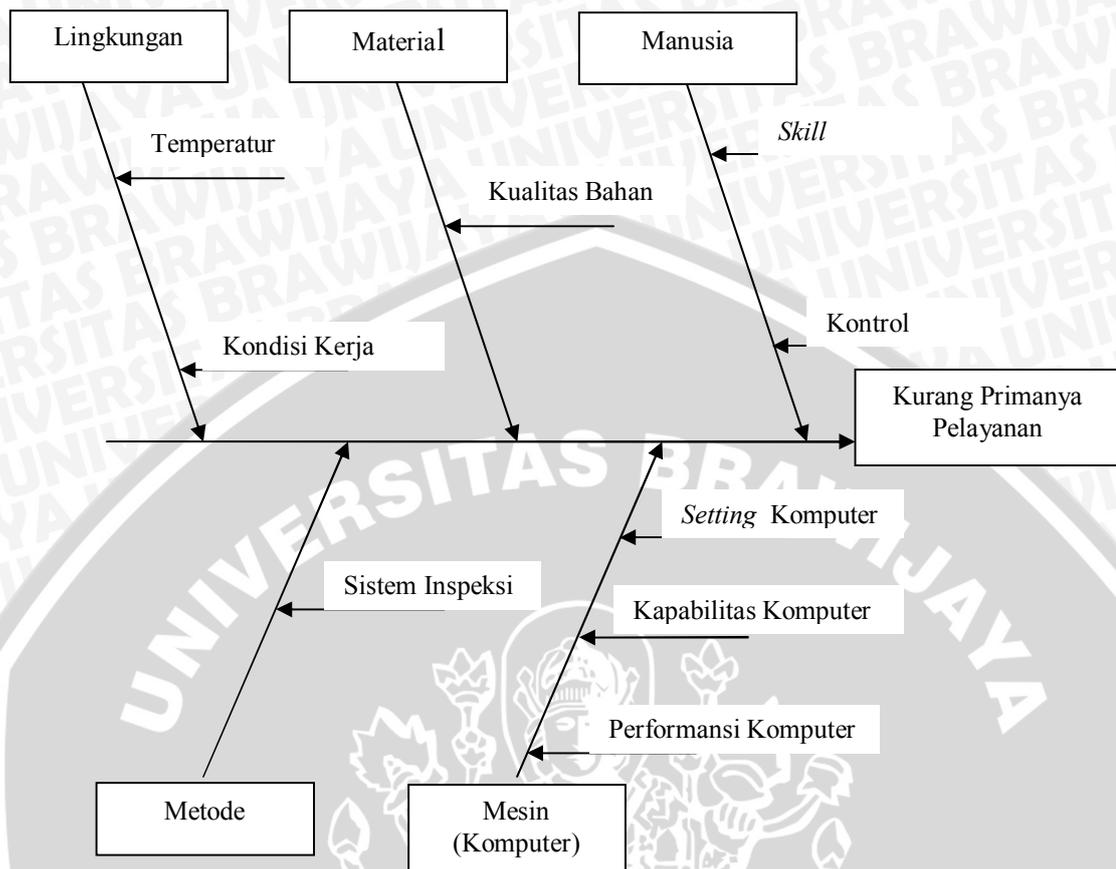
Karena penelitian ini adalah DMAIC yang pertama (siklus DMAIC yang pertama) maka tidak dapat dihindari bahwa beberapa perbaikan merupakan hal yang mendasar pada perpustakaan, seperti penempatan prosedur operasi, perbaikan inspeksi dan sebagainya.

4.3. Tahap *Analyze*

Ada tiga langkah utama yang dilakukan dalam tahap *analyze* yaitu memprioritaskan semua X, membuat daftar dari X yang vital dan mengkalkulasi reduksi cacatnya pelayanan yang diharapkan.

4.3.1. Memprioritaskan Semua X

Dari semua informasi yang dilakukan dalam tahap *define* dan *measure* dapat didefinisikan penyebab-penyebab (X) yang mempengaruhi variabilitas dari output atau timbulnya jeleknya pelayanan. Beberapa X tersebut digambarkan dalam sebuah diagram tulang ikan yang dapat dilihat pada gambar berikut (4.6)



Gambar. 4.6. Diagram *Cause and Effect*

Karena adanya keterbatasan dalam data yang didapat, maka dalam penelitian ini tidak dapat diketahui secara langsung bagaimana besar pengaruh X tersebut pada timbulnya cacat. Oleh karena itu, dilakukan prioritas terhadap jenis cacat yang ditemukan berdasarkan jumlah penemuan (frekuensi) untuk kemudian dihubungkan dengan penyebab timbulnya cacat tersebut sehingga nantinya akan diketahui X yang benar-benar berpengaruh (vital).

4.3.2. Membuat Daftar X yang Vital

Dari gambar 4.6 terdapat hal penting untuk dilakukan perbaikan dalam rangka peningkatan kapabilitas proses. Tetapi disini perlu diambil yang terpenting untuk dilakukan perbaikan, yaitu bagian manusia atau operator dan mesin atau komputer. Hal ini diambil karena mempunyai peranan yang terpenting dalam usaha perbaikan kapabilitas kualitas pelayanan.

Perbaikan pada bagian operator dilakukan karena operator disini banyak dan ada yang kurang profesional dalam menjalankan pelayanan, sehingga perlu dilakukan pelatihan lagi dalam pengoperasian alat, dalam hal ini komputer. Sedangkan untuk bagian komputer dilakukan perbaikan atau setting ulang karena semua proses pelayanan ini menggunakan komputer.

4.3.3. Mengkalkulasi Reduksi Cacat yang Diharapkan

Setelah ditemukan penyebab-penyebab terpenting (X vital) yang mempengaruhi timbulnya cacat pada bagian sebelumnya, pada bagian ini akan dibahas tentang target dari reduksi cacat yang diharapkan.

Sebagaimana tujuan penelitian yang telah ditetapkan pada bagian pendahuluan, pada tahapan ini akan ditetapkan juga sebuah tujuan yaitu untuk meningkatkan kapabilitas proses yang berakibat pada menurunnya variabilitas pelayanan (pelayanan jelek) hasil dari proses tersebut. Dalam *Six Sigma*, target yang diharapkan adalah mencapai $Cpk = 2$ atau $Zlt = 4,5$. Atau dengan kata lain kapabilitas proses dengan probabilitas terjadinya cacat sebesar 3,4 per satu juta pelayanan.

4.4. Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* ini akan dibahas tentang strategi perbaikan yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini akan terdapat batasan untuk melakukan eksperimen dan mengambil data secara langsung (data primer), oleh karena itu *tool* yang digunakan pada tahap *improve* ini adalah FMEA.

FMEA dilakukan dengan *brainstorming* bersama pihak perpustakaan atau dalam hal ini dengan bagian *product engineering* (PE) yang berkompeten dalam hal proses. Hal-hal yang dibahas dalam FMEA ini adalah mengenai penyebab kegagalan dan tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi atau mencegah kegagalan tersebut.

Karena penelitian merupakan proyek DMAIC pertama yang dilakukan pada proses ini, maka seperti disebutkan sebelumnya tidak dapat dihindari bahwa perbaikan yang dilakukan merupakan hal yang mendasar pada perpustakaan. Target

utama dalam proyek DMAIC pertama ini adalah menciptakan suatu sistem (proses) yang stabil dan tentunya dengan kapabilitas proses yang meningkat.

Pada bagian ini diuraikan tentang tindakan yang diambil khususnya pada penyebab-penyebab terpenting (X vital) berikut :

a. Kemampuan Operator (manusia)

Untuk penyebab ini, perpustakaan dituntut dapat memberikan pelatihan-pelatihan kepada setiap operator tentang penguasaan mesin, dalam hal ini komputer dan printer. Faktor *awareness* atau kesadaran manusia adalah penentu utama. *Awareness* ini dapat ditumbuhkan dengan penanaman kepedulian terhadap visi dan misi perpustakaan tentang peningkatan kualitas pelayanan serta keuntungan yang akan didapatkan secara individu jika hal itu dilaksanakan. Dari sisi luar, adanya petunjuk-petunjuk yang dipasang pada lingkungan proses pelayanan dapat memperkecil terjadinya peluang *human error*. Selain itu mekanisme *reward and punishment* yang konsisten dari atasan akan membantu dalam pengendalian faktor manusia ini. Selain itu dengan adanya pelatihan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan pekerja dan dapat menambah pengalaman dalam menjalankan mesin.

b. Mesin

Mesin yang digunakan dalam proses pelayanan disini adalah computer, printer yang sudah bekerja secara semi otomatis sehingga *setting* mesin dan perawatan menjadi sangat penting. Karena ini berjalan pada tingkat ketelitian yang tinggi dan menjadi salah satu penyebab pelayanan.

4.4.1 Data Variabel Setelah Tahap *Improve*

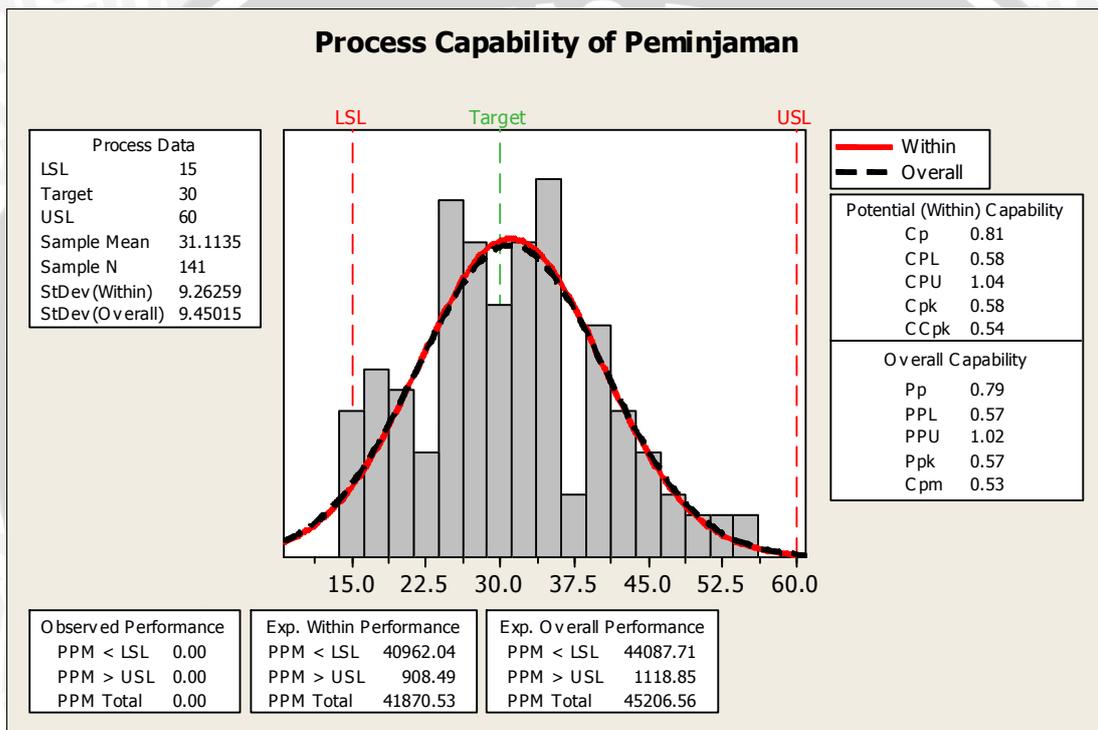
Dalam pengolahan data variabel digunakan bantuan *software* statistik yaitu Minitab. Dalam penelitian ini digunakan Minitab versi 15 (*for windows*), terutama dalam membuat gambar atau grafik. Pengolahan data yang dilakukan dengan Minitab antara lain untuk mendapatkan rata-rata dan standar deviasi pelayanan, membuat garis distribusi normal dari produk dan membandingkan rata-rata serta pemusatan data (proses) dengan batas spesifikasi (USL dan LSL) serta target yang ingin dicapai (*nominal standard*).

4.4.1.1 Pelayanan Peminjaman Buku

Tabel 4.10 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku

No.	Sub Group			Jumlah	Range	Mean
	I	II	III			
1	31	39	29	99	10	33,00
2	16	32	37	85	21	28,33
3	22	28	33	83	11	27,67
4	31	33	28	92	5	30,67
5	36	37	31	104	6	34,67
6	25	41	28	94	16	31,33
7	34	18	32	84	16	28,00
8	50	54	40	144	14	48,00
9	27	19	28	74	9	24,67
10	43	25	25	93	18	31,00
11	36	32	41	109	9	36,33
12	22	34	48	104	26	34,67
13	19	32	54	105	35	35,00
14	18	27	27	72	9	24,00
15	34	31	16	81	18	27,00
16	48	16	15	79	33	26,33
17	25	24	16	65	9	21,67
18	26	38	28	92	12	30,67
19	17	27	36	80	19	26,67
20	31	46	20	97	26	32,33
21	44	35	33	112	11	37,33
22	22	32	42	96	20	32,00
23	27	24	25	76	3	25,33
24	43	29	35	107	14	35,67
25	17	19	28	64	11	21,33
26	35	28	19	82	16	27,33
27	17	32	30	79	15	26,33
28	16	34	24	74	18	24,67
29	41	36	23	100	18	33,33
30	18	32	21	71	14	23,67
31	24	35	50	109	26	36,33
32	41	42	27	110	15	36,67
33	24	53	32	109	29	36,33
34	47	46	16	109	31	36,33
35	28	18	24	70	10	23,33
36	25	22	18	65	7	21,67
37	46	39	24	109	22	36,33
38	36	34	26	96	10	32,00
39	21	36	44	101	23	33,67
40	29	41	31	101	12	33,67

41	32	42	28	102	14	34,00
42	53	32	32	117	21	39,00
43	19	18	35	72	17	24,00
44	25	41	26	92	16	30,67
45	43	34	30	107	13	35,67
46	34	33	42	109	9	36,33
47	30	41	41	112	11	37,33
Sum	1428	1541	1418	4387	748	1462,33
Mean	30,38	32,79	30,17		15,91	31,11
Sd	10,25	8,83	9,13			
EXi2	48224	54115	46614	148953		



Gambar 4.7 Analisa kapabilitas waktu pelayanan peminjaman buku

Dari gambar 4.7 Terlihat bahwa proses dari pelayanan peminjaman buku di perpustakaan telah berada pada kondisi yang baik dan terpusat pada target yang diinginkan. Kapabilitas proses selanjutnya dihitung dengan menggunakan parameter-parameter berikut :

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Peminjaman Buku

Kapabilitas	Nilai
Cp	0,7936
Zst	2,3808
<i>Sigma</i>	3,81
DPMO	0,0125612
Cpk	0,8329
Zlt	2,4490
Zshift	0,1178

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan dari hasil perhitungan di atas, dapat dilakukan analisa pada kapabilitas proses yang menghasilkan pelayanan sebagai berikut:

1. Analisa terhadap kapabilitas proses *short term*.

Dari nilai Cp dan Zst dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *short term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah pelayanan jelek per satu juta pelayanan) pada proses pelayanan. Nilai PPM didapatkan dengan menyesuaikan nilai Cp dan Zst pada tabel PPM untuk kapabilitas proses *short term* (tabel 2.5), atau dengan menginterpolasi untuk mencari PPM yang sesuai apabila Cp, Zst dan PPM tidak langsung pada tabel. Untuk Cp = 0,7936 dan Zst = 2,3808 didapatkan nilai PPM = 14.970.

Nilai PPM = 14.970 menunjukkan bahwa probabilitas terjadi cacat pada proses *short term* adalah 14.970 atau dengan kata lain teknologi yang digunakan dalam proses ini sudah cukup baik. Dan bila dikonversikan ke dalam nilai *sigma* maka nilainya adalah 3,81.

2. Analisa terhadap kapabilitas proses *long term*.

Seperti pada kapabilitas proses *short term*, dengan cara melihat tabel 2.8 dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *long term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah

pelayanan cacat per satu juta kali pelayanan) pada proses *long term*. Untuk $Cpk = 0,8329$ dan $Zlt = 2,4490$ didapatkan nilai $PPM = 14.970$.

Nilai $PPM = 14.970$ menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *short term* adalah 14.970 per satu juta pelayanan yang dihasilkan. Bila kita tinjau lagi pada perbandingan pemusatan proses dengan LSL, USL dan target. Pada proses ini terlihat bahwa pelayanan telah terpusat pada target yang diinginkan sehingga proses sudah dapat dikatakan berjalan dengan baik dan hal ini harus dipertahankan agar proses pelayanan yang ada sekarang tidak menurun dalam artian performansi dari proses dapat terjaga.

3. Analisa terhadap *Z shift*

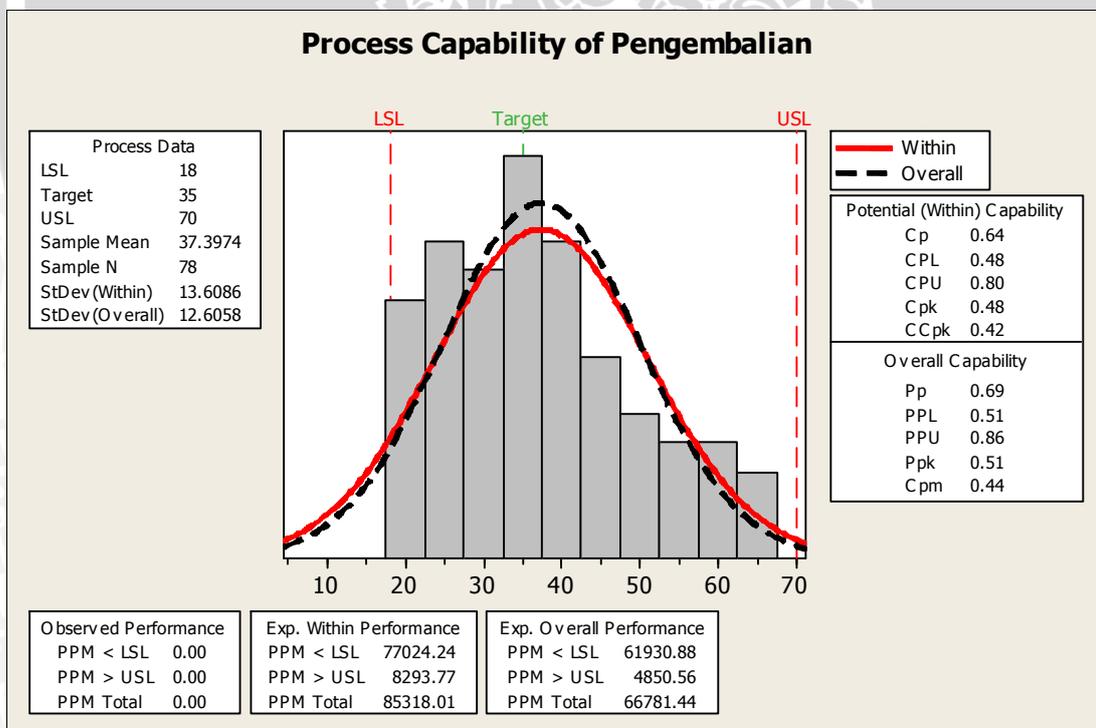
Nilai *Z shift* akan menginterpretasikan kemampuan proses untuk mengontrol teknologi. Dari perhitungan yang telah dilakukan nilai $Z shift = 0,1178$. Nilai ini bersama dengan nilai Zst kemudian diplot ke dalam grafik, seperti pada gambar 2.7, untuk melihat apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari teknologi kontrol yang dilakukan sesuai dengan perhitungan, maka didapatkan bahwa teknologi yang diterapkan sudah baik namun masih perlu peningkatan lagi dan kontrol yang dilakukan sudah sangat baik. Sehingga dalam proses yang terjadi baik kontrol maupun teknologi sudah baik, dan hal ini perlu dipertahankan untuk memperoleh hasil yang baik.

4.4.1.2 Pelayanan Pengembalian Buku

Tabel 4.12 Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku

No.	Sub Group			Jumlah	Range	Mean
	I	II	III			
1	22	23	55	100	33	33,33
2	18	29	22	69	11	23,00
3	24	31	49	104	25	34,67
4	37	65	50	152	28	50,67
5	41	31	36	108	10	36,00
6	27	58	25	110	33	36,67
7	33	32	65	130	33	43,33
8	34	67	43	144	33	48,00
9	35	21	45	101	24	33,67
10	47	19	35	101	28	33,67
11	18	32	57	107	39	35,67
12	26	34	59	119	33	39,67

13	26	45	40	111	19	37,00
14	40	18	37	95	22	31,67
15	24	32	46	102	22	34,00
16	53	54	24	131	30	43,67
17	23	42	51	116	28	38,67
18	41	37	19	97	22	32,33
19	26	29	36	91	10	30,33
20	30	42	52	124	22	41,33
21	41	28	26	95	15	31,67
22	21	34	38	93	17	31,00
23	51	62	46	159	16	53,00
24	60	33	43	136	27	45,33
25	32	41	39	112	9	37,33
26	35	37	38	110	3	36,67
Sum	865	976	1076	2917	592	972,333
Mean	33,27	37,54	41,38		22,77	37,40
Sd	11,11	13,69	11,88		9,27	6,78
EXI2	31861	41326	48058	121245		



Gambar 4.8 Analisa kapabilitas waktu pelayanan pengembalian buku

Dari gambar 4.8 Terlihat bahwa proses dari pelayanan pengembalian buku di perpustakaan telah berada pada kondisi yang baik dan terpusat pada target yang

diinginkan. Kapabilitas proses selanjutnya dihitung dengan menggunakan parameter-parameter berikut :

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses Waktu Pelayanan Pengembalian Buku

Kapabilitas	Nilai
Cp	0,6875
Zst	2,0625
<i>Sigma</i>	3,56
DPMO	0,0206855
Cpk	0,7509
Zlt	2,2527
Zshift	0,1902

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan dari hasil perhitungan di atas, dapat dilakukan analisa pada kapabilitas proses yang menghasilkan pelayanan sebagai berikut:

4. Analisa terhadap kapabilitas proses *short term*.

Dari nilai Cp dan Zst dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *short term* yang menunjukkan probabilitas terjadinya cacat per satu juta kesempatan (jumlah pelayanan jelek per satu juta pelayanan) pada proses pelayanan. Nilai PPM didapatkan dengan menyesuaikan nilai Cp dan Zst pada tabel PPM untuk kapabilitas proses short term (tabel 2.5), atau dengan menginterpolasi untuk mencari PPM yang sesuai apabila Cp, Zst dan PPM tidak langsung pada tabel. Untuk Cp = 0,6875 dan Zst = 2,0625 didapatkan nilai PPM = 21.171.

Nilai PPM = 21.171 menunjukkan bahwa probabilitas terjadi cacat pada proses *short term* adalah 21.171 atau dengan kata lain teknologi yang digunakan dalam proses ini sudah cukup baik. Dan bila dikonversikan ke dalam nilai *Sigma* maka nilainya adalah 3,56.

5. Analisa terhadap kapabilitas proses *long term*.

Seperti pada kapabilitas proses short term, dengan cara melihat tabel 2.6 dapat dicari nilai PPM untuk kapabilitas proses *long term* yang

menunjukkan probabilitas terjadinya cacat pelayanan per satu juta kesempatan (jumlah produkelayanan cacat per satu juta kali pelayanan yang dilakukan) pada proses *long term*. Untuk $C_{pk} = 0,7509$ dan $Z_{lt} = 2,2527$ didapatkan nilai PPM = 21.171.

Nilai PPM = 21.171 menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya cacat pada proses *short term* adalah 21.171 per satu juta produk pelayanan yang dihasilkan. Bila kita tinjau lagi pada perbandingan pemusatan proses dengan LSL, USL dan target. Pada proses ini terlihat bahwa produksi telah terpusat pada target yang diinginkan sehingga proses sudah dapat dikatakan berjalan dengan baik dan hal ini harus dipertahankan agar proses pelayanan yang ada sekarang tidak menurun dalam artian performansi dari proses dapat terjaga.

6. Analisa terhadap *Z shift*

Nilai *Z shift* akan menginterpretasikan kemampuan proses untuk mengontrol teknologi. Dari perhitungan yang telah dilakukan nilai *Z shift* = 0,1902. Nilai ini bersama dengan nilai Z_{st} kemudian diplot ke dalam grafik, seperti pada gambar 2.5, untuk melihat apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari teknologi kontrol yang dilakukan sesuai dengan perhitungan, maka didapatkan bahwa teknologi yang diterapkan sudah baik namun masih perlu peningkatan lagi dan kontrol yang dilakukan sudah sangat baik. Sehingga dalam proses yang terjadi baik kontrol maupun teknologi sudah baik, dan hal ini perlu dipertahankan untuk memperoleh hasil yang baik.

4.4.2 Data Atribut

Dalam pengolahan data diskrit, parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kapabilitas proses adalah *Defect per Opportunity* (DPO), nilai *Z long term* (Z_{lt}) dan indeks kapabilitas proses (C_{pk}). Nilai masing-masing parameter tersebut diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.14 Perhitungan Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui		Cacat penyebab produk reject
2	Berapa unit produksi yang diperiksa	U	219
3	Berapa unit produksi yang salah/cacat	D	5
4	Hitung tingkat kegagalan (kesalahan) berdasarkan langkah 3	$\frac{d}{u}$	0,02283
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan kesalahan	= banyak karakteristik CTQ	2
6	Hitung peluang tingkat kegagalan (kesalahan) per karakteristik CTQ	= (langkah4)/ (langkah 5)	0,011415
7	Hitung kemungkinan gagal (kesalahan) per satu juta kesempatan (DPMO)	= (langkah 6) x 1000.000	11415
8	Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma (lampiran C)		3,55
9	Buat kesimpulan		Kapabilitas <i>Sigma</i> 3,55

Sumber: Pengolahan data

1. *Defect per million opportunity* (DPMO)

Dihasilkan tingkat kegagalan sebesar 0,02283. Kemudian dihitung DPMO dan dihasilkan DPMO sebesar 0,011415.

2. Nilai *Z long term* (Zlt)

Nilai Zlt dihitung dari tabel indeks kapabilitas proses *long term* (tabel 2.6) dengan menggunakan nilai DPMO, maka didapat nilai Zlt sebesar 2,45.

3. Indeks kapabilitas proses (Cpk)

Cpk dapat dihitung dari tabel indeks kapabilitas proses *long term* (tabel 2.6) dengan memperhatikan nilai DPO dan Zlt, maka nilai Cpk adalah 0,8136.

4.5 Tahap Kontrol

Jika tahap *measure* dapat disebut sebagai sebuah pondasi dari sebuah proyek *Six Sigma* maka tahap kontrol adalah tahap yang terpenting karena perbaikan ulang terhadap proses tidak diinginkan dan keuntungan dari perbaikan yang terus-menerus harus didapatkan. Dan tujuan dari tahap ini adalah agar proses yang telah mengalami proses *improve* tidak kembali pada proses sebelumnya, karena tujuan dari proyek *Six Sigma* itu sendiri harus berlangsung terus-menerus dan tidak kembali pada proses tingkat sebelumnya, dalam artian peningkatan kualitas harus terus berlangsung dan terus terjadi peningkatan dalam proses kontrol. Oleh karena itu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

4.5.1. Mempertanggung Solusi

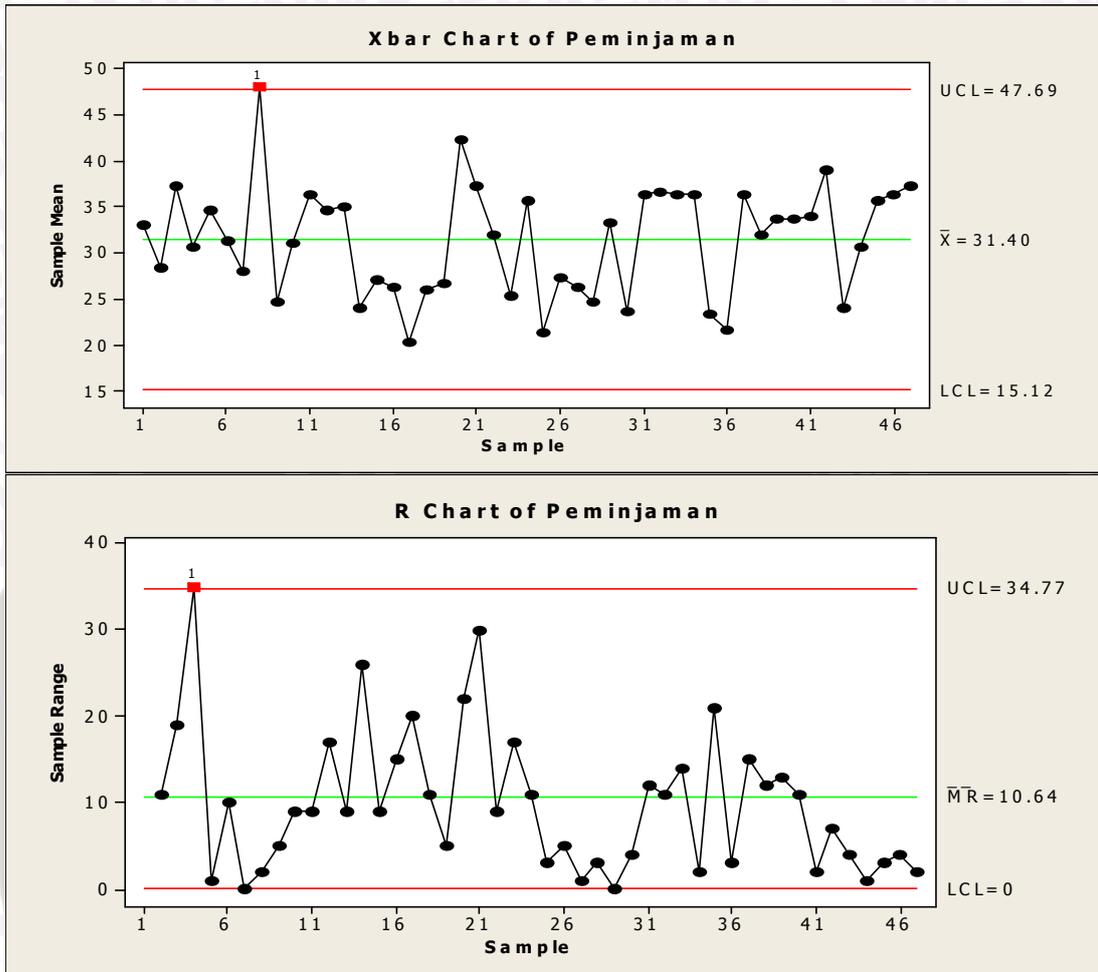
Pada bagian ini akan dikembangkan suatu rencana pengendalian (*control plan*) terhadap proses. Dalam pengendalian yang dilakukan akan digunakan *tool* statistik berupa *Statistical Process Chart* (SPC) yang jenisnya tergantung pada jenis data dan kondisi yang ada.

4.5.1.1. Pembuatan *Statistical Process Chart* (SPC)

Untuk pengendalian data variabel yaitu Waktu pelayanan SPC yang digunakan adalah I-M bar *chart*.

I-bar dan M-bar *chart* sebaiknya dibuat dalam jangka pendek supaya kondisi terkini dari proses dapat diketahui dan tindakan perbaikan atau pencegahan dapat segera dilakukan. Oleh karena itu pada pengendalian ini diambil dua data proses pelayanan dalam setiap pengambilannya.

4.5.1.1.1 Data Waktu Pelayanan Peminjaman Buku



Gambar Xbar-R *chart* proses pelayanan peminjaman buku

1. Analisa X-bar *chart*.

Pola yang terbentuk pada X-bar *chart* naik turun dan tanpa dapat diprediksi, akan tetapi cenderung berada pada sekitar garis tengah (rata-rata), ada satu titik yang keluar dari batas kontrol tetapi dapat dikatakan bahwa variasi hanya mengacu pada variasi acak. Jika perbaikan menunjukkan pengaruh yang berarti maka variasi dapat berkurang dan nantinya proses yang terjadi cenderung mendekati nilai rata-rata dan stabil.

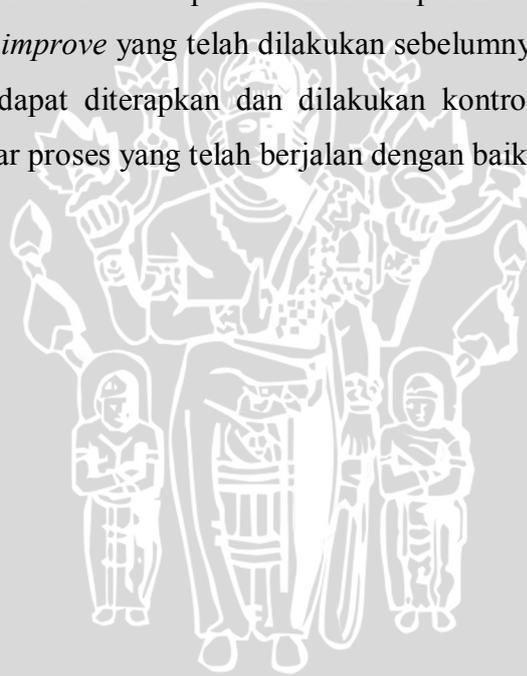
Dalam hal ini X-bar *chart* perlu di *update* terus menerus tiap terjadi perbaikan proses untuk mengetahui perubahan yang dihasilkan dari perbaikan yang telah dilakukan.

Setelah variasi dapat direduksi dan pelayanan sudah seragam yang ditandai semua titik yang ada berada pada posisi stabil berdekatan dengan nilai rata-rata, maka proses bisa dipresisikan menuju target yang diinginkan supaya tercapai *Six Sigma*.

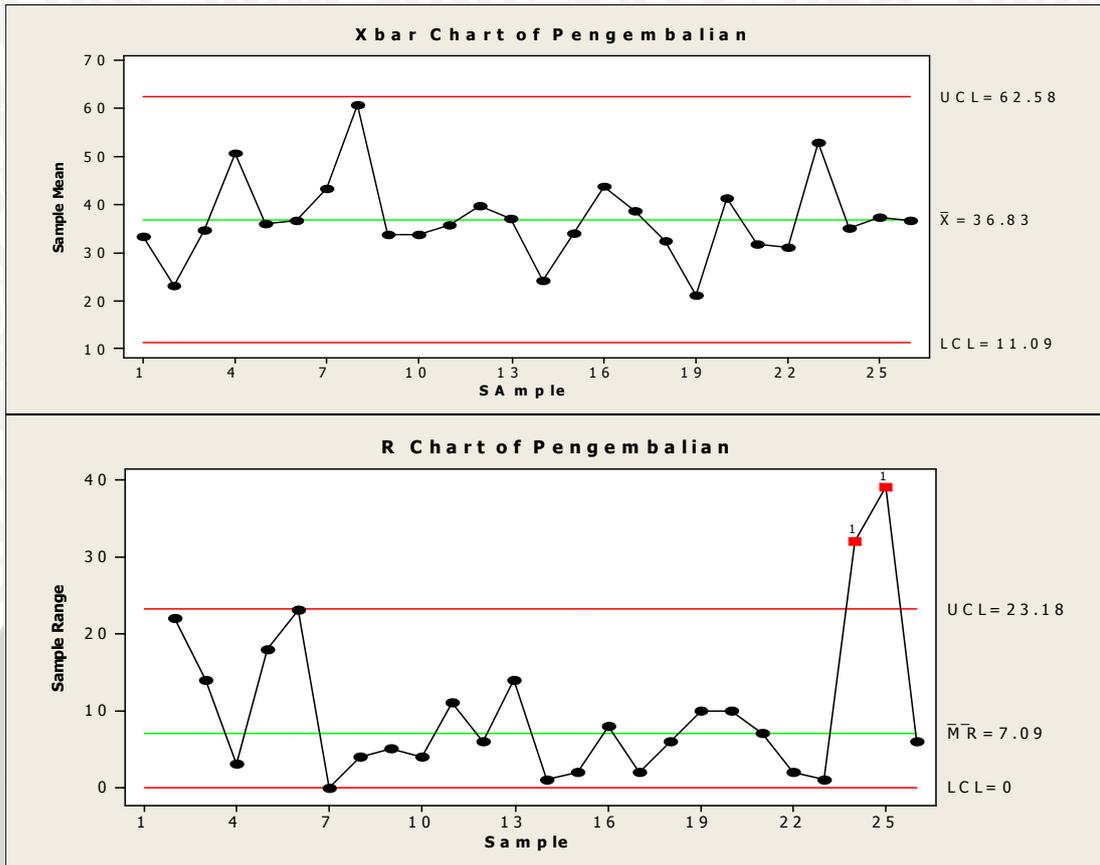
2. Analisa R-bar *chart*.

Pada umumnya pola yang ada cukup stabil, ada satu titik yang keluar dari batas control, dan ada kejadian titik yang menyimpang dari titik yang lain namun masih dalam batas kontrol, salah satu penyebab hal ini pergantian operator, penyetingan ulang dari komputer. Tapi hal ini tidak berlangsung lama atau hanya sementara, karena setelah itu proses kembali normal.

Sehingga dari analisa di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa proses cukup stabil sehingga hasil tahap *improve* yang telah dilakukan sebelumnya dapat diterapkan dan dilakukan sebelum dapat diterapkan dan dilakukan kontrol yang ketat pada tahap-tahap pelayanan agar proses yang telah berjalan dengan baik dapat bertahan.



4.5.1.1.2 Data Waktu Pelayanan Pengembalian Buku



Gambar Xbar-R chart proses pelayanan pengembalian buku

3. Analisa X-bar chart.

Pola yang terbentuk pada X-bar chart naik turun dan tanpa dapat diprediksi, akan tetapi cenderung berada pada sekitar garis tengah (rata-rata), ada cuma satu titik yang keluar dari batas kontrol sehingga dapat dikatakan bahwa variasi hanya mengacu pada variasi acak. Jika perbaikan menunjukkan pengaruh yang berarti maka variasi dapat berkurang dan nantinya proses yang terjadi cenderung mendekati nilai rata-rata dan stabil.

Dalam hal ini X-bar chart perlu di update terus menerus tiap terjadi perbaikan proses untuk mengetahui perubahan yang dihasilkan dari perbaikan yang telah dilakukan.

Setelah variasi dapat direduksi dan pelayanan sudah seragam yang ditandai semua titik yang ada berada pada posisi stabil berdekatan dengan nilai rata-rata, maka proses bisa dipresisikan menuju target yang diinginkan supaya tercapai Six Sigma.

4. Analisa R-bar *chart*.

Pada umumnya pola yang ada cukup stabil, ada yang keluar dari batas control dan ada kejadian titik yang menyimpang dari titik yang lain namun masih dalam batas kontrol, salah satu penyebab hal ini pergantian operator, penyetingan ulang dari komputer. Tapi hal ini tidak berlangsung lama atau hanya sementara, karena setelah itu proses kembali normal.

Sehingga dari analisa di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa proses cukup stabil sehingga hasil tahap *improve* yang telah dilakukan sebelumnya dapat diterapkan dan dilakukan sebelum dapat diterapkan dan dilakukan kontrol yang ketat pada tahap-tahap pelayanan agar proses yang telah berjalan dengan baik dapat bertahan.

4.5.1.2. Validasi Perhitungan Kapabilitas Proses

Setelah tindakan-tindakan perbaikan dilakukan, maka perlu dilakukan validasi perhitungan kapabilitas proses. Perhitungan ulang terhadap kapabilitas proses juga dapat mempertanggung jawabkan sistem kontrol yang telah dilakukan dengan SPC (*Statistical Process Control*).

Cara yang digunakan sama seperti yang dilakukan pada tahap *measure*, akan tetapi disini digunakan data yang lebih baru (menyertakan data dengan tanggal setelah perbaikan dilakukan) dengan periode pengambilan data yang sama, setelah itu dibuat tabel perbandingan antara sebelum dan sesudah *improve*.

4.5.2. Pendokumentasian Proyek

Pada bagian ini akan dibahas tentang pendokumentasian dari proyek DMAIC *Six Sigma* siklus pertama yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Pendokumentasian yang dilakukan adalah dengan merangkum hasil atau *output* yang didapatkan dari proyek sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil dari Tiap Langkah Dalam Proyek DMAIC

Tahap	Langkah	Penjelasan	Output	
<i>Define</i>	1	Mengidentifikasi CTQ proyek	CTQ Proyek	
	2	Mengembangkan Tim (<i>Approved Charter</i>)	a. Tim <i>Six Sigma</i> b. <i>Charter</i> spesifikasi	
<i>Measure</i>	3	Proyek perbaikan	Proyek perbaikan beserta prioritasnya FMEA	
	4	Standar preformansi untuk proyek perbaikan	Standar performansi proyek perbaikan, unit, dan cacat	
	5	Merencanakan pengumpulan data proyek dan sistem pengukuran yang tervalidasi	Rencana pengumpulan data proyek dan sistem pengukuran	
	6	Data untuk proyek perbaikan	Data untuk proyek perbaikan dan X potensial	
	7	Menyusun tujuan perbaikan	a. Masalah statistic b. Tujuan proyek c. Metodologi perbaikan	
	<i>Analyze</i>	8	Memprioritasi semua X	
			Mendaftar beberapa X yang vital	X vital dan prioritasnya
<i>Improve</i>	9	Pengajuan solusi	Strategi perbaikan	
		Merancang tujuan perbaikan	a. Rencana percobaan solusi b. Analisa hasil penetapan solusi	
<i>Control</i>	10	Mempertanggung solusi	a. Rencana control b. Implementasi solusi	
	11	Pendokumentasian proyek	Dokumentasi proyek	
	12	Peluang translasi	Peluang translasi proyek lain	

4.5.3. Peluang Translasi

Sebuah proyek *Six Sigma* selalu mempunyai kemungkinan untuk dilakukan translasi atau penerapan pada proses lain yang sesuai. Syaratnya proses harus mempunyai kemiripan dengan proses yang telah dijalankan. Proses lain yang mungkin dilakukan translasi adalah:

- Proses pelayanan yang berbeda

Untuk proses pelayanan yang berbeda dengan objek penelitian ini dapat dilakukan translasi secara langsung dan keseluruhan. Hal ini mungkin dilakukan karena proses pelayanan yang berbeda mempunyai proses yang sama persis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini dan akan diberikan sarana yang akan berguna bagi penelitian lebih lanjut.

5.1 Kesimpulan

Secara umum, dari penelitian ini disimpulkan bahwa proses di Perpustakaan Pusat Universitas Brawijaya telah memenuhi standar performansi (spesifikasi) yang ditetapkan dan kemampuan kontrol proses dan teknologi sudah baik. Akan tetapi untuk mencapai kondisi *minimum defect*, berbagai perbaikan masih perlu dilakukan baik pada kemampuan kontrol maupun kemampuan teknologi yang digunakan.

Secara khusus, kesimpulan dalam penelitian ini mengacu pada hasil yang dicapai dalam rangka memenuhi tujuan dari penelitian ini, yaitu antara lain :

1. Tahap *Define*

Dalam tahap *Define* telah kita dapatkan beberapa landasan penting dalam proses untuk menjalankan proyek *Six Sigma* ini, antara lain :

- Mendefinisikan Peta Proses
Disini digambarkan proses pelayanan, untuk menganalisa proses yang menyebabkan terjadinya jeleknya pelayanan.
- Identifikasi CTQ Proyek dan Proyek Y dari *Voice of Customer*
Dalam tahap identifikasi ini dilakukan analisa terhadap kebutuhan konsumen terhadap pelayanan, sehingga semua permintaan konsumen dapat dipenuhi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
- Mengembangkan Tim dan Anggaran Dasar (*Charter*) untuk spesifikasi
Dalam suatu proyek diperlukan suatu tim yang bertanggungjawab penuh dalam pelaksanaan proyek tersebut begitu juga dengan proyek *Six Sigma* ini. Sehingga dibentuk suatu tim yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek.
- Spesifikasi Dasar (*Charter*) untuk Spesifikasi

Charter untuk spesifikasi merupakan suatu pedoman dasar tentang spesifikasi pelayanan sesuai dengan pesanan. *Charter* ini berupa spesifikasi yang telah disepakati *Charter* dengan bagian *Customer service development*. Yang tercantum dalam *Charter* terutama adalah hal-hal yang berkaitan dengan spesifikasi yang diinginkan pada CTQ untuk proyek perbaikan.

2. Tahap *Measure*

▪ Standar Performansi Untuk Proyek Perbaikan

Standar performansi untuk proyek perbaikan didapatkan atau dirangkum dari *Charter* spesifikasi yang telah dikembangkan pada bagian terdahulu.

▪ Pelayanan Peminjaman Buku

Dari proyek terdahulu didapatkan data-data yang dibutuhkan untuk analisa kapabilitas proses pelayanan. Diantaranya adalah data waktu pelayanan peminjaman buku, dan dari perhitungan yang dilakukan didapatkan nilai *sigma* yang didapatkan adalah 3,76 *sigma* dengan artian bahwa peluang cacat yang mungkin terjadi adalah 17.138 cacat per satu juta kesempatan.

▪ Pelayanan Pengembalian Buku

Dari proyek terdahulu didapatkan data-data yang dibutuhkan untuk analisa kapabilitas proses pelayanan. Diantaranya adalah data waktu pelayanan peminjaman buku, dan dari perhitungan yang dilakukan didapatkan nilai *sigma* yang didapatkan adalah 3,44 *sigma* dengan artian bahwa peluang cacat yang mungkin terjadi adalah 35.588 cacat per satu juta kesempatan.

3. Tahap *Analyze*

▪ Memprioritaskan Semua X

Dari semua informasi yang dilakukan dalam tahap *define* dan *measure* dapat didefinisikan penyebab-penyebab (X) yang mempengaruhi variabilitas dari *Output* atau timbulnya pelayanan yang jelek.

▪ Membuat Daftar X yang vital

Dari penyebab kurang primanya pelayanan maka didapatkan beberapa X yang vital dan paling berpengaruh terhadap buruknya pelayanan.

▪ Mengkalkulasi Reduksi Cacat yang diharapkan

4. Tahap Improve

- Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variabilitas output adalah:
 - Kemampuan *operator*
 - Mesin
- Data setelah tahap *improve*

Setelah perbaikan dalam tahap *improve* kemudian diambil data untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan mampu mencapai tujuan yang diinginkan atau tidak. Data-data tersebut meliputi:

- Pelayanan Peminjaman Buku

Setelah proses *improve* dilakukan terdapat peningkatan pada tingkat *sigma* yang didapatkan yaitu pada tingkat 3,81 atau 14.970 cacat per satu juta kesempatan. Hal ini terjadi peningkatan nilai *sigma* bila dibandingkan dengan proses sebelumnya sebesar 3,76 *sigma* atau 17.138 cacat per satu juta kesempatan.

- Pelayanan Pengembalian Buku

Setelah proses *improve* dilakukan terdapat peningkatan pada tingkat *sigma* yang didapatkan yaitu pada tingkat 3,56 atau 21.171 cacat per satu juta kesempatan. Hal ini terjadi peningkatan nilai *sigma* bila dibandingkan dengan proses sebelumnya sebesar 3,44 *sigma* atau 35.588 cacat per satu juta kesempatan.

5. Tahap Control

- Pembuatan *Statistical Process Chart* (SPC)

Sistem kontrol yang digunakan disini adalah dengan menggunakan *statistical tools SPC*. Dan untuk data-data yang didapatkan dari perusahaan diolah menggunakan X-bar dan R-bar *chart*, yang mana sudah ditetapkan oleh perusahaan. Dari hasil perhitungan didapatkan data-data sebagai berikut:

- Waktu lama Pelayanan Peminjaman Buku

Tabel 5.1. Hasil perhitungan untuk X-bar dan R-bar *chart* Waktu Lama Pelayanan Peminjaman Buku

	X	R
Rata-rata	31,11	9,46
UCL	46,43	30,91
LCL	15,79	0

Sumber: Pengolahan data

- Waktu lama Pelayanan Pengembalian Buku

Tabel 5.2. Hasil perhitungan untuk X-bar dan R-bar *chart* Waktu lama Pelayanan Pengembalian Buku

	X	R
Rata-rata	37,40	8,28
UCL	56,33	27,04
LCL	18,46	0

Sumber: Pengolahan data

Dari semua hasil perhitungan yang didapatkan tidak terdapat proses yang menyimpang dari batas kontrol spesifikasi yang telah ditetapkan. Sehingga hal ini dapat diartikan bahwa proses setelah tahap *improve* telah dapat berjalan stabil. Akan tetapi hal ini masih perlu untuk dikontrol secara terus-menerus sehingga dapat dilakukan proses perbaikan dengan siklus DMAIC kembali untuk tingkat perbaikan selanjutnya.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada bagian ini ditujukan untuk penelitian lebih lanjut yang lebih baik, antara lain:

- Pada penelitian ini karena adanya berbagai keterbatasan, maka tidak dilakukan perhitungan terhadap biaya berkenaan dengan perbaikan yang dilakukan maupun keuntungan yang didapatkan bila proyek ini berhasil. Oleh karena itu disarankan untuk menyertakan pula faktor biaya dari proyek *Six Sigma*.

- Proyek *Six Sigma* ini sangat mungkin untuk diterapkan pada proses pelayanan yang lain, dan merupakan keuntungan apabila proyek yang dijalankan berjalan dengan baik.
- *Six Sigma* merupakan suatu metode yang bisa dijadikan mata kuliah pilihan pada konsentrasi industri.



DAFTAR PUSTAKA

- Dale H., Besterfield, *Quality Control*. New Jersey: Prentice – Hall International, Inc, 1994.
- Gaspersz, Vincent. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA dan HACCP*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- Hayler, Nichols. *What is Six Sigma Process Management?*, New York: McGraw Hill, 2005.
- Montgomery, Douglas C. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistic*, Yogyakarta: Gajah Mada University press 1990.
- Pande, Peter S., Larry Holpp. *What is Six Sigma?* New York: McGraw Hill, 2002.
- Pande, Peter S., Larry Holpp, *Berfikir Cepat Six Sigma*, Yogyakarta: Andi, 2003.
- Pande, Peter S., Neuman, Robert P, and Cavanagh, Roland R. *The Six Sigma Way Team Fieldbook: An Implementation Guide for Process Improvement Teams*. New York: McGraw Hill, 2002.
- Pande, Peter S., Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh. *The Six Sigma Way – Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: Andi, 2000.
- Pyzdek, Thomas. *The Six Sigma Hand Book*, Jakarta: Salemba Empat, 2002.
- Spiegel, Murray R. *Theory and Problems of Statistic 2nd Rev. Edition S.1. Edition – (Schaum's Outline Series)*. Singapore: McGraw Hill, 1992.