



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI DAN PERBAIKAN MASALAH
KOPLING TERBAKAR PADA SEPEDA MOTOR
TIPE MANUAL KOPLING DENGAN MENGGUNAKAN
METODE SIX SIGMA**

SKRIPSI

**ARIEF RACHMAN HAKIM
0606043982**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI DAN PERBAIKAN MASALAH
KOPLING TERBAKAR PADA SEPEDA MOTOR
TIPE MANUAL KOPLING DENGAN MENGGUNAKAN
METODE SIX SIGMA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ARIEF RACHMAN HAKIM
0606043982**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Arief Rachman Hakim

NPM : 0606043982

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Arief Rachman Hakim
NPM : 0606043982
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Identifikasi dan Perbaikan Masalah Kopling Terbakar pada Sepeda Motor Tipe Manual Kopling dengan Menggunakan Metode Six Sigma.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir. T.Yuri M.Z., MEngSc (.....)
Penguji : Ir. M. Dachyar, MSc (.....)
Penguji : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT (.....)
Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 24 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nyalah penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis telah berusaha untuk menyelesaikan skripsi ini dengan semaksimal mungkin dan atas bantuan berbagai pihak, sehingga bisa terselesaikan sesuai dengan rencana. Akhirnya atas terselesaikannya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. T.Yuri M. Zagloel, MengSc. selaku ketua jurusan Teknik Industri dan dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Seluruh anggota keluarga dan kerabat penulis yang telah memberikan dukungan moral dan doa;
3. Rekan-rekan kerja di Divisi Procurement Engineering, Divisi Quality Technology dan Departement Market Quality Claim PT. Astra Honda Motor yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan akses data seluas-luasnya yang penulis perlukan;
4. Rekan-rekan mahasiswa teknik industri program ekstensi kelas Salemba angkatan 2006 yang selalu bekerja sama dan berdiskusi dengan penulis dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Dan semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga semua amal kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dibalas oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki keterbatasan. Namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Jakarta, Desember 2008

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arief Rachman Hakim
NPM : 0606043982
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Identifikasi dan Perbaikan Masalah Kopling Terbakar pada Sepeda Motor Tipe Manual Kopling dengan Menggunakan Metode Six Sigma

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 24 Desember 2008
Yang menyatakan

(Arief Rachman Hakim)

ABSTRAK

Nama : Arief Rachman Hakim
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Identifikasi dan Perbaikan Masalah Kopling Terbakar pada Sepeda Motor Tipe Manual Kopling dengan Menggunakan Metode Six Sigma.

Skripsi ini bertujuan untuk mendapatkan solusi dan alternatif perbaikan masalah keluhan konsumen kopling terbakar yang terjadi pada sepeda motor tipe manual kopling yang berdampak pada akselerasi mesin menjadi kurang, susah melakukan perpindahan gigi, dan suara mesin berisik.

Metode yang digunakan digunakan adalah *Six Sigma* yang terdiri dari tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC).

Aktivitas yang dilakukan pada tahap *define* adalah identifikasi masalah, menentukan *Critical To Quality* (CTQ), *Logic Tree Diagram*, SIPOC diagram.

Tahap *measure* melakukan pemetaan proses, pengukuran terhadap kemampuan proses (Cp). Tahap *analyze* melakukan analisa terhadap kemungkinan-kemungkinan yang menyebabkan masalah dengan diagram tulang ikan (sebab-akibat), *Failure Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA). Tahap *improve* melakukan perbaikan dari hasil-hasil analisa penyebab masalah. Tahap *control* melakukan monitoring terhadap perbaikan-perbaikan yang telah dilakukan, dengan menggunakan *Statistical Process Control* (SPC).

Dari tahapan perbaikan diatas didapatkan faktor yang mempengaruhi terjadinya kopling terbakar adalah *working load spring clutch* lemah, jarak pengarah *rod clutch lifter* pada *Cover R Crank Case* menyimpang dan jarak *dudukan Lever Comp, Clutch* pada *Cover R Crank Case* menyimpang.

Berdasarkan tahap perbaikan yang dilakukan, metode six sigma sangat efektif dalam menyelesaikan masalah keluhan konsumen diatas ini diidentifikasi dengan naiknya nilai indeks kemampuan proses (Cp), menurunnya angka kegagalan proses dalam *Part Per Million* (PPM) dan naiknya nilai sigma level.

Kata kunci :

Kopling, *Cover R Crank Case*, *Six Sigma*, *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC).

ABSTRACT

Name : Arief Rachman Hakim
Study Program : Industrial Engineering
Title : Problem Identification and Corrective Action on Burned Clutch of Manual Clutch Type Motorcycle Using Six Sigma Method.

The purpose of this final project is to get the solution and the alternative corrective actions on market quality claim's burned clutch which occurs to the manual clutch type motorcycle. It has negative effects on engine acceleration decline, difficulty in changing gear position, and higher level of engine noise.

The method used in analyzing and solving the problem is Six Sigma, which includes the phases of Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC).

The activities on Define phase are problem identification, Critical to Quality decision making, Logic Tree Diagram and SIPOC Diagram formulation. The next step is Measure phase, which involves the activities of process mapping and Capability Process Index (Cp) measurement. The third step is Analyze phase. The activities done on this step are potential problem analysis using Fishbone diagram (cause and effect diagram), Failure Tree Analysis (FTA) and Failure Mode Effect and Analysis (FMEA). The phase is followed by Improve phase, including the activities of corrective action execution on the basis of potential problem analysis done on prior step. The final step is Activity Control phase; that is performing the monitoring action to the improvement outcome, using Statistical Process Control (SPC).

The conclusion obtained from doing those former activities is that the factors causing the burned clutch problem are as follows (1) the lack of spring clutch's working load, (2) the inappropriate distance between rod clutch lifter's hole's position to the surface of Cover R Crank Case, and (3) the inappropriate distance between Bracket Lever Comp, Clutch position to the surface of Cover R Crank Case.

Due to the completion of problem identification and corrective action, it can be concluded that six sigma method is very effective on problem solving, especially on the case of market quality claim's burned clutch. It is indicated by the increase of capability index value (Cp), the decrease of defect process index value in parts per million (PPM) and the increase of sigma level value.

Key Word :

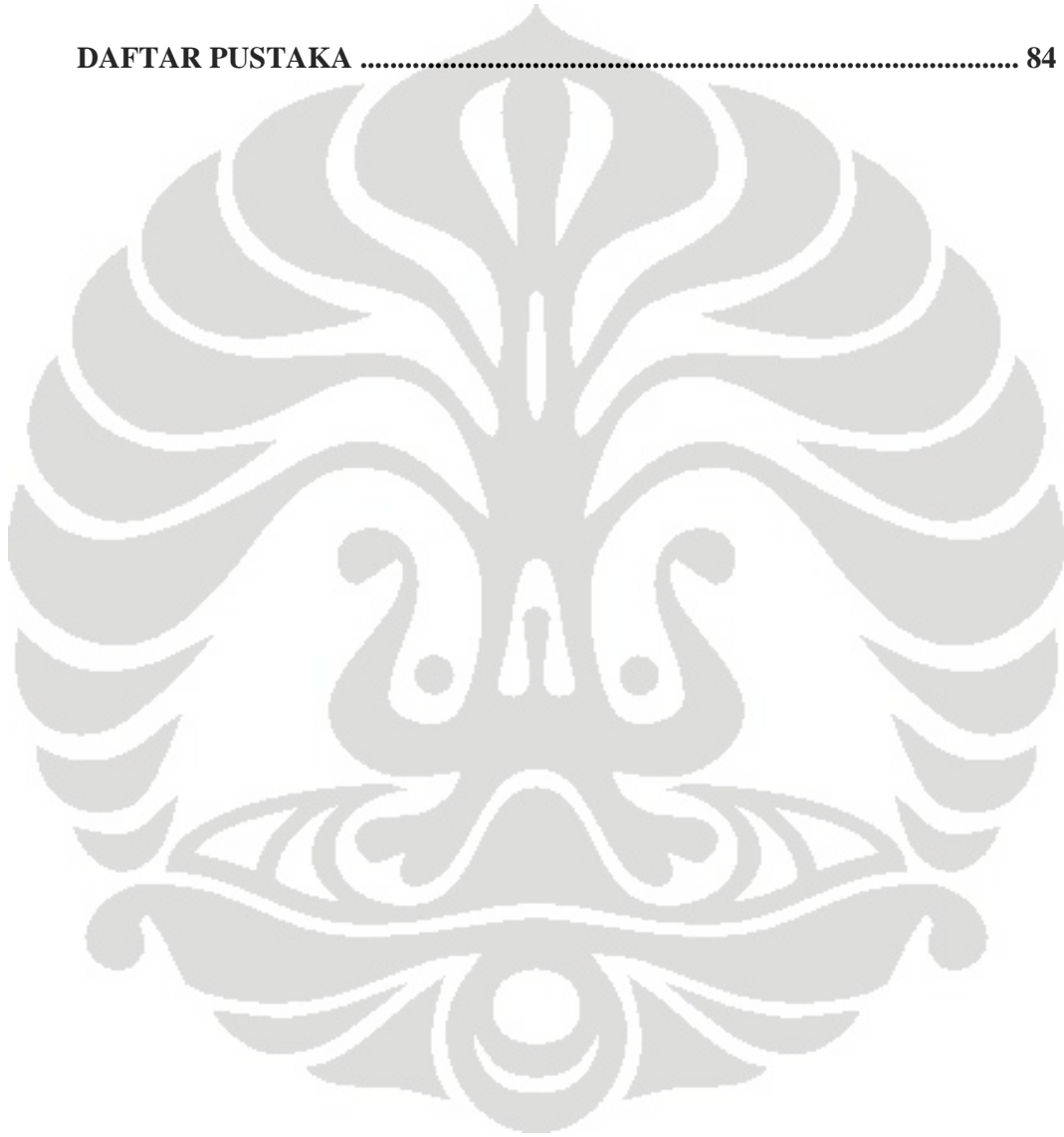
Burned Clutch, Cover R Crank Case, Six Sigma, Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH	3
1.3 PERUMUSAN MASALAH	6
1.4 TUJUAN PENELITIAN	6
1.5 MANFAAT PENELITIAN	6
1.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN	7
1.7 METODOLOGI PENELITIAN	7
1.7.1 Studi Kepustakaan	8
1.7.2 Studi Lapangan	8
1.8 SISTEMATIKA PENULISAN	10
BAB 2 LANDASAN TEORI	11
2.1 PENGERTIAN SIX SIGMA	11
2.2 KONSEP DAN SEJARAH SIX SIGMA	11
2.3 MANFAAT DAN KEUNGGULAN <i>SIX SIGMA</i>	13
2.4 TAHAPAN DMAIC	15
2.4.1 <i>Define</i>	18
2.4.1.1 <i>Critical To Quality (CTQ)</i>	18
2.4.1.2 <i>Logic Tree</i> (Diagram Pohon)	18
2.4.1.3 Pemetaan Proses (Process Mapping)	19
2.4.2 <i>Measure</i>	20
2.4.3 Analisa Kemampuan Proses (Cp)	21
2.4.4 <i>Process Capability Index (Cpk)</i>	23
2.4.5 Hubungan antara Cp, Cpk dan Level Sigma	26
2.4.6 Transformasi Z	27
2.4.7 <i>Analyze</i>	29
2.4.7.1 Metode Pemilihan Faktor –Faktor	29
2.4.7.2 Diagram Sebab Akibat (Cause & Effect Diagram)	30
2.4.7.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	31
2.4.8 <i>Improve</i>	35
2.4.9 <i>Control</i>	36

BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	38
3.1 TAHAP <i>DEFINE</i> (DEFINISI MASALAH)	38
3.1.1 <i>Logic Tree Diagram</i> Penyebab Kopling Terbakar	39
3.1.2 Data Keluhan Konsumen (Claim Market)	40
3.1.3 <i>Supplier, Input, Process, Output, Customers</i> (SIPOC) Diagram	42
3.1.4 Indikasi Penyebab Masalah Kopling Terbakar	43
3.2 TAHAP <i>MEASURE</i> (PENGUKURAN)	43
3.2.1 Pengukuran Elastisitas <i>Spring Clutch</i>	44
3.2.1.1 Pemetaan Peta Proses <i>Spring Clutch</i>	45
3.2.1.2 <i>Logic Tree Diagram</i> Elastisitas <i>Spring Clutch</i> ..	45
3.2.1.3 Pengukuran Kemampuan Proses (Cp)	48
3.2.2 Pengukuran Dimensi <i>Cover R Crank Case</i>	48
3.2.2.1 Peta Proses <i>Cover R Crank Case</i>	48
3.2.2.2 Pengukuran Kemampuan Proses <i>Cover R Crank Case</i>	49
3.2.3 Pengukuran Dimensi <i>Rod Clutch Lifter</i>	52
3.2.4 Pengukuran Dimensi <i>Lever Comp, Clutch</i>	53
3.2.5 Pengukuran <i>Density</i> dan <i>Hardness Material</i> Kampas Kopling	54
BAB 4 ANALISA DAN PERBAIKAN KOPLING TERBAKAR.....	58
4.1 TAHAP <i>ANALYZE</i> (ANALISA)	58
4.1.1 Analisa <i>Working Load Spring Clutch</i> Lemah	59
4.1.1.1 Analisa Proses <i>Spring Clutch</i>	60
4.1.1.2 Diagram Sebab-Akibat (Fishbone Diagram) <i>Working Load Spring</i> lemah	61
4.1.1.3 <i>Failure Tree Analysis (FTA)</i> <i>Working Load Spring</i> Lemah	62
4.1.1.4 Tabel <i>Failure Mode Effect</i> <i>and Analysis (FMEA)</i>	62
4.1.2 Analisa Dimensi <i>Cover R Crank Case Out of Spec</i>	63
4.1.2.1 Diagram Sebab-Akibat <i>Cover R</i> <i>Crank Case Out of Spec</i>	64
4.1.2.2 <i>Failure Tree Analysis (FTA)</i> <i>Cover</i> <i>R Crank Case Out of Spec</i>	65
4.1.2.3 <i>Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)</i> <i>Proses Machining</i>	66
4.2 TAHAP <i>IMPROVE</i> (PERBAIKAN)	68
4.2.1 Perbaikan Parameter Proses <i>Tempering Spring Clutch</i> ...	69
4.2.2 Pengukuran Kemampuan Proses (Capability Process) <i>Tempering</i> setelah Perbaikan Parameter Proses <i>Tempering</i>	72
4.2.3 Perbaikan Proses <i>Drilling</i> (Reamer)	73
4.2.4 Standarisasi Pemakaian <i>Cutting Tools</i>	75

4.2.5	Desain dan pembuatan <i>Jig Inspection</i> untuk point diameter <i>dudukan lever comp clutch</i>	76
4.2.6	Pengukuran Kemampuan Proses (Cp) Setelah Perbaikan.....	77
4.3	TAHAP <i>CONTROL</i> (KONTROL)	79
BAB 5 KESIMPULAN		83
DAFTAR PUSTAKA		84



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai <i>Chart factor</i>	21
Tabel 2.2.	Hubungan Cp,Cpk dan <i>sigma level</i>	26
Tabel 2.3.	<i>Short term capability & Long term capability</i>	28
Tabel 2.4.	Form <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA).....	32
Tabel 2.5.	Panduan merangking <i>Severity</i>	33
Tabel 2.6.	Panduan merangking <i>Detection</i>	34
Tabel 2.7.	Panduan merangking <i>Occurrence</i>	35
Tabel 3.1.	Jumlah Keluhan Konsumen Kopling Terbakar Tahun 2007.....	40
Tabel 3.2	Komponen <i>Clutch System</i> Penyebab Masalah Kopling Terbakar.....	43
Tabel 3.3	Pemetaan <i>Critical Process Cover R Crank Case</i>	49
Tabel 3.4	Data ukur part claim <i>rod clutch lifter</i> yang diterima dari market	53
Tabel 3.5	Data ukur part claim <i>lever comp, clutch</i> yang diterima dari market	54
Tabel 3.6.	Data ukur <i>load spring clutch</i>	55
Table 4.1.	Analisa teknis penyebab kopling terbakar	58
Tabel 4.2.	<i>Failure Mode Effect and Analysis</i> (FMEA) Proses Tempering	63
Tabel 4.3.	FMEA Proses <i>Machining Cover R Crank Case</i>	66
Tabel 4.4.	Tabel analisa kopling terbakar (metode 5-why)	68
Tabel 4.5.	<i>Process Quality Control Sheet Spring Clutch</i> Proses Tempering (<i>Current Condition</i>)	70
Tabel 4.6.	<i>Process Quality Control Sheet Spring Clutch</i> Proses Tempering (Perbaikan Parameter Proses)	71
Tabel 4.7.	Data Penggantian dan Penggunaan Aktual Cutting Tools tahun 2007	75

Tabel 4.8.	Standard Pemakaian <i>Cutting Tools</i>	76
Tabel 4.9.	<i>X-R Control Chart Working Load Spring</i>	80
Tabel 4.10.	<i>X-R Control Chart</i> Jarak lubang pengarah <i>rod clutch lifter</i> pada <i>Cover R Crank Case</i>	81
Tabel 4.11.	<i>X-R Control Chart</i> Jarak lubang dudukan <i>lever comp,</i> <i>clutch</i> pada <i>Cover R Crank Case</i>	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Ilustrasi kopling (clutch assy) pada sepeda motor	2
Gambar 1.2.	Ilustrasi Kopling (clutch assy) Terbakar	3
Gambar 1.3.	Diagram Keterkaitan Masalah Kopling Terbakar	5
Gambar 1.4.	Diagram Alir Metodologi Penelitian	9
Gambar 2.1	Proses terbentuknya <i>six sigma</i> dalam manajemen kualitas	13
Gambar 2.2.	Intisari <i>six sigma</i>	13
Gambar 2.3.	Perusahaan pengguna <i>six sigma</i>	14
Gambar 2.4.	Fase-fase Proses DMAIC	15
Gambar 2.5.	Tipe proses DMAIC	17
Gambar 2.6.	Elemen pemetaan proses	20
Gambar 2.7.	Lebar sebaran proses dan lebar spesifika	21
Gambar 2.8.	Pengaruh nilai deviasi σ terhadap nilai C_p	22
Gambar 2.9.	Nilai C_{pk}	24
Gambar 2.10.	Penghitungan C_p dan C_{pk}	25
Gambar 2.11.	Konsep nilai Z	27
Gambar 2.12.	Transformasi Z	27
Gambar 2.13.	Digram Sebab-Akibat (Cause and Effect Diagram)	30
Gambar 2.14.	Bagan kendali (control chart)	37
Gambar 3.1.	Ilustrasi part kopling (clutch assy)	38
Gambar 3.2.	Ilustari part kopling (clutch assy) yang terbakar	38
Gambar 3.3	<i>Logic Tree Diagram</i> penyebab kopling terbakar	39
Gambar 3.4	Part yang berpengaruh dalam system kerja kopling (<i>clutch system</i>)	40
Gambar 3.5.	Grafik keluhan pelanggan kopling terbakar	41
Gambar 3.6.	Grafik keluhan konsumen berdasarkan range jarak	41
Gambar 3.7.	Diagram SIPOC	42
Gambar 3.8.	Ilustrasi Komponen Kopling Spring Clutch	44
Gambar 3.9.	Peta Proses <i>Spring Clutch</i>	45
Gambar 3.10.	<i>Logic Tree Diagram Elastisitas Spring Clutch</i>	45

Gambar 3.11. Grafik Data Cp, Cpk <i>Initial Load Spring Clutch</i>	46
Gambar 3.12. Grafik Data Cp, Cpk <i>Working Load Spring Clutch</i>	47
Gambar 3.13. Ilustrasi Cover R Crank Case	48
Gambar 3.14. Peta Proses <i>Cover R Crank Case</i>	48
Gambar 3.15. Grafik Data Cp, Cpk Jarak Lubang $5\pm 0,1$ (Posisi X)	50
Gambar 3.16. Grafik Data Cp, Cpk Jarak Lubang $68\pm 0,1$ (Posisi Y)	51
Gambar 3.17. Ilustrasi <i>Rod Clutch Lifter</i>	52
Gambar 3.18. Ilustrasi <i>Lever Comp, Clutch</i>	53
Gambar 3.19. Ilustrasi Kampas Kopling (Disk Clutch Friction)	55
Gambar 3.20. Grafik <i>Clutch Friction Characteristic</i>	56
Gambar 3.21. Grafik Kekuatan Rekat Kampas Kopling	56
Gambar 3.22. Foto Mikro Material Kampas Kopling	57
Gambar 4.1. <i>Critical Process Spring Clutch</i>	60
Gambar 4.2. Parameter Proses <i>Tempering Spring Clutch</i>	60
Gambar 4.3. Diagram Sebab-Akibat <i>Working Load Spring Lemah</i>	61
Gambar 4.4. <i>Failure Tree Analysis</i> Proses <i>Tempering</i>	62
Gambar 4.5. Ilustrasi bagian part yang berpengaruh pada sistem kopling	63
Gambar 4.6. Diagram Sebab-Akibat <i>Cover R Crank Case Out of Spec</i>	64
Gambar 4.7. <i>Failure Tree Analysis</i> <i>Cover R Crank Case out of spec</i>	65
Gambar 4.8. Parameter Proses <i>Tempering (Current Condition)</i>	70
Gambar 4.9. Parameter Proses <i>Tempering (After Improvement)</i>	70
Gambar 4.10. Data Cp, Cpk <i>Working Load Spring After Improvement</i>	72
Gambar 4.11. Ilustrasi bagian lubang oval pada <i>Cover R Crank Case</i>	73
Gambar 4.12. Ilustrasi analisa proses <i>drilling</i> dan <i>reamer oval</i>	73
Gambar 4.13. Ilustrasi menghilangkan proses <i>pre-hole (drilling)</i>	74
Gambar 4.14. Ilustrasi perbaikan penambahan proses reamer	74
Gambar 4.15. <i>Cutting tools</i> yang digunakan	75
Gambar 4.16. <i>Jig Inspection Ovality</i>	76
Gambar 4.17. Data Cp, Cpk Jarak Lubang $5\pm 0,1$ (Posisi X) Setelah Perbaikan	77
Gambar 4.18. Data Cp, Cpk Jarak Lubang $68\pm 0,1$ (Posisi Y) Setelah Perbaikan	78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Ketatnya persaingan di bidang industri saat ini khususnya industri otomotif sepeda motor membuat para ATPM (Agen Tunggal Pemegang Merk) harus lebih jeli melihat kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman usahanya agar dapat bersaing dengan yang lain. Kemampuan melihat dengan jeli ini memungkinkan para ATPM sepeda motor untuk melakukan perbaikan-perbaikan bagian dalam sistemnya. Oleh karena itu meningkatkan kualitas produk adalah dengan meningkatkan kualitas proses yang harus dijalankan secara terus menerus (*continuous quality improvement*).

Kualitas telah terbukti menjadi strategi bersaing yang baik, karena kepuasan pelanggan (*customers satisfaction*) merupakan sesuatu yang dirasakan pelanggan terhadap produk atau jasa tertentu. Kualitas layanan adalah ketidaksesuaian antara harapan konsumen dan persepsi konsumen. Dengan demikian, suatu citra kualitas yang baik bukanlah berdasarkan sudut pandang atau persepsi pihak pembuat produk, melainkan berdasarkan sudut pandang atau persepsi konsumen, karena konsumenlah yang menikmati atau memakai produk perusahaan sehingga merekalah yang biasanya menentukan kualitas suatu produk atau jasa.

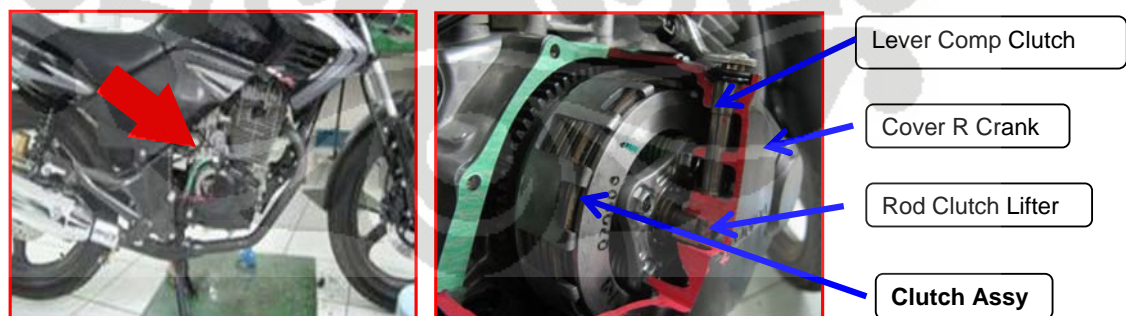
Salah satu filosofi peningkatan kualitas yang banyak diterapkan industri maju adalah filosofi *six sigma*. *Six sigma* sebagai metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas yang diakui secara luas oleh dunia industri yang dicetuskan oleh Motorola pada akhir tahun 1970-an oleh CEO Robert Galvin. Prinsip-prinsip *Six Sigma* Motorola mampu menjawab solusi-solusi yang ampuh untuk meningkatkan kualitas secara dramatis menuju “*zero defect*”, hal ini terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* telah mampu mencapai kualitas 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) kegagalan per sejuta kesempatan, diinterpretasikan dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan gagal dalam satu karakteristik, bukan 3,4 kegagalan dalam satu juta produk.

Industri manufaktur di Indonesia lebih dari 50% adalah manufaktur komponen-komponen otomotif, dan sebagian besar menggunakan standard ISO 9001, QS-9000, bahkan sedang berkembang juga ISO/TS 16949 yang disepakati seluruh dunia di bidang otomotif. Kurang lebih ada 300 perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan produk komponen otomotif yang kemungkinan besar di era mendatang harus bersertifikasi ISO/TS 16949. Jumlah produksi otomotif yang cukup tinggi adalah sepeda motor, dimana kurang lebih sekitar 4 juta sampai 6 juta unit sepeda motor pertahun diproduksi dari beberapa ATPM sepeda motor. Dari total produksi tersebut terdapat berbagai macam *defect* pada saat produk tersebut sedang dipakai oleh konsumen atau lebih dikenal dengan istilah “*Claim Market*”.

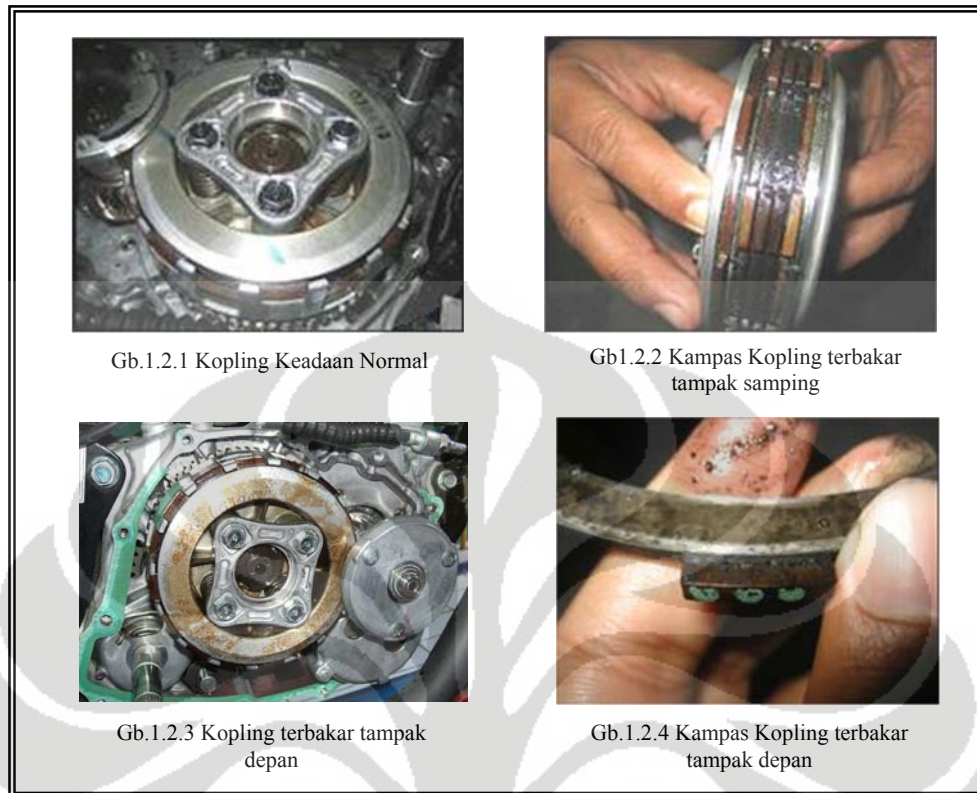
Salah satu jenis keluhan konsumen (*claim market*) yang membutuhkan penanganan yang serius adalah masalah kopling atau istilah teknisnya *Clutch Assy* yang terbakar pada sepeda motor type manual kopling (*sporty type*). Dampak yang *significant* dirasakan secara langsung oleh konsumen atau pemakai yang disebabkan kopling terbakar antara lain :

- Akselerasi *engine* kurang (sepeda motor tidak bertenaga).
- Susah melakukan perpindahan gigi (*gear*).
- *Engine noise* (suara mesin berisik).

Dengan adanya metode six sigma perlu dilakukan tindakan perbaikan untuk keluhan masalah konsumen tersebut.



Gambar 1.1 Ilustrasi kopling (*clutch assy*) pada sepeda motor



Gambar 1.2 Ilustrasi Kopling (*clutch assy*) Terbakar

1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH

Masalah utama dari penelitian ini adalah keluhan konsumen (*claim market*) tentang kopling (*clutch assy*) yang terbakar, dari hasil analisa terhadap keluhan konsumen tersebut didapat 4 masalah besar yang diindikasikan penyebab utama dari kopling terbakar yaitu antara lain :

1. Kebiasaan (*habit*) pemakai yang tidak sesuai standard pemakaian, faktor yang dominan dari kebiasaan pemakai yang tidak sesuai standard tersebut antara lain :
 - Kebiasaan menggantung setengah kopling ketika sepeda motor sedang berjalan,
 - Kebiasaan penggunaan gas yang tidak beraturan dengan tidak memperhatikan kondisi engine,
 - Penggunaan per (*spring*) *racing* yang tidak sesuai *spec load spring* yang ditetapkan.

2. Komponen (*sub part*) dari kopling yang bermasalah, dari hasil analisa komponen yang diindikasikan bermasalah antara lain :
 - Material kampas kopling (*disk clutch*) yang tidak sesuai spesifikasi (*out of spec*),
 - Elastisitas dari per kopling (*spring clutch*) tidak memenuhi standard yang dibutuhkan untuk mentransmisikan daya dari putaran mesin ke roda.
3. *Cover R Crank Case* bermasalah yang disebabkan jarak posisi dudukan *lever comp, clutch* dan jarak posisi pengarah *rod clutch out of spec* sehingga mengganggu fungsi kopling (*clutch assy*).
4. Dimensi dari *lever clutch out of spec*.

Hal-hal diatas dapat menyebabkan terjadinya disfungsi dari kopling (*clutch assy*) yang disebabkan terjadinya gesekan (*friction*) antara kampas kopling (*disk clutch*) dan plate kopling (*plate clutch*) yang tinggi tetapi tenaga motor tidak sesuai atau terjadinya komponen (*sub part*) kopling yang mengalami kerusakan (*defect*) karena part yang digunakan *out of spec* sehingga menyebabkan terbakarnya kopling.

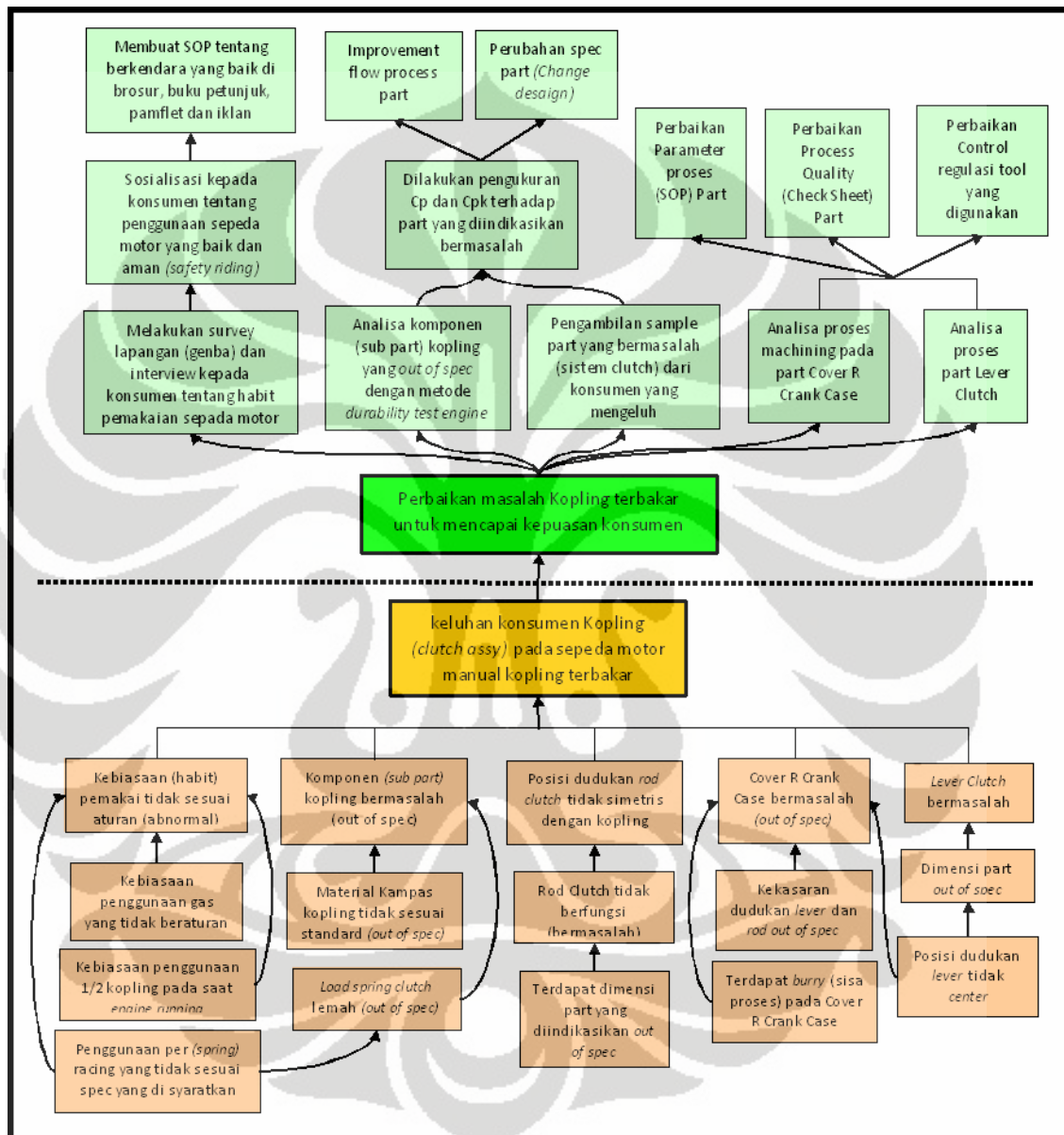
Perbaikan dari indikasi masalah-masalah diatas yaitu akan dilakukannya perbaikan yang sifatnya teknis dan non teknis, antara lain :

- Dilakukan analisa terhadap part-part yang diindikasikan bermasalah dengan cara melakukan durability test unit engine sehingga diketahui komponen (*sub part*) yang dominan dalam sistem clutch.
- Pengambilan sample part dari konsumen yang mengeluh dan dilakukan analisa secara menyeluruh terhadap part tersebut.
- Melakukan analisa proses terhadap part-part yang diindikasikan bermasalah.

Dari aktivitas diatas dapat dilakukan pengukuran (*measurement*) terhadap part berupa Cp dan Cpk sehingga dapat menentukan perbaikan yang lebih spesifik seperti perbaikan SOP, parameter proses, quality check sheet, control tools sampai perubahan spec apabila spec yang ada tidak dapat memenuhi target perbaikan / keinginan konsumen

Perbaikan non teknis yang dilakukan adalah melakukan sosialisasi kepada pemakai tentang pemakaian sepeda motor yang benar supaya sepeda motor tidak

cepat rusak dengan terlebih dahulu melakukan survey dan interview kepada konsumen mengenai kebiasaan atau habit yang dianggap tidak sesuai standard pemakaian. Diagram keterkaitan masalah tersebut dapat dilihat pada gambar 1.3 di bawah ini



Gambar 1.3 Diagram Keterkaitan Masalah Kopling Terbakar

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu metode analisa dan perbaikan masalah kopling (*clutch assy*) terbakar pada sepeda motor tipe manual kopling (*sporty type*) yang dampak di unit motor akan menyebabkan akselerasi *engine* kurang (sepeda motor tidak bertenaga), susah melakukan perpindahan gigi (*gear*), dan *engine noise*.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dari identifikasi dan perbaikan masalah kopling (*clutch assy*) terbakar ini adalah :

- Memperoleh alternatif-alternatif perbaikan masalah (*corrective action*) terhadap masalah kopling terbakar khususnya pada sepeda motor manual kopling (*sporty type*).
- Mendapatkan solusi yang terbaik dari alternatif-alternatif yang diperoleh dengan menggunakan metode Six Sigma dengan tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).
- Melakukan perbaikan (*improvement*) terhadap faktor-faktor yang menyebabkan dan mempengaruhi terjadinya masalah kopling terbakar yang meliputi perbaikan standard proses kerja, perbaikan parameter proses dan perbaikan proses kerja.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini antara lain dapat mengetahui faktor-faktor dominan penyebab masalah kopling terbakar dan dapat melakukan perbaikan (*improvement*) terhadap faktor-faktor yang menyebabkan dan mempengaruhi terjadinya masalah kopling terbakar yang melingkupi faktor 4M+E (*Man, Machine, Material, Method and Equipment*).

- *Man 1* : Melakukan sosialisasi kepada pemakai (konsumen) tentang pemakaian sepeda motor yang sesuai aturan sehingga defect karena habit pemakai tidak terjadi.
- *Man 2* : Melakukan perbaikan terhadap instruksi kerja (*work instruction*) kepada operator yang mengerjakan part yang diindikasikan bermasalah.

- *Machine* : Melakukan pergantian atau overhaul terhadap mesin-mesin yang diinkasikan bermasalah yang berpengaruh pada output part. (nilai Cp dan Cpk tidak memenuhi satandard).
- *Material* : Melakukan adjusting material (*spec material change*) apabila diketemukan masalah pada komposisi material part (*out of spec*).
- *Method* : Melakukan *improvement* terhadap parameter proses, SOP atau *Process Quality Check Sheet* apabila diketemukan ada variabel yang kurang.
- *Equipment* : melakukan penambahan atau modifikasi terhadap equipment proses atau quality misalnya : *Jig Inspection, measurement tools*, modifikasi dies atau equipment lainnya.

1.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN

- Metode Six Sigma yang digunakan adalah proses DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).
- Kondisi lingkungan dianggap tidak mempengaruhi dalam pengukuran atau pengetesan part untuk pengambilan data, terutama untuk part kopling (*clutch assy*).
- Analisa dilakukan pada kopling (*clutch assy*) dan part-part *engine* yang terkait dengan mekanisme kerja kopling (*clutch assy*).
- Faktor biaya dalam pengetesan part dan pengambilan data diabaikan.
- Penelitian dan pengambilan data diambil dari salah satu kasus *claim market* di PT. Astra Honda Motor.

1.7 METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, metodologi yang digunakan untuk membantu dalam ketepatan penanganan masalah yaitu studi literature, pengamatan dan penerapan di lapangan.

1.7.1 Studi Kepustakaan

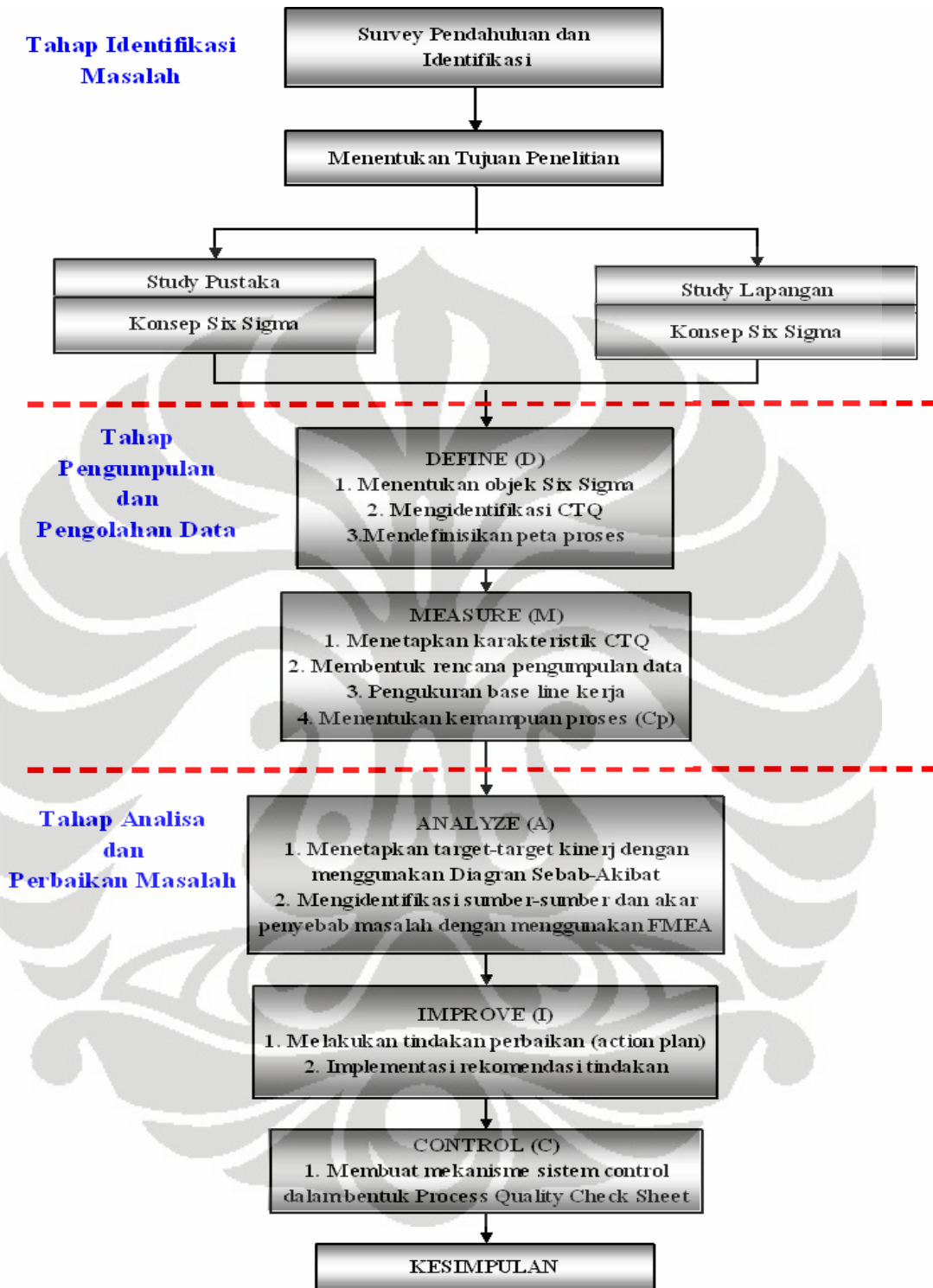
Dalam tahap ini yaitu menentukan metode-metode yang sesuai dan dapat dijadikan sebagai acuan serta mendukung di dalam menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi. Metode-metode yang diambil sesuai dengan kebutuhan di dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dengan metode Six Sigma

DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Sumber yang digunakan antara lain :

- Buku-buku teori mengenai Pedoman Implementasi *Six Sigma*, *Six Sigma For Quality And Productivity Promotion*, *Introduction Six Sigma*.
- Dokumen-dokumen pada bagian produksi (form-form inspeksi) dan dokumen dari bagian lain.

1.7.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan part dan unit sepeda motor yang akan diteliti beserta permasalahannya. Untuk penelitian ini studi lapangan difokuskan pada wawancara dengan konsumen yang mengalami keluhan, analisa komponen part bermasalah dan pengetesan unit sepeda motor (*durability test*). Dalam studi lapangan ini juga terkait dengan departemen lain khususnya departemen *Market Quality Control*. Tahapan-tahapan metodologi pembuatan tugas akhir identifikasi dan perbaikan kopling (clutch assy) terbakar pada sepeda motor manual kopling ini tergambar pada metodologi pembuatan tugas akhir dibawah ini.



Gambar 1.4 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.8 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan laporan penelitian, disusun berdasarkan format berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan dari penelitian dan kesimpulan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan penjabaran-penjabaran mengenai sejarah *Six Sigma*, Konsep-konsep dasar dan Ruang Lingkup *Six Sigma*, *Basic Quality Control Six Sigma* yang disertai teori-teori dengan rumus dasar dari ilmu statistik, serta berisikan mengenai penjabaran teori langkah-langkah DMAIC beserta dengan cara atau tool-tool yang digunakan, mulai dari langkah *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan mengenai data-data keluhan konsumen yang disebabkan karena kopling terbakar dan membuat suatu analisa penyebab masalah yang meliputi mengidentifikasi CTQ, pemetaan proses, mengukur tingkat kemampuan proses (C_p dan C_{pk}). Pada pengumpulan data ini metode *six sigma* yang digunakan adalah tahap *define* dan tahap *measure*.

BAB IV ANALISA DAN PERBAIKAN MASALAH

Berisikan mengenai langkah-langkah analisa perbaikan masalah *claim market* kopling terbakar pada sepeda motor manual kopling dengan menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahap *Analyze, Improve*, dan *Control* dengan menggunakan tool-tool yang sesuai.

BAB IV KESIMPULAN

Berisikan mengenai simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu berupa analisa faktor penyebab masalah dan perbaikan masalahnya, dan melakukan perbandingan terhadap nilai C_p , Sigma Level dan nilai PPM sebelum perbaikan dan setelah perbaikan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 PENGERTIAN SIX SIGMA

Sigma (σ) adalah simbol dari *alphabet greek* yang dijadikan sebagai ukuran variasi proses. Skala sigma menjelaskan hubungan karakteristik, seperti *defect per unit*, *devective part* per satu juta, kemungkinan terjadinya kegagalan.

Enam adalah jumlah sigma yang terukur dalam proses, ketika variasi terjadi disekitar target dan ada 3,4 per satu juta kemungkinan *defect*. Tomkins (1997) mengartikan *six sigma* merupakan program yang ditujukan untuk eliminasi pendekatan terhadap *defect* dari setiap produk, proses, dan transaksi. Harry (1998) mendefinisikan *Six Sigma* sebagai sebuah strategi yang inisiatif untuk mendorong menghasilkan keuntungan, kenaikan pangsa pasar, dan perbaikan kepuasan pelanggan melalui perlengkapan statistik yang bisa mengarahkan dalam pemecahan masalah kualitas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *Six Sigma* merupakan :

- sebuah visi (VISION) dan falsafah (PHILOSOPICAL) komitmen terhadap pelanggan untuk memberikan kualitas terbaik dengan biaya paling murah.
- sebuah ukuran (METRIC) yang memeragakan tingkat kualitas 99.99966 % atas kinerja produk dan atau proses.
- sebuah tolok ukur (BENCHMARK) kemampuan produk maupun proses dibandingkan terhadap produk atau proses terbaik dikelasnya
- sebuah penerapan praktis alat-alat (TOOLS) statistik dan metode (METHODE) untuk mengukur, menganalisa, memperbaiki, dan mengontrol proses.

2.2 KONSEP DAN SEJARAH SIX SIGMA

Konsep dasar *six sigma*, menurut Peter Pande, dalam bukunya *The Six Sigma Way : Team Fieldbook*, ada enam komponen utama konsep *six sigma* sebagai strategi bisnis:

1. Benar-benar mengutamakan pelanggan : seperti kita sadari bersama, pelanggan bukan hanya berarti pembeli, tapi bisa juga berarti rekan kerja kita, team yang menerima hasil kerja kita, pemerintah, masyarakat umum pengguna jasa, dan lain-lain.
2. Manajemen yang berdasarkan data dan fakta : bukan berdasarkan opini, atau pendapat tanpa dasar.
3. Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan : *Six Sigma* sangat tergantung kemampuan kita mengerti proses yang dipadu dengan manajemen yang bagus untuk melakukan perbaikan.
4. Manajemen yang proaktif : peran pemimpin dan manajer sangat penting dalam mengarahkan keberhasilan dalam melakukan perubahan.
5. Kolaborasi tanpa batas : kerja sama antar tim yang harus mulus.
6. Selalu mengejar kesempurnaan.

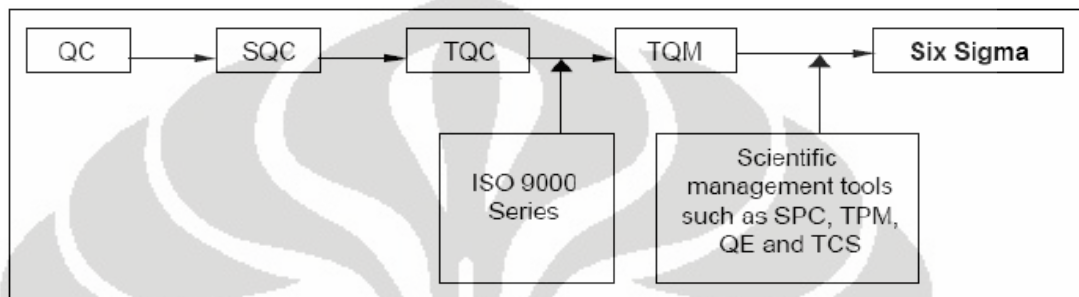
Sejarah singkat metode *Six Sigma* adalah sebagai berikut :

- pada tahun 1980-an : Motorola mengeksport produk-produknya ke Jepang, dan klaim mencapai 20~30%. Presiden Motorola Bob Galvin, memerintahkan mencari penyebab masalah.
- pada tahun 1987 : Mike J. Harry, PhD membuat rancangan audit kualitas dengan menggunakan metode *Six Sigma* (DMAIC) yang dikenal dengan *DMAIC Breakthrough*. Metode tersebut menggunakan data dan statistik.
- pada tahun 1988 : Motorola mendapatkan MBNQA (*Malcolm Baldrige National Quality Award*), sejak itu *six sigma* mengalami revolusi penyebaran.
- pada tahun 1993 : Mike J. Harry pindah ke ABB dan mulai memelopori penggunaan *six sigma* secara intensif. Dia juga memberikan konsultasi ke berbagai perusahaan di Amerika termasuk GE.
- pada tahun 1995 : CEO GE, Jack Welch mencanangkan bahwa *six sigma* menjadi kendaraan perusahaan untuk mencapai kualitas terbaik.

2.3 MANFAAT DAN KEUNGGULAN *SIX SIGMA*

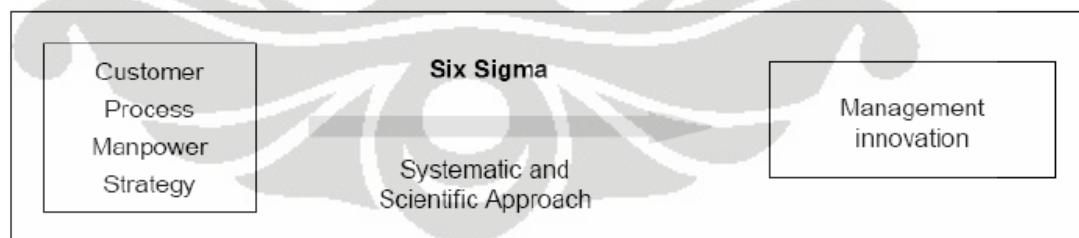
Six sigma menjadi populer di mata dunia saat ini. Ada beberapa alasan umum mengapa *six sigma* menjadi terkenal.

Pertama hal ini dianggap sebagai *Quality Management system* yang masih baru sebagai pengganti TQC, TQM, dan yang lainnya. Dalam pengertiannya perkembangan proses terbentuknya *Six Sigma* terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Proses terbentuknya *six sigma* dalam manajemen kualitas

Six sigma untuk peningkatan kualitas dan produktivitas produksi perusahaan, yang mana implementasinya lebih berhasil dibandingkan dengan strategi manajemen yang sebelumnya, seperti TQC (Total Quality Control), TQM (Total Quality Manajemen), mempunyai keinginan yang kuat untuk memperkenalkan *six sigma*. *Six sigma* merupakan sebuah systematic, scientific, and statistical pendekatan untuk inovasi manajemen yang sesuai untuk digunakan di masyarakat. Intisari *six sigma* adalah integrasi dari 4 elemen, yaitu: pelanggan, proses, tenaga kerja (man power), dan strategi untuk memberi inovasi sistem manajemen, seperti ditunjukkan pada gambar 2.2. Intisari *six sigma*



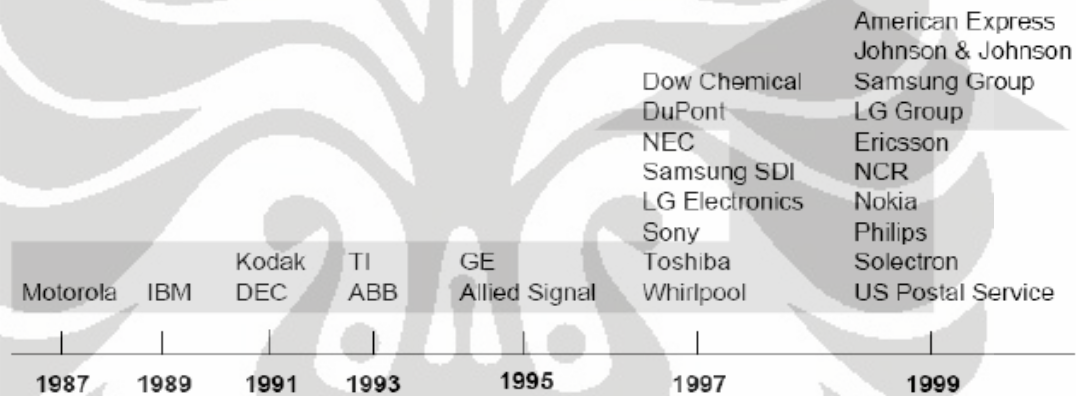
Gambar 2.2. Intisari *six sigma*

Six sigma memberikan sebuah statistik dan ilmu pengetahuan yang dijadikan dasar assesmen kualitas untuk semua proses, melalui pengukuran tingkat kualitas. Metode *six sigma* memberikan gambaran perbandingan diantara

semua proses, dan menyatakan proses yang baik. Melalui informasi ini, manajemen atas belajar bagaimana untuk mencapai inovasi proses dan kepuasan pelanggan.

Kedua six sigma memberikan efisiensi terhadap pengolahan dan penggunaan. *level six sigma* terdiri dari *champion*, *green belt*, *black belt*, dan *master black belt*. Biasanya *master black belt* merupakan pimpinan dari *team project* dan secara umum *green belt* bekerja bersama *team project*.

Ketiga ada cerita sukses aplikasi dari six sigma untuk mencapai perusahaan kelas dunia, seperti terlihat pada gambar 2.3 Perusahaan pengguna six sigma.



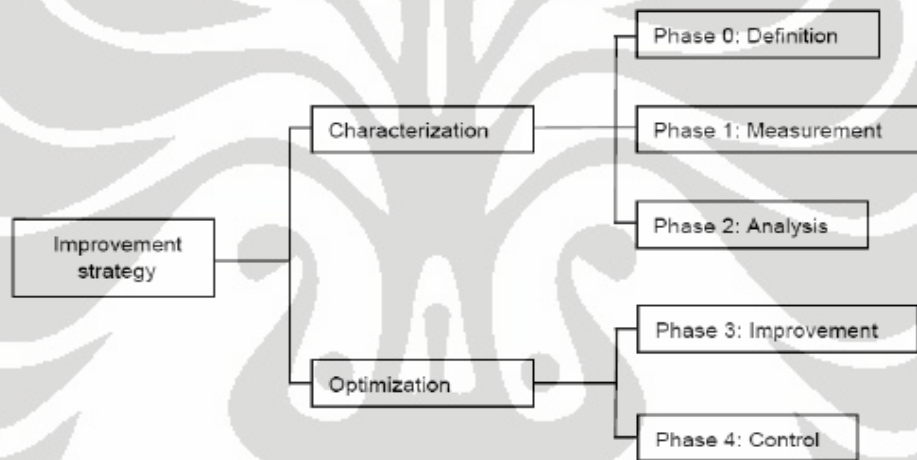
Gambar 2.3. Perusahaan pengguna *six sigma*

Pada akhir-akhir ini six sigma memberikan fleksibilitas di milenium baru dengan 3 Cs, yaitu :

- 1 *Change*, merubah pola pikir masyarakat.
- 2 *Customer*, daya untuk merubah pelanggan dan mempertinggi permintaan pelanggan.
- 3 *Competition*, kompetisi dalam pencapaian kualitas dan produktivitas.

2.4 TAHAPAN DMAIC

Metodologi yang paling penting dalam manajemen *six sigma* adalah metodologi perbaikan yang disusun dalam sebuah karakteristik yaitu tahap DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control). Tahapan DMAIC merupakan sebuah strategi pemecahan masalah dengan memberikan cara yang tepat. Perusahaan yang mengaplikasikan *Six Sigma* dimanapun unrtuk menghasilkan perbaikan dan hasil yang nyata adalah sama metodologinya. Metodologi ini menganalisa variasi, *cycle time*, ketidaksesuaian hasil, rancangan, dan lain-lain. Metodologi ini dibagi kedalam lima fase, seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fase-fase Proses DMAIC

1. Fase 0 : *Definition*

Fase ini menitikberatkan pada identifikasi proses atau produk yang akan dilakukan perbaikan. Fase ini juga menitikberatkan pada penelusuran atau pencarian kunci karakteristik dari proses atau produk tersebut pada perusahaan kelas dunia yang lain. Pada tahap ini team pelaksana mengidentifikasi permasalahan, mendefinisikan spesifikasi pelanggan, dan menentukan tujuan (pengurangan cacat/biaya dan target waktu).

2. Fase 1 : *Measurement*

Fase ini membutuhkan dan mengidentifikasi karakteristik produk atau proses, yaitu : menentukan variabel-variabel yang ada, pemetaan terhadap proses, memerlukan kebutuhan pengukuran, merekam atau mendata hasil dan mengukur kemampuan proses jangka panjang (long-terms) dan jangka pendek (short-terms).

3. Fase 2 : *Analysis*

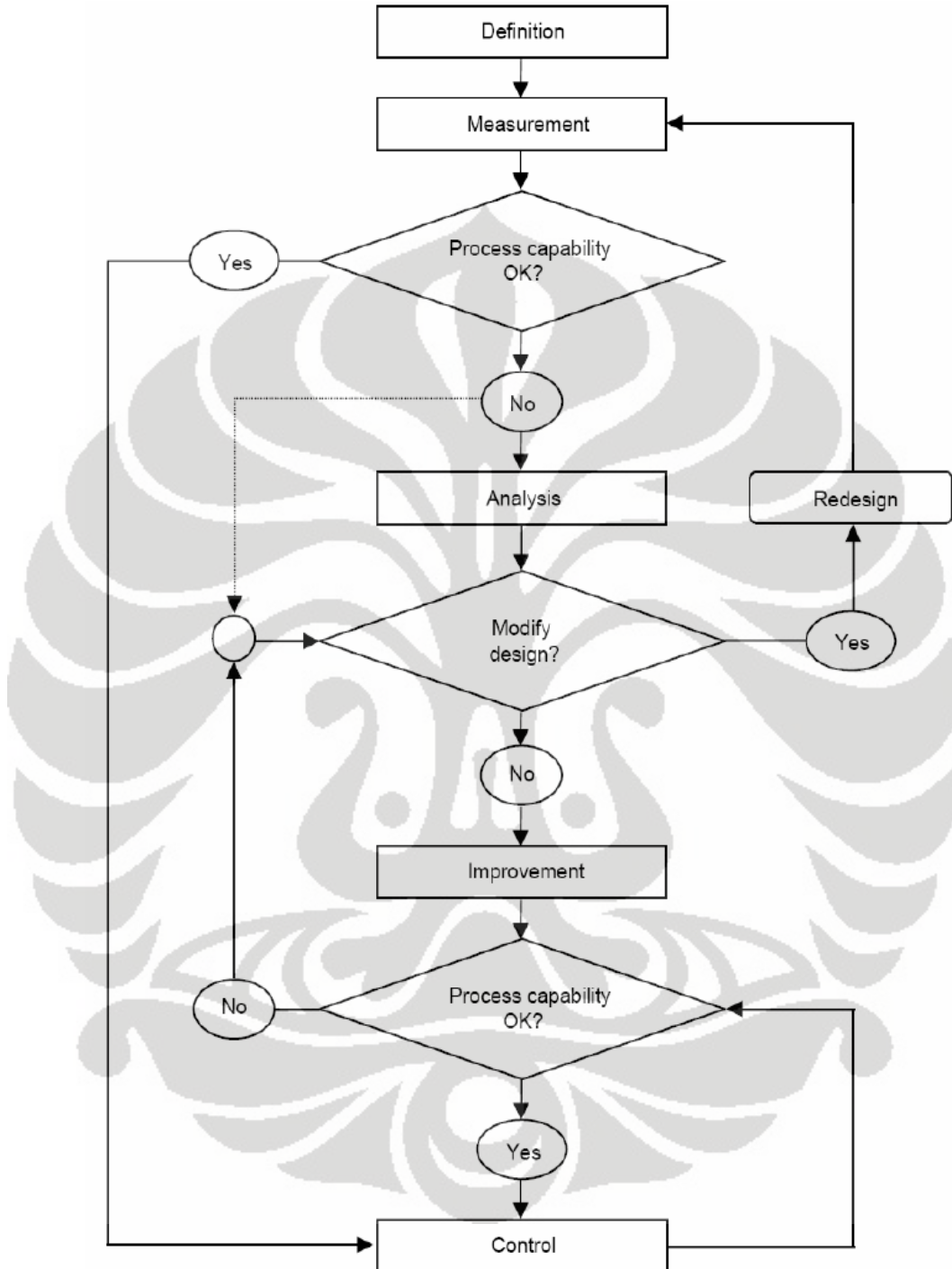
Fase ini menitikberatkan pada analisa dan penelusuran atau pencarian kunci dari produk atau proses pengukuran. Dengan metode ini sebuah analisa sering menggunakan identifikasi terhadap faktor-faktor umum yang berpengaruh terhadap *performace process* atau produk tersebut. Dalam analisa produk atau *performace process* dapat menggunakan berbagai jenis statistik dan *basic quality*. Fase ini menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses; artinya mencari satu atau dua faktor yang kalau itu diperbaiki akan memperbaiki proses kita secara dramatis.

4. Fase 3 : *Improvement*

Fase ini dihubungkan terhadap seleksi karakteristik *performance* produk atau proses yang akan diperbaiki untuk mencapai target. Seleksi ini dilakukan untuk memudahkan mengungkapkan karakteristik dari produk atau proses untuk mengungkapkan sumber utama dari variasi yang ada. Kondisi yang variasi yang diperbaiki pada produk atau proses kunci harus di verifikasi. di tahap ini kita mendiskusikan ide-ide untuk memperbaiki sistem kita berdasarkan hasil analisa terdahulu, melakukan percobaan untuk melihat hasilnya, jika bagus lalu dibuatkan prosedur bakunya (Standard Operating Procedure-SOP).

5. Fase 4 : *Control*

Pada akhir fase ini meyakinkan bahwa dibuat sebuah kondisi proses yang baru dari hasil perbaikan dan standarisasi. Hasil perbaikan tersebut didokumentasi dan dimonitoring dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Setelah kondisi stabil dalam periode tertentu, maka kemampuan proses bisa ditentukan. di tahap ini kita harus membuat rencana dan desain pengukuran agar hasil yang sudah bagus dari perbaikan team kita bisa berkesinambungan.



Gambar 2.5 Tipe proses DMAIC

2.4.1 Define

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini perlu diketahui beberapa hal sebagai tools yang bisa digunakan *six sigma* pada tahap *Define*, antara lain :

1. *Critical To Quality* (CTQ)
2. *Logic Tree* (Diagram Pohon)
3. *Process Mapping*

2.4.1.1 *Critical To Quality* (CTQ)

CTQ adalah sebuah karakteristik dari sebuah produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan *customer* (internal atau eksternal). CTQ merupakan elemen-elemen dasar yang merupakan pedoman pengukuran proses, *improvement* dan kontrol. Dalam memastikan CTQ yang dipilih merupakan hal yang sangat penting sebab hal ini akan merepresentasikan secara akurat semua yang penting bagi *customer*.

Customer biasanya tidak secara jelas menyatakan apa yang mereka inginkan atau mereka butuhkan. Kita perlu memanfaatkan metoda-metoda yang membantu kita dalam memahami kebutuhan *customer* dan menterjemahkannya ke dalam kebutuhan internal. Setelah kita menterjemahkan kebutuhan *customer* ke dalam kebutuhan internal, kita harus bisa mengukur dan menggambarkan kemampuan produk dan proses.

2.4.1.2 *Logic Tree* (Diagram Pohon)

Logic Tree merupakan suatu metode untuk menemukan akar penyebab masalah, yang secara umum dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pembuatan FMEA. *Logic Tree* atau *Failure Tree Analysis* (FTA) adalah suatu grafik atau diagram analisa teknik. FTA akan menganalisa semua penyebab kejadian masalah yang sering terjadi dan juga dapat menganalisa masalah yang kemungkinan akan menjadi penyebab masalah, dalam bentuk daftar penyebab masalah dan penyebab yang mungkin terjadi. Setiap daftar penyebab akan dianalisa berulang-ulang sampai ditemukan akar penyebab masalah. Langkah analisa ini dapat dilakukan dengan metode "5 why". Jadi FTA adalah metode untuk menentukan part yang mana yang menyebabkan masalah.

FTA digunakan untuk mengidentifikasi part yang menyebabkan produk gagal. FTA berbeda dengan FMEA, jika FMEA memprediksi produk gagal dari kegagalan part, dan FMEA analisa teknik secara kualitas, sedangkan FTA merupakan kemampuan untuk menganalisa masalah secara kualitatif.

Tujuan dari FTA adalah menentukan dan mengevaluasi garis generasi atau asal kejadian dan mekanisme kejadian kegagalan untuk melakukan pencegahan dan menentukan perbaikan yang dibutuhkan. Prosedur pembuatan FTA sebagai berikut :

1. Pilih produk atau sistem yang gagal.
2. Mengacu dari diagram pembentukan produk, buat urutan kegagalan menjadi sebuah subsistem dan part.
3. Gambar diagram pohon (Failure Tree) hubungan sebab akibat kegagalan dan mendapatkan penyebab di atasnya.
4. Buat analisa kualitatif dan kuantitatif .
5. Rangkum dan evaluasi hasil dan periksa atau uji tindakan yang akan dilakukan.

2.4.1.3 Pemetaan Proses (*Process Mapping*)

Sebuah proses adalah kumpulan dari aktifitas-aktifitas yang menggunakan satu jenis atau lebih input dan membuat *output* yang berguna bagi *customer*. Lingkup dari material akan berkaitan dengan proses-proses yang berhubungan dengan :

1. Sistem / Fungsi Produk
2. Sistem / Operasi Produk
3. Manufaktur / Produksi

Pemetaan Proses adalah metode visual untuk menggambarkan urutan atau hubungan-hubungan aktifitas kerja. Pemetaan proses merupakan sebuah cara sederhana atau teknik penggambaran aliran yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara masing-masing proses kerja. Akar permasalahan biasanya terletak di dalam salah satu proses kerja yang ada. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemetaan proses, antara lain :

1. Masukan (*Input*) : Unsur yang kelihatan maupun tidak
2. Keluaran (*Output*) : Hasil suatu proses
3. Kendali (*Control*) : Parameter proses
4. Mekanisme (*Mechanism*) : Sistem fisik yang memfasilitasi perubahan

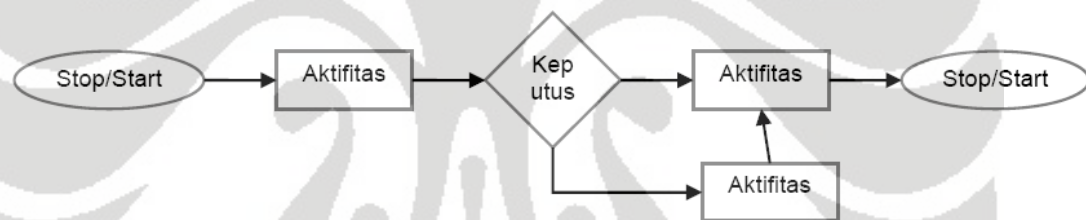
Sebuah pemetaan proses membuat penyajian visual untuk semua tahapan yang ada di dalam proses. Ini memudahkan dalam :

1. Memudahkan bagaimana sistem bekerja atau beroperasi
2. Mengidentifikasi letak "bottlenecks", hambatan dan permasalahan
3. Mengembangkan cara baru agar persoalan bisa diatasi

Pemetaan proses ini sangat berguna apabila :

1. Sebuah tim ingin memperbaiki cara kerja sekarang
2. Dua atau lebih organisasi ingin meningkatkan hubungan kerja
3. Sistem kerja baru sedang dirancang

Elemen-elemen Pemetaan Proses



Gambar 2.6. Elemen pemetaan proses

2.4.2 Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Tahap ini untuk memvalidasi permasalahan, mengukur atau menganalisis permasalahan dari data yang ada. Terdapat tiga pokok yang dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu :

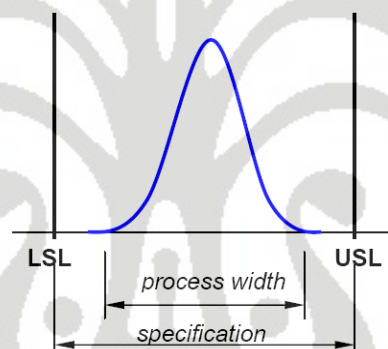
1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan
2. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output* atau *outcome*.
3. Mengukur kinerja sekarang (current performance) pada tingkat proses, *output* atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai dasar kinerja (performance baseline) pada proyek *six sigma*.

2.4.2.1 Analisa Kemampuan Proses (Cp)

Cp didefinisikan sebagai rasio lebar spesifikasi terhadap sebaran proses, kemampuan proses membandingkan output *in-control process* dengan limit/batas spesifikasi menggunakan *capability indeks*. Nilainya ditentukan dengan menghitung rasio penyebaran data spesifikasi (*specification width*) terhadap penyebaran nilai data aktual proses (*process width*).

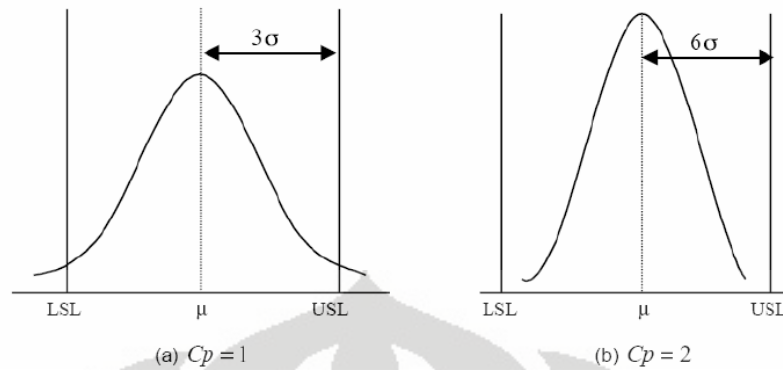
$$Cp = \frac{\text{Specification Width}}{\text{Process Width}} \quad (2.1)$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2.2)$$



Gambar 2.7 Lebar sebaran proses dan lebar spesifika

Dimana σ adalah symbol standar deviasi, yang menggambarkan variasi total proses pada posisi 6σ (six sigma) yang ditranslasikan ± 3 standar deviasi terhadap rata-rata data. Sebaran spesifikasi atau total toleransi adalah batas atas USL (Upper Specification Limit) dikurangi batas bawah LSL (Lower Specification Limit). Ketika sebaran melebar (banyak variasi), maka nilai Cp kecil, hal tersebut mengindikasikan kemampuan proses rendah. Ketika sebaran proses menyempit (sedikit variasi) maka nilai Cp tinggi, hal ini mengindikasikan kemampuan proses lebih bagus.



Gambar 2.8 Pengaruh nilai deviasi σ terhadap nilai Cp

$$Variance = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$Standard\ Deviasi\ (\sigma) = \sqrt{Variance} \dots\dots\dots (2.4)$$

Jika menggunakan *Xbar-R Control Chart* dengan subgrup n, maka standar deviasi (σ) dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\bar{R} = \frac{Ri}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

d_2 = nilai konstan yang tergantung dari jumlah subgrup n, nilai didapatkan dari Tabel 2.1

Tabel 2.1. Nilai *Chart Factor*

Observations in Sample, <i>n</i>	Chart for Averages			Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges						
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line		Factors for Control Limits				Factors for Central Line		Factors for Control Limits				
	<i>A</i>	<i>A</i> ₂	<i>A</i> ₃	<i>c</i> ₄	<i>1/c</i> ₄	<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₄	<i>B</i> ₅	<i>B</i> ₆	<i>d</i> ₂	<i>1/d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₃	<i>D</i> ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.568
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Sumber : ASTRA-Q Series oleh Astra Management Development Institute

Cp tidak menghitung pergeseran proses. Hal ini dilakukan dengan asumsi kondisi dianggap ideal ketika proses pada target yang diinginkan, pusat diantara dua batasan spesifikasi.

4.2.2.2 *Process Capability Index (Cpk)*

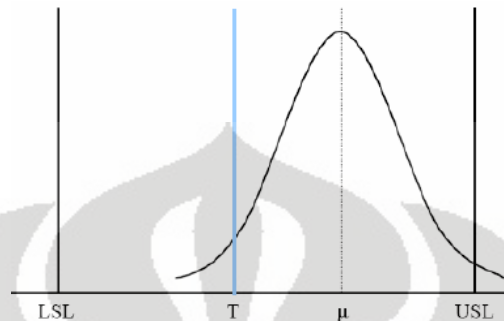
Cpk adalah indek untuk mengukur kenyataan kemampuan proses ketika terjadi pergeseran terhadap target yang diinginkan. Pergeseran atau derajat bias (*k*) didefinisikan sebagai

$$k = \frac{|target(T) - processmean(\mu)|}{\frac{1}{2}(USL - LSL)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dan Cpk didefinisikan :

$$Cpk = Cp(1 - k) \dots\dots\dots (2.8)$$

Ketika proses sempurna pada target, maka $k=0$ dan $Cpk=Cp$. Cpk akan memuaskan apabila pergeseran data proses tidak jauh dari target (nilai k kecil) dan sebaran proses sekecil mungkin (variasi proses terlalu kecil).



Gambar 2.9 Nilai Cpk

$$Cpk = (1 - k) \frac{USL - LSL}{6\sigma} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$k = (1 - k) \frac{|T - \mu|}{\frac{USL - LSL}{2}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Proses dianggap *capable* jika seluruh data pengukuran ada di dalam area batas spesifikasi (*specification limits*). Jika spesifikasi hanya mempunyai satu batas yaitu batas atas saja (*upper*) atau batas bawah saja (*lower*) dan ketika target tidak ditentukan, maka Cp tidak bisa digunakan dan hanya menggunakan Cpk . Penghitungan Cpk sering menggunakan *Capability Process Upper* (CPU) atau *Capability Process Lower* (CPL). CPU adalah toleransi atas dibagi dengan aktual sebaran proses atas. CPL didefinisikan sebagai toleransi bawah sebaran dibagi dengan aktual sebaran proses bawah.

$$Cpk = \frac{|\text{Process Mean}(\mu) - \text{Closer Spec. Limit } \mu|}{3\sigma} \dots\dots\dots (2.11)$$

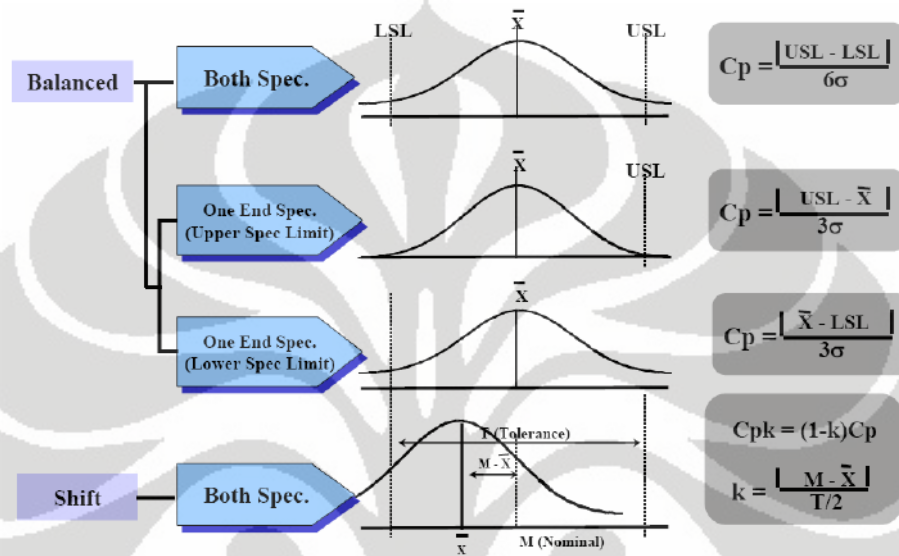
$$CPU = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$CPL = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \dots\dots\dots (2.13)$$

Cpk didefinisikan nilai minimum dari CPU atau CPL

$$Cpk = \min(CPU, CPL) \dots\dots\dots (2.14)$$

Dibawah ini gambar yang menunjukkan rumus-rumus Cp yang digunakan sesuai dengan spesifikasi atau toleransi yang ada.



Gambar 2.10 Penghitungan Cp dan Cpk

4.2.2.3 Hubungan antara C_p , C_{pk} dan Level Σ

Jika rata-rata proses dipusat sebaran, dimana $\mu = T$, dan $USL-LSL = 6\sigma$, kemudian dari rumus C_p , jika nilai $C_p = 1$, dan jarak dari μ batas spesifikasi 3σ . Sehingga level Σ adalah 3σ

$$\text{Sigma Level} = 3 \times C_p \dots\dots\dots (2.15)$$

Untuk *long-term*, jika bias rata proses 1.5σ dan $C_{pk} = 1$ kemudian level Σ menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Sigma level} &= 3 \times C_{pk} + 1.5 \\ &= 3 \times (C_{pk} + 0.5) \dots\dots\dots (2.16) \end{aligned}$$

Jadi hubungan C_p dan C_{pk} dalam *long-term* adalah :

$$C_{pk} = C_p - 0.5 \dots\dots\dots (2.17)$$

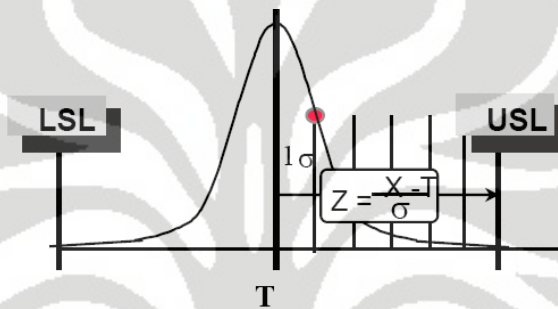
Tabel 2.2 Hubungan C_p , C_{pk} dan Σ Level

C_p	C_{pk} (5.1 σ shift is allowed)	Quality level
0.50	0.00	1.5 σ
0.67	0.17	2.0 σ
0.83	0.33	2.5 σ
1.00	0.50	3.0 σ
1.17	0.67	3.5 σ
1.33	0.83	4.0 σ
1.50	1.00	4.5 σ
1.67	1.17	5.0 σ
1.83	1.33	5.5 σ
2.00	1.50	6.0 σ

Sumber : Six Sigma for Quality and Productivity Promotion oleh Sung H. Park

4.2.2.4 Transformasi Z

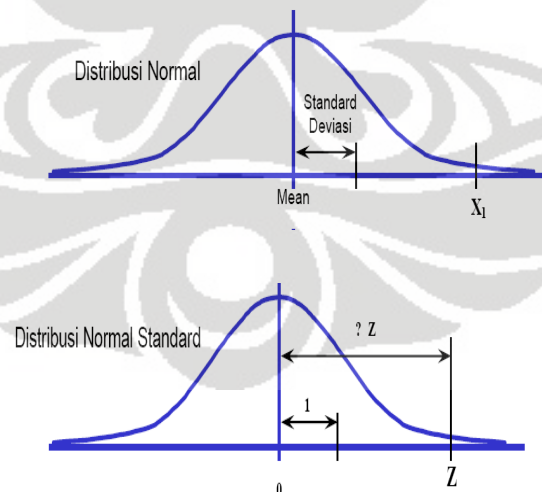
Transformasi Z merupakan standar terhadap nilai normal untuk variasi distribusi normal, sehingga memudahkan untuk analisa statistik. Z adalah perbandingan nilai perbedaan antara x (Upper Specification Limit atau Lower Specification Limit) terhadap deviasi. Hal ini merupakan bagian dari sigma level, bila nilai Z adalah 6, ini merupakan 6 sigma level. Dalam satu proses jika standar deviasi menunjukkan 6 yaitu antara Spesifikasi (USL dan LSL) hal tersebut disebut 6σ level, seperti terlihat pada gambar 2.20 Konsep nilai Z.



Gambar 2.11. Konsep nilai Z

Secara umum rumus Z adalah :

$$Z = \frac{(x - \mu)}{\sigma} = \frac{(x - \bar{x})}{S} \quad (2.18)$$



Gambar 2.12. Transformasi Z

Nilai Z mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Transformasi ini menghasilkan suatu nilai dari suatu distribusi dimana *Mean* = 0 dan $\sigma = 1$, seperti Gambar 2.21 Transformasi Z.
2. Nilai dari Z mengindikasikan seberapa jauh sebuah data (x) dari nilai rata-ratanya (*mean*) dalam satuan standard deviasi.
3. Guna memperkirakan *Defect Level* atau estimasi *yield*, kita dapat menggunakan *Lower Spec Limit* (LSL) dan *Upper Spec Limit* (USL) untuk x.
4. Dengan menggunakan metode ini, dapat mengkalkulasi proporsi dari produk yang keluar dari spesifikasi berdasarkan kondisi proses sekarang.

Nilai Z untuk *Short Term* (Z_{st}) diambil dari hasil perhitungan kemampuan proses indeks (C_p). Sedangkan untuk nilai Z *Long Term* (Z_{lt}) diambil dari nilai C_{pk} atau nilai P_{pk} (apabila menggunakan program Minitab). Selisih antara Z_{st} dan Z_{lt} menghasilkan Z pergeseran (*Zshift*). Tabel 2.9 menunjukkan perbedaan antara kemampuan proses jangka panjang dengan kemampuan proses jangka pendek

Tabel 2.3. *Short Term Capability & Long Term Capability*

<i>Short Term Capability</i> Kemampuan Jangka Pendek	<i>Long Term Capability</i> Kemampuan Jangka Panjang
1. Menghitung dari data yang diambil dalam periode waktu pendek yang tidak ada pengaruh luar terhadap proses	1. Menghitung dari data yang diambil pada periode yang cukup panjang yang bisa saja ada pengaruh factor luar terhadap suatu proses
2. Z_{st} (σ_{st}); C_p	2. Z_{lt} (σ_{lt}); C_{pk} atau P_{pk} (Minitab)
3. 3. Butuh teknologi untuk perbaikan kemampuan proses pada kondisi yang optimum.	3. 3. Perlu teknologi dan pengendalian untuk perbaikan
4. 6 sigma : $Z_{st}=6$, $C_p=2$	4. 6 sigma : $Z_{lt}=4.5$, $C_{pk}=1.5$
5. $Z_{st} = 3 \times C_p$	6. $Z_{lt} = 3 \times C_{pk}$ atau $3 \times P_{pk}$ (Minitab)

Sumber : *ASTRA-Q Series* oleh *Astra Management Development Institute*

2.4.3 Analyze (Analisis)

Tahap *analyze* (analisis) merupakan metode untuk mencari pemilihan faktor-faktor dominan, menentukan kemampuan proses, dan mengidentifikasi sumber variasi. *Tools-tools* yang biasa digunakan dalam tahap ini antara lain adalah :

1. Metode pemilihan faktor-faktor
2. Diagram Tulang Ikan (*Fishbone Diagrams*)
3. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

2.4.3.1 Metode Pemilihan Faktor -Faktor

Metode pemilihan faktor-faktor merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan masalah untuk mengarahkan terhadap faktor-faktor penyebab masalah. Metode pemilihan faktor-faktor penyebab tersebut antara lain adalah :

1. *Brainstorming*
2. *Logic Tree*

1. *Brainstorming*

Untuk mengungkap ide-ide dengan cepat. Jenis-jenis *Brainstorming Free Wheeling, Round Robin, Card Method*, seperti dijelaskan dibawah ini.

- *Free Wheeling* : Semua anggota tim proyek memberikan ide-ide mereka dalam sebuah obrolan.
- *Round Robin* : Semua anggota tim proyek memberikan ide-ide mereka secara berputar bergiliran.
- *Card Method* : Mencatat ide-ide dari setiap anggota tim proyek dalam secarik kertas tanpa diskusi.

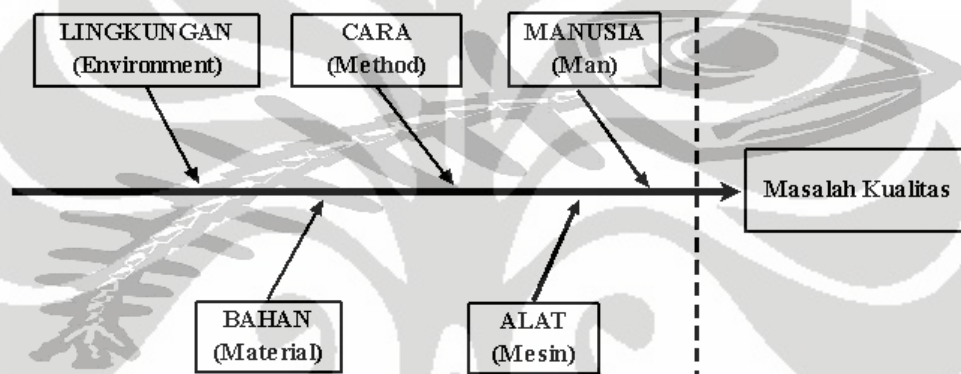
2. *Logic Tree (Structure Tree, Why Because)*

Logic Tree untuk menemukan faktor-faktor (X) yang mempengaruhi CTQ (Y) pada fase analisis dalam *six sigma*. Dapat membuat *Logic Tree* dengan mengatur kategori-kategori utama di sebelah kiri. Perhatikan prinsip-prinsip MECE (*Mutually Exclusive and Collective Exhaustive*).

2.4.3.2 Diagram Sebab Akibat (*Cause & Effect Diagram*)

Diagram ini disebut diagram tulang ikan (*fish-bone diagram*) dan berguna untuk menemukan faktor-faktor yang berpengaruh pada karakteristik kualitas. Prinsip yang dipakai untuk membuat diagram sebab akibat ini adalah sumbang saran (*brainstorming*) yang merupakan metode untuk memperoleh pendapat yang kreatif secara diskusi bebas.

Untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh ada 5 faktor utama yang perlu diperhatikan seperti terlihat pada Gambar 2.22. kelima faktor tersebut adalah Manusia (*Man*), *Material*, *Method*, *Machine* and *Environment* atau biasa disingkat 4M1E



Gambar 2.13 Digram Sebab-Akibat (Cause and Effect Diagram)

Langkah Pembuatan Diagram Sebab Akibat, sebagai berikut :

1. Tentukan masalah / sesuatu yang akan diperbaiki / diamati , usahakan adanya ukuran untuk masalah tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan. Gambarkan panah dengan kotak di ujung kanannya dan tuliskan masalah / sesuatu yang akan di perbaiki / diamati itu dalam kotak.
2. Cari faktor-faktor utama yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada masalah atau sesuatu tersebut. Tuliskan dalam kotak yang telah dibuat diatas dan dibawah panah yang ada kemudian tarik panah diantara kotak dengan yang ada.
3. Cari lebih lanjut, faktor-faktor yang lebih terinci yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor utama tersebut. Tulis faktor-faktor

tersebut dikiri-kanan panah penghubung tadi dan buatlah panah dibawah faktor tersebut menuju garis penghubung.

4. Cari penyebab utama. Dari diagram yang sudah lengkap cari penyebab utama dengan menganalisa data yang ada dan buatlah urutannya dengan diagram pareto.

2.4.3.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah pendekatan analitis yang ditujukan untuk pencegahan masalah melalui penentuan prioritas potensial masalah dan penanganannya. Dapat dikatakan juga bahwa FMEA adalah suatu sistem garis petunjuk, sebuah proses dan bentuk identifikasi dan prioritas terhadap potensial kegagalan dan masalah yang mungkin terjadi pada sebuah proses tersebut, yang perlu diperbaiki. Metode FMEA sudah banyak diaplikasikan dalam lingkungan *six sigma* pada kondisi untuk mencari masalah yang tidak hanya yang terjadi pada proses kerja dan perbaikan saja, tetapi juga dalam hal aktivitas pengumpulan data, suara pelanggan (*Voice of Customer*) dan prosedur.

Keuntungan dari penggunaan FMEA, antara lain :

- Mencegah kegagalan yang mungkin terjadi dan jaminan pengurangan biaya
- Memperbaiki fungsi produk dan kelemahannya
- Mengurangi masalah-masalah yang terjadi di proses manufaktur dari hari ke hari.
- Mengurangi masalah-masalah proses bisnis
- *Design Failure Mode and Effect Analysis* (DFMEA)

Tabel 2.4 Form *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Process/Product : _____ Prepared : _____ Page of : _____

Responsib : _____ FMEA Date (Orig) : _____ Rev : _____

No	Process Function (Step)	Potensial Failure Modes (Process defect)	Process Failure Effects	SEV	Class	Potensial causes of Failure	OCC	Current Process Control	DET	RPN

Sumber : *ASTRA-Q Series* oleh *Astra Management Development Institute*

Failure Mode Effect Analysis (FMEA), potensi kegagalan atau cacat diranking berdasarkan angka prioritas resiko atau *Risk Priority Number* (RPN) dari 1 sampai 1000 dan RPN dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RPN = SEVERITY \times OCCURRENCE \times DETECTION \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

1. *Severity* : adalah kegagalan yang berpengaruh terhadap pelanggan.
2. *Occurrence* : adalah estimasi kemungkinan penyebab spesifik akan muncul.
3. *Detection* : adalah kemungkinan proses saat ini atau pengendalian desain akan mendeteksi penyebab kegagalan.

Nilai Prioritas Resiko yang terdiri dari *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* dapat dilihat nilai rangkingnya di Tabel 2.2, Tabel 2.3, Tabel 2.4

Tabel 2.5. Panduan Merangking *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Criteria : Severity of Effect Defined</i>	<i>Rank</i>
<i>Hazardous : Without warning</i>	<i>May endanger operator. Failure mode effects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation. Failure will occure WITHOUT warning</i>	10
<i>Hazardous : with warning</i>	<i>May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation. Failure will occure WITH warning</i>	9
<i>Very High</i>	<i>Major disruption to production line, 100% product may have to be scarpped. Vehicles/item inoperable, loss primary function. Customer very diiatisfied</i>	8
<i>High</i>	<i>Minor disruption to production line. Product may have be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of performance. Customer dissatisfied</i>	7
<i>Moderate</i>	<i>Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) may have to be scrapped (no sorting). Vehicle/item operable, but some comfort/convenience item(s) inoperable. Customer experience discomfort</i>	6
<i>Low</i>	<i>Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle/item operable, but some comfort/convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction</i>	5
<i>Very Low</i>	<i>Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit/finish/squeak/rattle item does not conform. Defected noticed by most customer</i>	4
<i>Minor</i>	<i>Minor disruption to line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out of station. Fit/finish/squeak/rattle item does not conform. Detect noticed by average customer</i>	3

<i>Very Minor</i>	<i>Minor disruption to line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on line but in of station. Fit/finish/squeak/rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customer</i>	2
<i>None</i>	<i>No effect</i>	1

Sumber : *Potential Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) oleh Chrysler, Ford and General Motors*

Tabel 2.6. Panduan Merangking *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Criteria : Likelihood the existence of a defect will be detected by test content before product advances to next or subsequent process, or before part or component leaves the manufacturing line</i>	<i>Rank</i>
<i>Almost Impossible</i>	<i>No known control (s), available to detect failure mode</i>	10
<i>Very Remote</i>	<i>Very remote likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	9
<i>Remote</i>	<i>Remote likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	8
<i>Very Low</i>	<i>Very low likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	7
<i>Low</i>	<i>Low likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	6
<i>Moderate</i>	<i>Moderate likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	5
<i>Moderate</i>	<i>Moderate high likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	4
<i>High</i>	<i>High likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	3
<i>Very High</i>	<i>Very High likelihood that current control(s) will detect failure mode</i>	2
<i>Almost Certain</i>	<i>Current control (s) is very almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are known</i>	1

Sumber : *Potential Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) oleh Chrysler, Ford and General Motors*

Tabel 2.7. Panduan Merangking *Occurrence*

Probability of Failure	Possible Failure Rate	Cpk	Rank
Very High : Failure is almost inevitable	≥ 1 in 2	< 0.33	10
	1 in 3	≥ 0.33	9
High : Generally associated with processes similar to previous processes that have often failed	1 in 8	≥ 0.51	8
	1 in 20	≥ 0.67	7
Moderate : Generally associated with processes similar to previous processes wich have experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 80	≥ 0.83	6
	1 in 400	≥ 1.00	5
	1 in 2,000	≥ 1.17	4
Low : Isolated failures associated with similar processes	1 in 15,000	≥ 1.33	3
Very Low : Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.50	2
Remote : Failure is unlikely. No Failures ever associated with almost indential processes	≤ 1 in 1,500,000	≥ 1.67	1

Sumber : Potential Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) oleh Chrysler, Ford and General Motors

2.4.4 Improve (Perbaikan)

Aktivitas utama dalam tahap *improve* atau perbaikan adalah membuat ide-ide perbaikan terhadap faktor-faktor yang telah ditemukan dalam tahap Analisis *improve the critical factors*.

Untuk memilih tools (alat-alat) improve yang sesuai pada kebanyakan masalah didapatkan dari tools yang dasar yang meliputi :

- Optimalisasi aliran proses.
- *Work out, benchmarking, best practices* dan *brainstorming*.
- Eksperimen atau simulasi.
- Standarisasi proses.

2.4.5 Control

Aktivitas utama dalam tahap *Control* adalah menjaga dan mempertahankan kondisi dari hasil ide-ide perbaikan *maintain the ideas*.

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasi dan distandarisasikan hasil perbaikan, serta dilakukan pengendalian, dimana pengendalian proses dengan menggunakan *Statistical Process Control (SPC)*.

Tools SPC yang dipakai untuk pengontrolan proses yang sering dipakai adalah bagan kendali (*Control Chart*). Bagan pengendali merupakan grafik garis dengan mencantumkan batas maksimum yang merupakan batas daerah pengendalian. Bagan ini menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu tetapi menunjukkan penyebab penyimpangan, meskipun adanya penyimpangan itu akan terlihat pada bagan pengendalian tersebut. Bagan kendali berfungsi sebagai alat yang bisa membantu kita dalam melihat apakah proses kita under control atau tidak dengan melihat adanya *common cause of variation* atau *special causes of variation*. Alat bantu kita untuk ini adalah *control chart*.

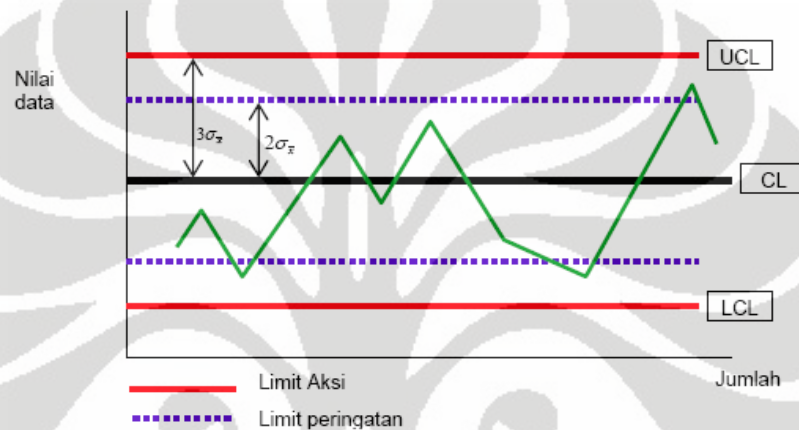
- *Common cause of variation* : variasi yang terjadi karena proses/sistem itu sendiri.
- *Special cause of variation* : variasi yang terjadi karena factor eksternal/dari luar sistem.

Control Chart tersusun dari :

- CL (Center Line) : CL Nilai rata-rata dari data
- UCL (Upper Control Limit) : Batas Kontrol Atas
- LCL (Lower Control Limit) : Batas Kontrol Bawah
- kita biasanya membuat UCL dan LCL sejauh 3 sigma dari CL.
- jika data terletak antara UCL dan LCL maka proses terkontrol
- jika data tidak terletak antara UCL dan LCL maka proses diluar kontrol.
- dalam hal ini bila kita dapat menemukan penyebab khusus, selanjutnya dihilangkan maka proses menjadi terkontrol.

Limits aksi dan limits peringatan

- biasanya batas 3 *sigma* Limit disebut limit aksi. Jika data tidak terletak diantara limit 3 *sigma*, kita harus menemukan. Penyebab khusus dan menghilangkannya. Dan dalam hal ini kita harus cepat melakukan aksi.
- biasanya batas 2 *sigma* adalah Limit Peringatan. Jika nilai dari suatu data tidak berada diantara limit 2 *sigma*, mungkin kita beranggapan bahwa hal tersebut disebabkan karena beberapa penyebab. Jadi bila tidak terletak diantara 2 *sigma* ini merupakan peringatan kepada kita.



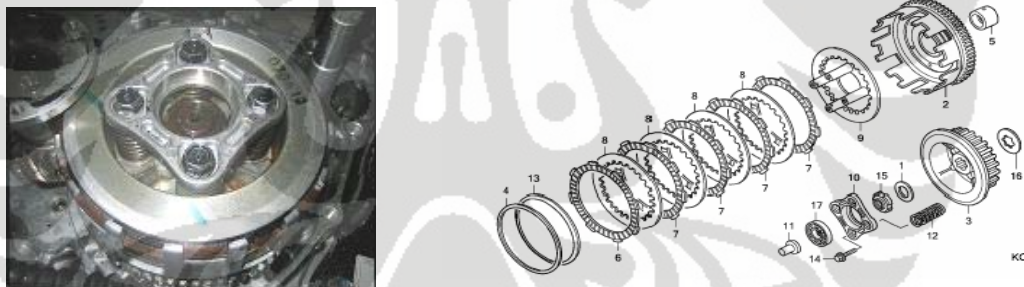
Gambar 2.14. Bagan kendali (control chart)

BAB 3

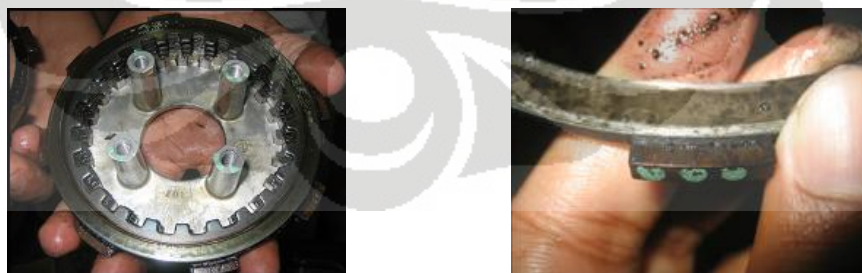
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 TAHAP *DEFINE* (DEFINISI MASALAH)

Aktivitas utama dalam tahap *DEFINE* adalah menemukan *CTQ* (Critical to Quality), yaitu fokus permasalahan yang menjadi hal yang paling penting untuk memenuhi keinginan konsumen (customer needs). Latar belakang penentuan masalah adalah dari *customer voice* atau *customer claim* mengenai aksesoris engine yang kurang baik (engine tidak bertenaga), susah melakukan perpindahan gigi (gear) dan *engine noise* mengindikasikan bahwa komponen kopling (clutch assy) terjadi kelainan fungsi yang diindikasikan terjadinya gesekan (friction) dari kampas kopling (disk clutch) yang berlebihan sehingga menyebabkan terjadinya keausan dan terbakar pada kopling (clutch assy) atau adanya pemakaian sepeda motor oleh konsumen diluar ketentuan (habit customer).



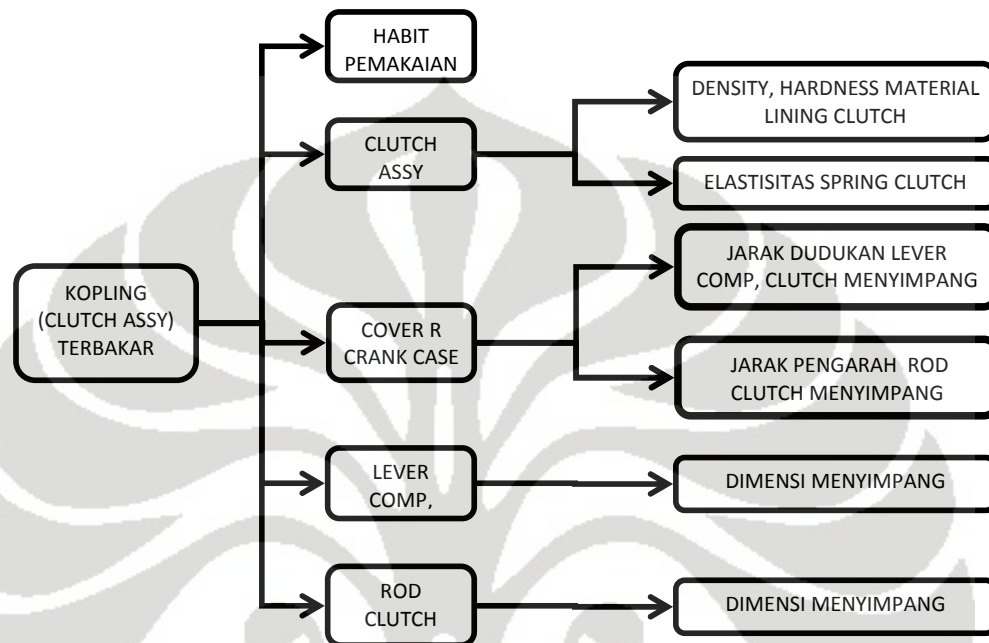
Gambar 3.1. Ilustrasi part kopling (clutch assy)



Gambar 3.2. Ilustari part kopling (clutch assy) yang terbakar

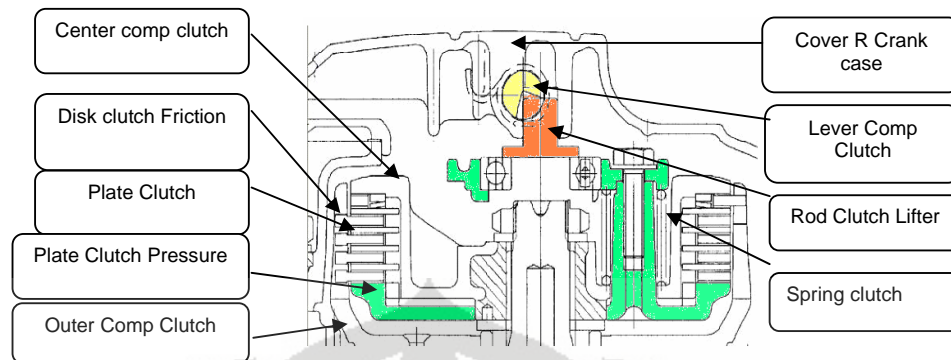
3.1.1 *Logic Tree Diagram* Penyebab Kopling Terbakar

Kemungkinan penyebab terjadinya kopling (clutch assy) terbakar dapat dilihat pada gambar *Logic Tree Diagram* dibawah ini.



Gambar 3.3 *Logic Tree Diagram* penyebab kopling terbakar

Berdasarkan gambar *logic tree diagram* diatas faktor-faktor yang memungkinkan terjadinya masalah kopling terbakar adalah karena pemakaian sepeda motor oleh konsumen yang tidak sesuai dengan standard (habit pemakaian), adanya sub part dari kopling (clutch assy) yang terindikasi mengalami kelainan yaitu *spring clutch* dan material kampas kopling (lining), dan part-part yang berhubungan dengan kopling yang mengalami defect atau kelainan diantaranya *Cover R Crank Case*, *Lever Clutch*, dan *Rod Clutch*. Factor-faktor tersebut merupakan analisa awal yang menyebabkan kopling terbakar yang menyebabkan kurangnya akselerasi *engine* dan susah melakukan pergantian gigi (gear).



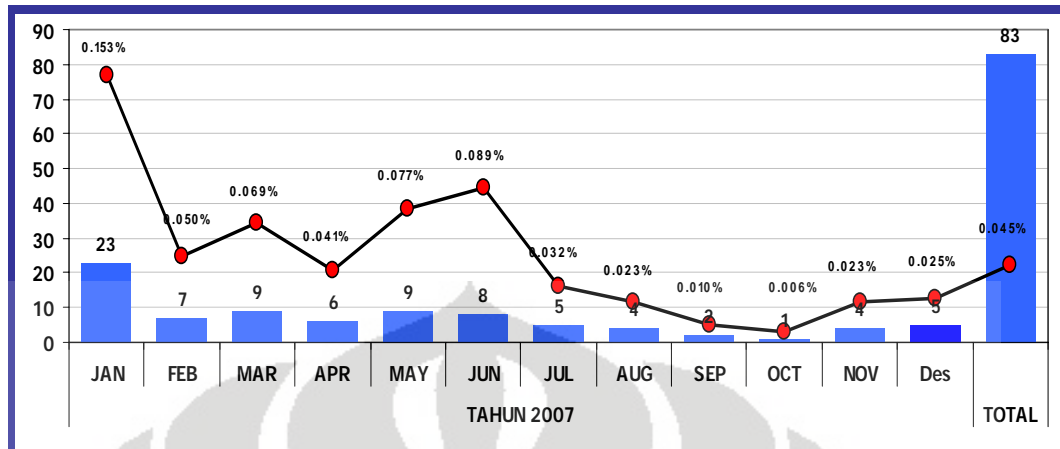
Gambar 3.4 Part yang berpengaruh dalam system kerja kopling (clutch system)

3.1.2 Data Keluhan Konsumen (Claim Market)

Dari hasil pendataan total keluhan pasar (claim market), bahwa keluhan pasar yang diterima yang disebabkan karena kopling (clutch assy) terbakar untuk sepeda motor type manual kopling (sporty type) di tahun 2007 rata-rata keluhan konsumen 6 unit sepeda motor per bulan. Data keluhan konsumen dapat dilihat pada tabel keluhan konsumen yang dibandingkan dengan jumlah produksi unit motor untuk masalah kopling terbakar pada sepeda motor type kopling manual kopling tahun 2007.

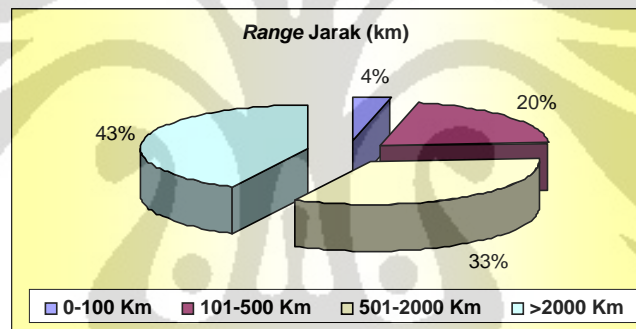
Tabel 3.1. Jumlah Keluhan Konsumen Kopling Terbakar Tahun 2007.

	TAHUN 2007												TOTAL
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	Des	
KCJ	11	1	4	3	4	5	3	4	0	1	2	3	41
KEH	12	6	5	3	5	3	2	0	0	0	2	2	40
Jumlah	23	7	9	6	9	8	5	4	2	1	4	5	83
Prod Unit	15,000	14,000	13,000	14,635	11,750	9,003	15,500	17,400	20,000	17,400	17,400	20,000	185,088
% Kasus	0.153%	0.050%	0.069%	0.041%	0.077%	0.089%	0.032%	0.023%	0.010%	0.006%	0.023%	0.025%	0.045%



Gambar 3.5. Grafik keluhan pelanggan kopling terbakar

Dari grafik di atas dapat diuraikan lagi keluhan konsumen berdasarkan range jarak pemakaiannya (km) sebagai berikut :

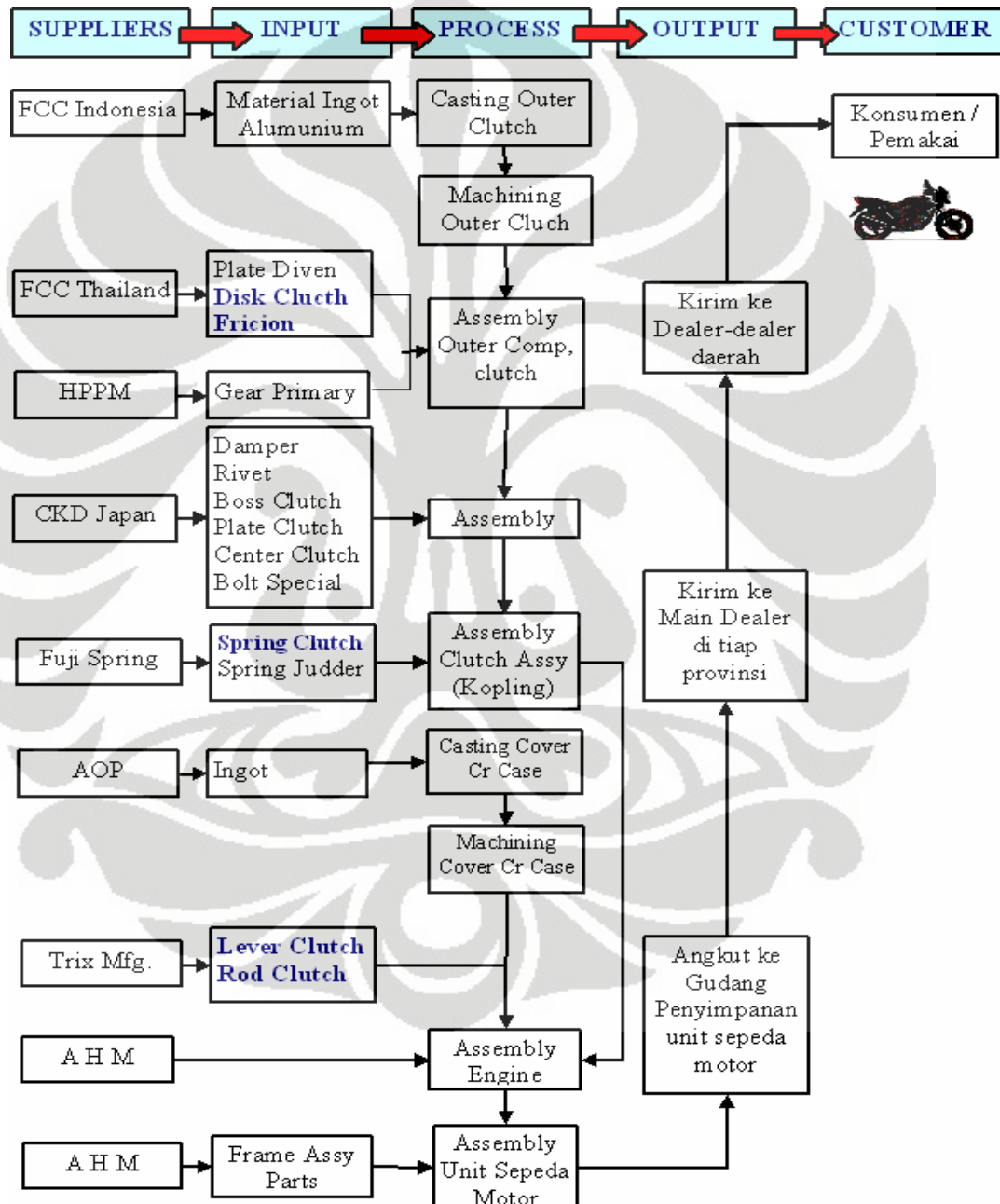


Gambar 3.6. Grafik keluhan konsumen berdasarkan range jarak

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa keluhan konsumen kopling (clutch assy) terbakar paling dominan terjadi pada range setelah pemakaian 501 km keatas yaitu sekitar 76%, hal ini menjadi perhatian yang sangat serius dalam penanganannya karena kondisi standard pemakaian part kopling (clutch assy) adalah 36000 km atau setara masa garansi mesin (engine) selama 3 tahun setelah itu maka part kopling (clutch assy) yang sifatnya *fast moving* seperti kampas kopling (disk clutch friction), per kopling (spring clutch) direkomendasikan harus diganti.

3.1.3 Supplier, Input, Process, Output, Customers (SIPOC) Diagram

Untuk mendefinisikan proses dari komponen kopling (clutch assy) dan part-part yang terkait dengan kopling (clutch assy) dari mulai suppliers material, sub part, proses, assy engine, assy unit, distribusi output sampai ke konsumen akan dibuat peta *Suppliers, Input, Processes, Output, dan Customers* (SIPOC diagram). Adapun diagramnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3.7 Diagram SIPOC

3.1.4 Indikasi Penyebab Masalah Kopling Terbakar

Dari data diatas aspek teknis yang menyebabkan terjadinya kopling terbakar adalah part-part berhubungan dengan sistem kopling (*clutch system*), adapun part tersebut dijelaskan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Komponen *Clutch System* Penyebab Masalah Kopling Terbakar

No.	Item	Part	Indikasi Masalah
1	Kopling (Clutch Assy)	Spring Clutch	Elastisitas Spring
		Disk Clutch Friction	Density, Hardness Material
2	Cover R Crank Case	Cover R Crank Case	Posisi dudukan lever dan Posisi dudukan Rod,
3	Lever Comp Clutch	Lever Clutch	Dimensi
		Rod Clutch Lifter	Dimensi

Sedangkan untuk aspek non teknis adalah karena kebiasaan (*habit*) pemakai sepeda motor yang tidak standard, antara lain :

- kebiasaan menggantung setengah kopling ketika sepeda motor sedang berjalan,
- kebiasaan penggunaan gas yang tidak beraturan dengan tidak memperhatikan kondisi *engine*,
- penggunaan per (spring) *racing* yang tidak sesuai *spec load spring* yang ditetapkan.

3.2 TAHAP *MEASURE* (PENGUKURAN)

Pada tahap *Measure* ini aktivitas utama yang dilakukan adalah menghitung kondisi kemampuan proses (*capability process*) dimana outputnya adalah nilai *Cp*, *Cpk*, *PPM* dan *sigma level*. Kemampuan proses yang akan dihitung terlebih dahulu dengan melakukan pemetaan proses part kemudian menentukan *critical point* dengan membuat *logic tree diagram* pada proses part tersebut. Adapun kemampuan proses (*capability process*) yang akan dihitung antara lain :

1. Elastisitas Spring pada *Spring Clutch*.
2. Dimensi pada *Cover R Crank Case*.
3. Dimensi *Rod Clutch Lifter*.
4. Dimensi *Comp, Lever Clutch*.

Sedangkan untuk mengetahui *density* dan kekerasan material kampas kopling dilakukan pengetesan khusus dengan metode khusus yang dilakukan oleh maker kampas kopling karena material kampas kopling tidak mempunyai standard umum (ISO, JIS, HES) dalam pengetesan (know how maker).

3.2.1 Pengukuran Elastisitas *Spring Clutch*

Pada pengukuran *spring clutch* ini aktivitas yang dilakukan adalah menghitung kondisi kemampuan proses (*capability process*) yang mempengaruhi nilai elastisitas *spring clutch* dengan langkah urutan aktivitas sebagai berikut :

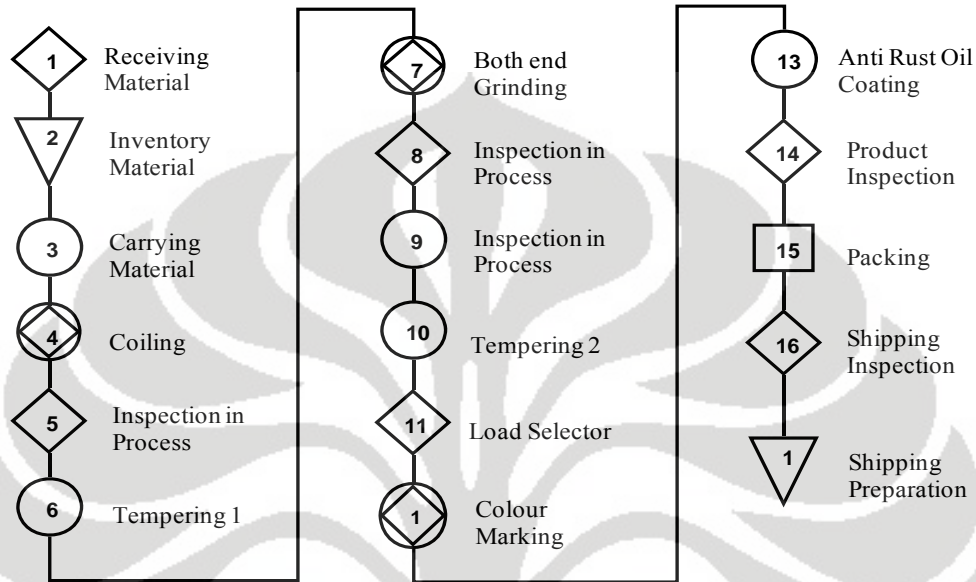
1. Melakukan pemetaan proses *spring clutch* dalam bentuk *Operation Process Chart (OPC)*.
2. Menentukan *critical point* yang akan diukur kemampuan prosesnya dalam bentuk *logic tree diagram*.
3. Pengukuran kemampuan proses (*capability process*).



Gambar 3.8. Ilustrasi Komponen Kopling *Spring Clutch*

Pemetaan Peta Proses *Spring Clutch*

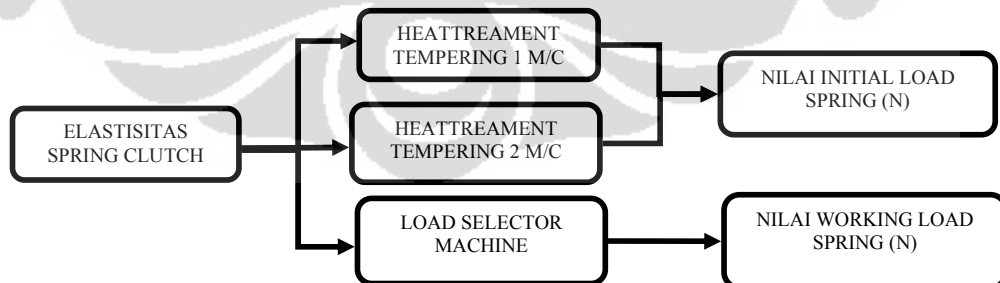
Pemetaan proses untuk salah satu komponen kopling yaitu *spring clutch* dipetakan dalam bentuk *Operation Process Chart* (OPC) dengan chart seperti dibawah ini.



Gambar 3.9. Peta Proses *Spring Clutch*

Logic Tree Diagram Elastisitas Spring Clutch

Berdasarkan langkah *define*, salah satu indikasi terjadinya kopling terbakar adalah elastisitas spring yang berpengaruh pada kinerja kopling dalam mentransmisikan daya dari putaran mesin ke putaran roda. Untuk mengetahui nilai elastisitas *spring clutch*, maka dapat dilihat pada *logic tree diagram* dibawah ini.



Gambar 3.10. Logic Tree Diagram Elastisitas *Spring Clutch*

Pengukuran Kemampuan Proses (Cp)

Pengukuran kemampuan proses yang diukur adalah point-point yang mempengaruhi terhadap nilai elastisitas *spring clutch* antara lain :

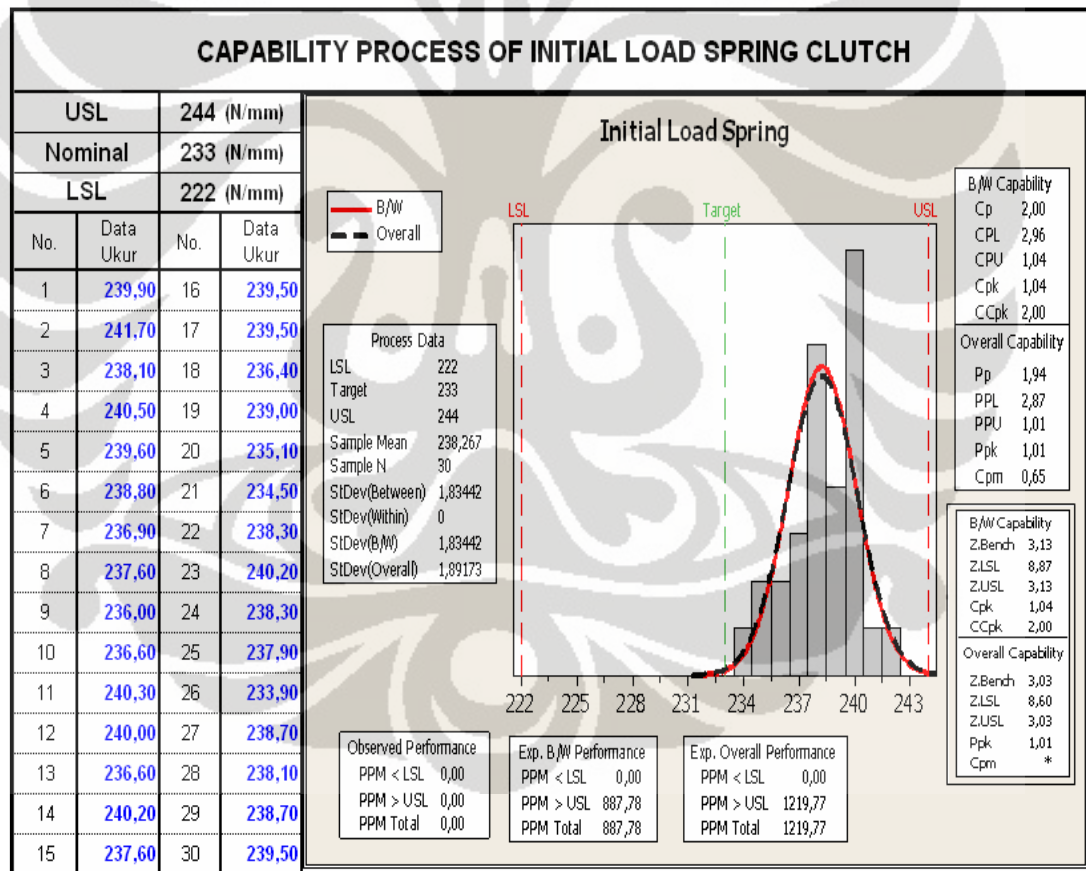
1. *Initial Load Spring (Newton).*
2. *Working Load Spring (Newton).*

Keterangan hasil berdasarkan nilai Cp dan Cpk adalah sebagai berikut :

- Proses Tidak Baik : Cpk atau Cp < 0,67
- Proses Cukup : 0.67 < Cpk atau Cp < 1
- Proses Baik : 1 < Cpk atau Cp < 1.33
- Proses Sangat Baik : Cpk atau Cp > 1.33

Perhitungan Cp, Cpk menggunakan bantuan *software Minitab 14*

1. *Initial Load Spring (Newton).*

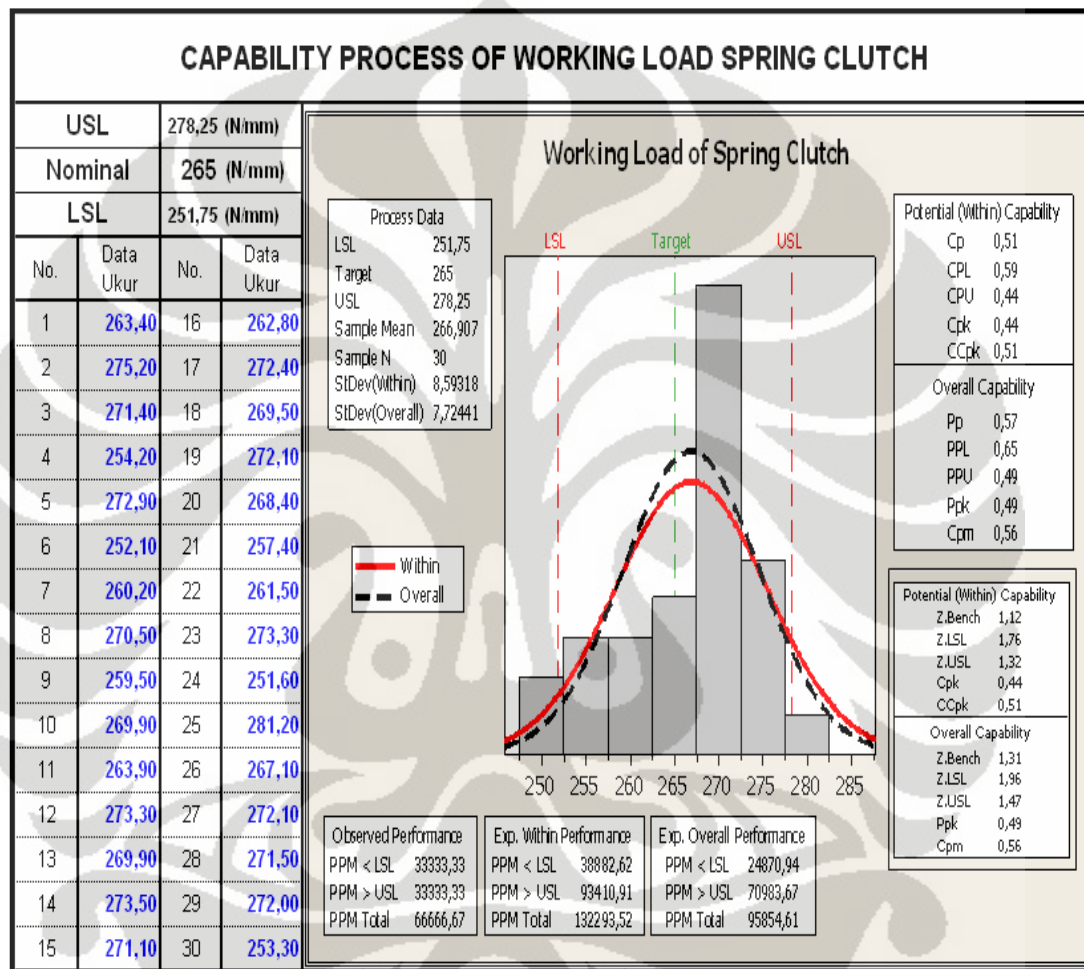


Gambar 3.11. Grafik Data Cp, Cpk *Initial Load Spring Clutch*

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
2,00	1,04	1219,77	3,03 sigma	Proses Sangat Baik	OK

2. Working Load Spring (Newton).



Gambar 3.12 Grafik Data Cp, Cpk Working Load Spring Clutch

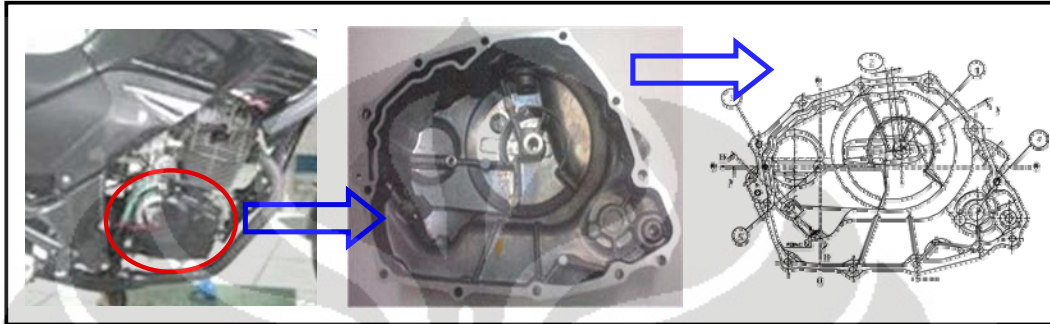
Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
0,51	0,44	95854,61	1,31 sigma	Proses Tidak Baik	NG

3.2.2 Pengukuran Dimensi *Cover R Crank Case*

Langkah Measure atau pengukuran untuk *Cover R Crank Case* ini menggunakan beberapa tool yaitu :

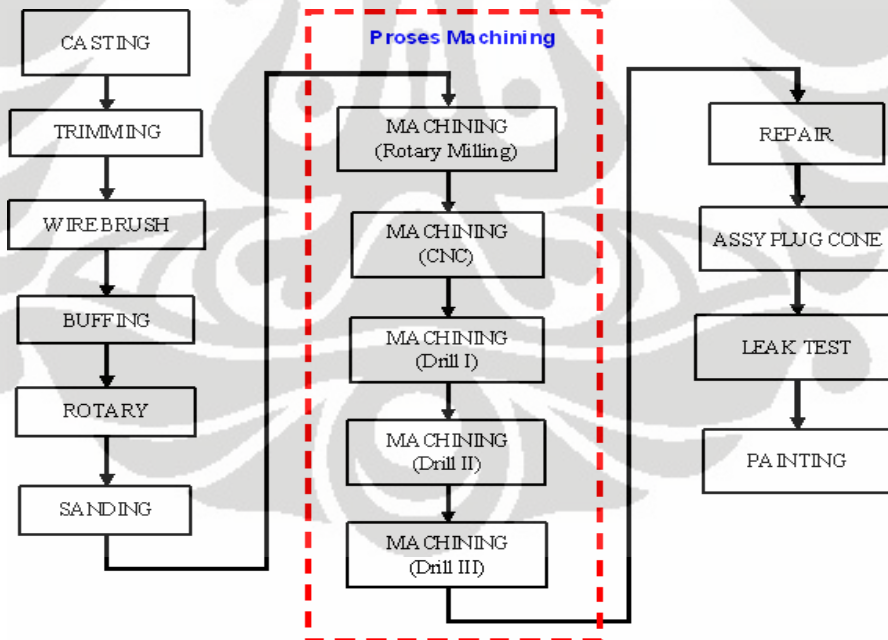
1. Pemetaan Proses (Process Mapping), dan
2. Pengukuran Kemampuan Proses (Capabilty Process).



Gambar 3.13 Ilustrasi *Cover R Crank Case*

3.2.2.1 Peta Proses *Cover R Crank Case*


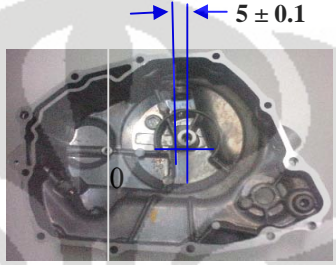


Pada peta proses *Cover R Crank Case* ini yang dilakukan pemetaan adalah pada proses *machining*, karena semua dimensional ditentukan oleh proses *machining*.



Gambar 3.14 Peta Proses *Cover R Crank Case*

Pada gambar peta proses diatas terdapat *critical process* yang berpengaruh pada kinerja kopling (*clutch system*) yaitu proses drilling 1 dan drilling 2 yang digambarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Pemetaan *Critical Process Cover R Crank Case*

Proses	<i>Critical Point</i>	Pengaruh Part Terhadap Kopling
Machining (Drill 1) 	 <p>Lubang Posisi X</p>	Jarak Vertikal 5 ± 0.1 disamping adalah pengaruh Rod Clutch yang berfungsi pengaruh Cover R Crank Case terhadap kopling (Clutch Assy)
Machining (Drill 2) 	 <p>Lubang Posisi Y</p>	Jarak Horizontal 68 ± 0.1 disamping adalah dudukan lever clutch yang berfungsi pengaturan system kopling

3.2.2.2 Pengukuran Kemampuan Proses *Cover R Crank Case*

Berdasarkan tabel pemetaan *critical process* diatas, ada 2 point lubang yang diukur kemampuan prosesnya (*Capability Process*), yaitu :

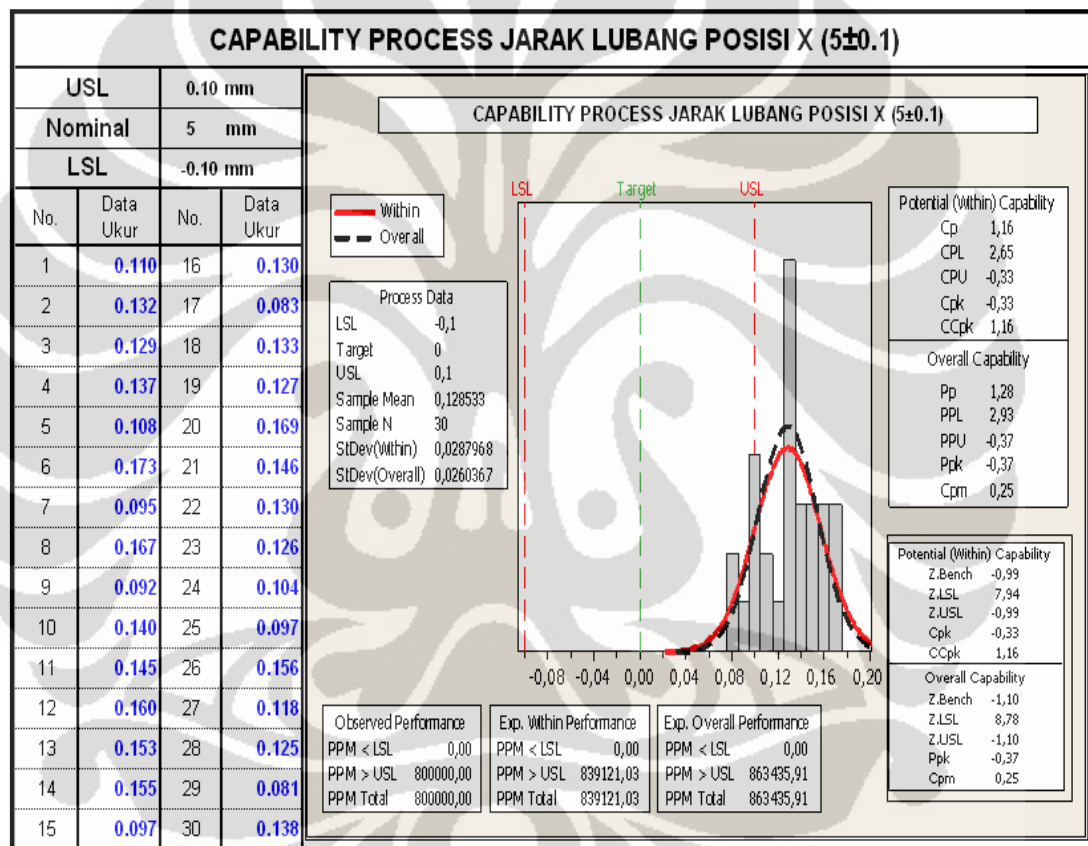
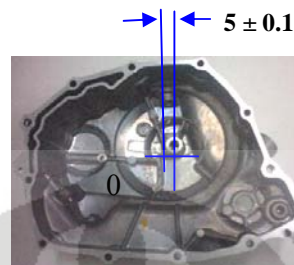
1. Jarak (vertikal) lubang posisi X dengan dimensi $5 \pm 0,1$ mm
2. Jarak (horizontal) lubang posisi Y dengan dimensi $68 \pm 0,1$ mm

Keterangan hasil berdasarkan nilai Cp dan Cpk adalah sebagai berikut :

- Proses Tidak Baik : Cpk atau Cp < 0,67
 Proses Cukup : $0.67 < Cpk$ atau Cp < 1
 Proses Baik : $1 < Cpk$ atau Cp < 1.33
 Proses Sangat Baik : Cpk atau Cp > 1.33

Perhitungan C_p , C_{pk} menggunakan bantuan *software Minitab 14*

1. *Capability Process* Jarak lubang posisi X dengan dimensi $5 \pm 0,1$ mm

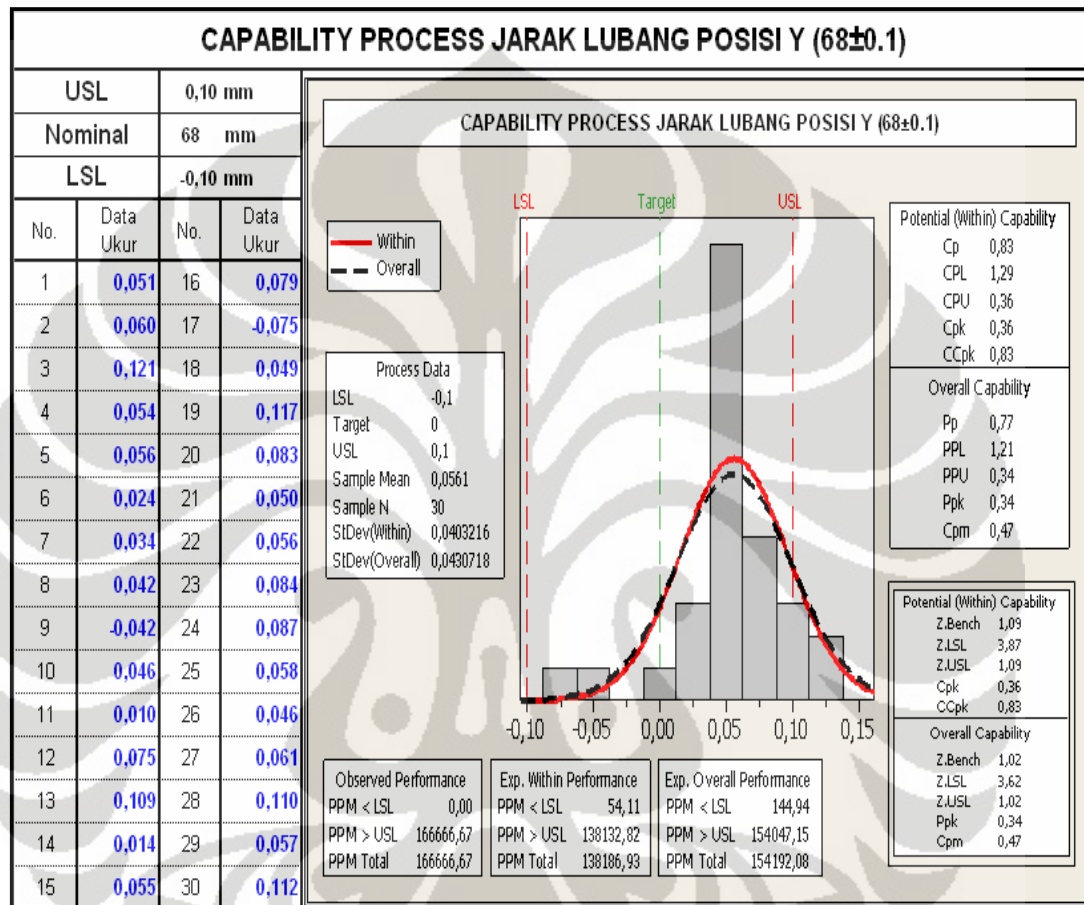
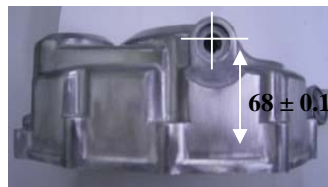


Gambar 3.15. Grafik Data C_p , C_{pk} Jarak Lubang $5 \pm 0,1$ (Posisi X)

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai :

C_p	C_{pk}	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
1,16	-0,33	863435,91	-1,10 sigma	Proses Tidak Baik	NG

2. *Capability Process* Jarak Lubang posisi Y dengan dimensi $68 \pm 0,1$ mm



Gambar 3.16. Grafik Data Cp, Cpk Jarak Lubang 68±0,1 (Posisi Y)

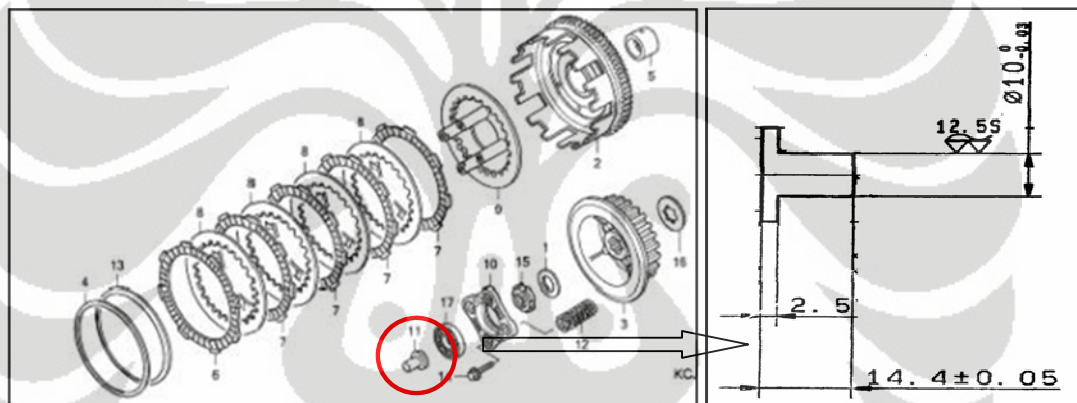
Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
0,83	0,36	154192,08	1,09 sigma	Proses Tidak Baik	NG

3.2.3 Pengukuran Dimensi Rod Clutch Lifter

Rod clutch lifter adalah salah satu komponen kopling (clutch assy) yang berfungsi sebagai pengarah antara komponen kopling, part ini sangat berpengaruh pada sistem kopling sepeda motor karena apabila komponen kopling tidak simetris maka akan terjadi disfungsi kopling.

Pengukuran *rod clutch lifter* ini dilakukan pada *part claim*, dalam pengukuran part ini tidak dilakukan pengukuran kemampuan proses (capability process) dan *process mapping* karena komponen part ini import atau sifatnya *purchase part* sehingga proses manufacturing tidak bisa dianalisa, apabila ditemukan masalah secara dimensional maupun lab maka akan dilakukan claim atau *reject* kepada pembuat (maker) part ini.



Gambar 3.17. Ilustrasi Rod Clutch Lifter

Tabel 3.4 Data Ukur *Part Claim Rod Clutch Lifter* Yang Diterima Dari Market

Point Check	Satuan	Standard	Hasil Ukur Part Claim										Hasil
			Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7	Unit 8	Unit 9	Unit 10	
Diameter	mm	$10^{0}_{-0,03}$	-0,030	-0,025	-0,025	-0,026	-0,015	-0,022	-0,018	-0,021	-0,018	-0,022	OK
Roughness	μm	12,5 maks	4,81	2,85	7,8	6,58	5,51	4,81	3,83	5,23	6,43	8,21	OK
Length	mm	$14,4^{+0,05}$	14,41	14,43	14,37	14,4	14,39	14,44	14,42	14,38	14,39	14,41	OK
		$2,5^{+0,3}_{0}$	2,67	2,72	2,59	2,63	2,71	2,75	2,53	2,64	2,55	2,76	OK

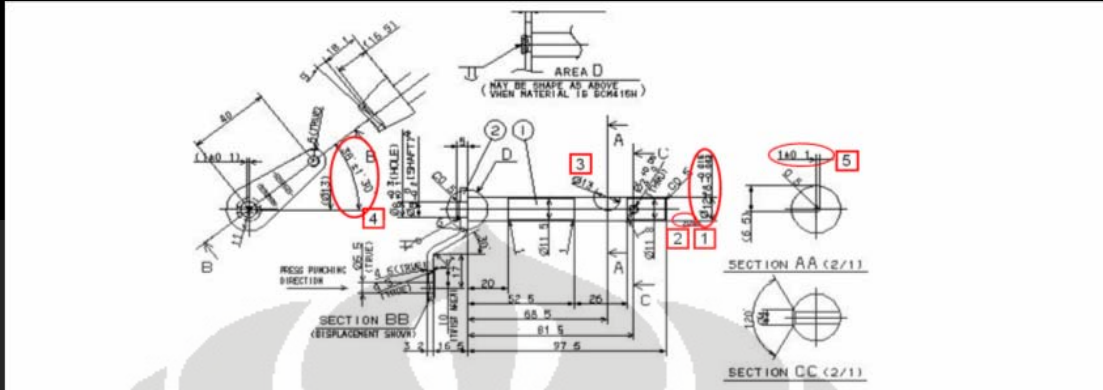
Berdasarkan data ukur diatas, maka secara dimensi part *rod clutch lifter* tidak ditemukan masalah secara dimensional sehingga kesimpulannya part tersebut dinyatakan **OK** dan tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

3.2.4 Pengukuran Dimensi *Lever Comp, Clutch*

Lever comp, clutch berfungsi untuk mengatur kinerja clutch sistem dalam keadaan *engage* (normal) dan dalam keadaan *stalled* (bekerja). Dimensi-dimensi *lever comp, clutch* sangat mempengaruhi dalam fungsi kopling.

Dalam masalah kopling terbakar ini, salah satu indikasi terjadinya masalah tersebut adalah menyimpangnya dimensi *lever comp, clutch* (out of spec), maka dalam hal ini perlu dilakukan analisa pengukuran terhadap part claim untuk part *lever comp, clutch* untuk mengetahui apakah part tersebut harus dilakukan perbaikan atau tidak.

Gambar 3.18. Ilustrasi *Lever Comp, Clutch*

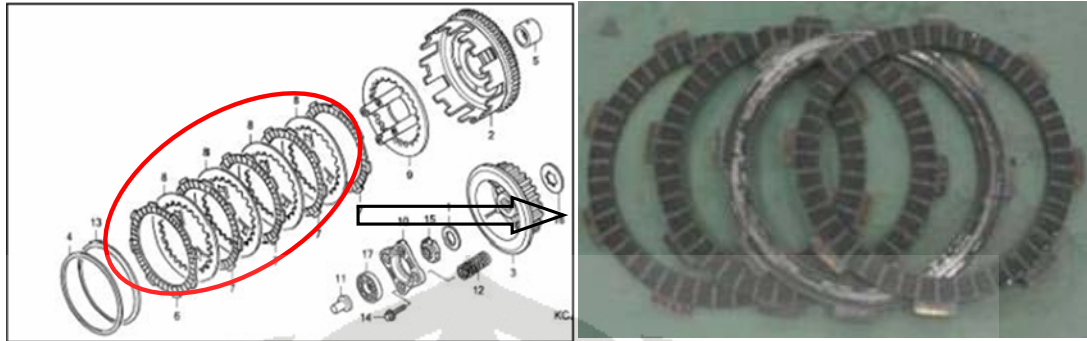
Tabel 3.5 Data Ukur *Part Claim Lever Comp, Clutch* Yang Diterima Dari Market


Point Check	Satuan	Standard	Hasil Ukur Part Claim										Hasil
			Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7	Unit 8	Unit 9	Unit 10	
1. Diameter	mm	12 ^{-0,016} -0,043	11,958	11,957	11,956	11,960	11,962	11,958	11,959	11,957	11,956	11,960	OK
2. Roughness	µm	6,3 maks	2,89	3,29	3,89	3,89	4,17	4,29	2,99	3,19	4,19	3,09	OK
3. Diameter Coakan	mm	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	OK
4. Angle	degree	38° ± 1°30'	38° 59' 43	38° 59' 50	38° 59' 48	38° 59' 46	38° 59' 40	38° 59' 30	38° 59' 41	38° 59' 47	38° 59' 48	38° 59' 49	OK
5. Offset	degree	1 ± 0,1	1,032	1,043	1,039	1,040	1,036	1,035	1,039	1,042	1,045	1,048	OK

Berdasarkan data ukur diatas, maka secara dimensi part *lever comp, clutch* tidak ditemukan masalah secara dimensional sehingga kesimpulannya part tersebut dinyatakan **OK** dan tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

3.2.5 Pengukuran *Density* dan *Hardness Material* Kampas Kopling

Pengukuran *density* dan *hardness material* dilakukan oleh maker kampas kopling dengan metode khusus dan output data yang dihasilkan adalah perbandingan data material yang membandingkan jenis material kampas kopling produk Indonesia dan produk Philipina yang memakai jenis material sama dan tidak mengalami keluhan.



Gambar 3.19. Ilustrasi Kampas Kopling (*Disk Clutch Friction*)

Point pengukuran yang dilakukan oleh maker adalah :

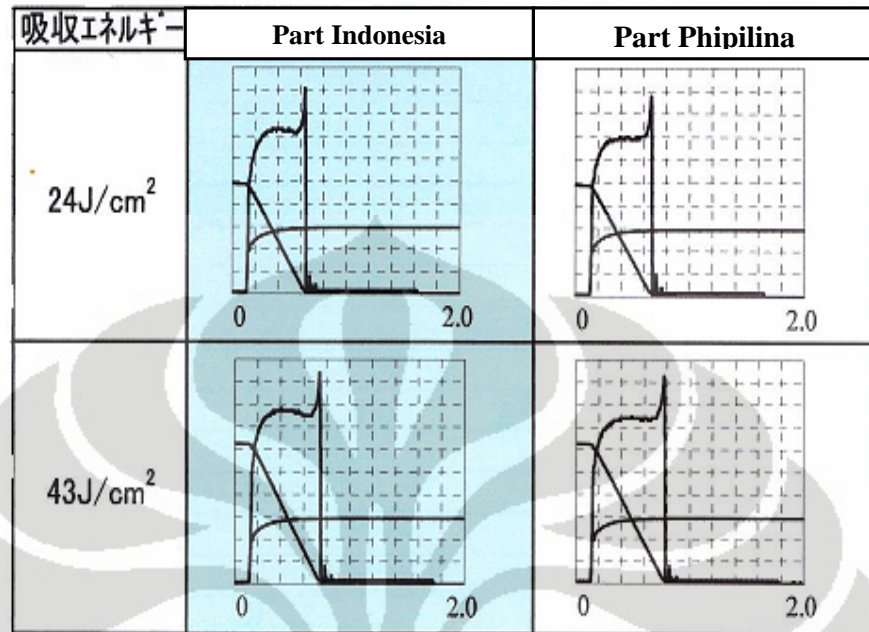
1. Kapasitas (load) kopling.
 2. Pemeriksaan karakteristik gesekan kampas kopling (clutch friction characteristic).
 3. Pemeriksaan kekuatan rekat antara kampas (paper disk) dengan pelat kopling (plate clutch).
1. Data pengukuran kapasitas (load) kopling.

Tabel 3.6. Data Ukur *Load Spring Clutch*

Point Check	Part Produksi	Part Produksi
	Indonesia	Philipina
Initial Koefisien Gesek (μ)	0,389	0,335
Torque (N/m)	159,7	142,2
Working Koefisien Gesek (μ)	0,258	0,233
Working Torque (N/m)	106	99
Tingkat Kelayakan (kali)	2,13	1,99

Sumber : Data hasil ukur oleh R&D FCC. Co. Ltd. Japan.

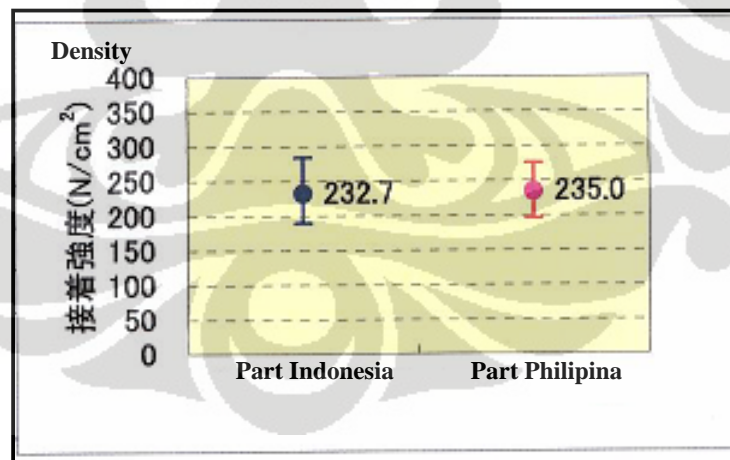
2. Pengukuran karakteristik gesekan kampas kopling (clutch friction characteristic).



Gambar 3.20. Grafik Clutch Friction Karakteristic

Sumber : Data hasil ukur lab. oleh R &D FCC. Co. Ltd. Japan.

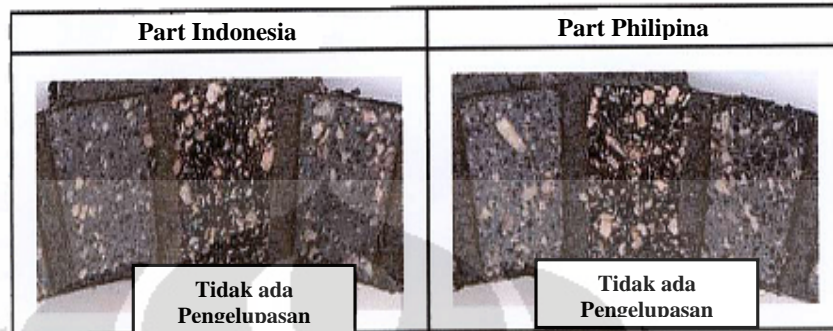
3. Pengukuran kekuatan rekat antara kampas (paper disk) dengan pelat kopling (plate clutch) yang bergesek.



Gambar 3.21. Grafik Kekuatan Rekat Kampas Kopling

Sumber : Data hasil ukur kerekatan material oleh R &D FCC. Co. Ltd. Japan

Kondisi struktur material kampas kopling yang mengalami gesekan dengan menggunakan foto mikro setelah pengetesan kerekatan antara kampas dengan pelat.



Gambar 3.22. Foto Mikro Material Kampas Kopling

Sumber : Data hasil foto mikro material oleh R &D FCC. Co. Ltd. Japan.

Kesimpulan pengukuran :

- Berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh R&D FCC Co. Ltd. Bahwa data pengukuran *load* material part Indonesia lebih tinggi yang berarti secara kekuatan load material lebih baik.
- Pengukuran karakteristik gesekan kampas kopling (clutch friction characteristic) dengan bobot energi yang berbeda yaitu 24 J/cm² dan 43 J/cm² antara part Indonesia dan part Philipina mempunyai level karakteristik material yang sama.
- Dari hasil pengukuran kekuatan rekat antara kampas (paper disk) dengan pelat kopling (plate clutch) yang bergesek antara part Indoensesia dan part Philipina mempunyai kekuatan rekat yang sama dan tidak diketemukan indikasi pengelupasan material kampas kopling.

Berdasarkan uraian kesimpulan pengukuran diatas, diputuskan bahwa material part dari Indonesia TIDAK BERMASALAH dan dinyatakan OK, untuk itu tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

BAB 4

ANALISA DAN PERBAIKAN MASALAH KOPLING TERBAKAR

4.1 TAHAP ANALYZE (ANALISA)

Aktivitas utama pada tahap *analyze* (analisa) ini adalah menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya masalah kopling terbakar berdasarkan hasil pada tahapan sebelumnya yaitu tahap *measurement*. Berikut analisa teknis berdasarkan hasil pengukuran (measurement) pada komponen part yang mempengaruhi kinerja kopling (clutch system) yang dapat menyebabkan terjadinya kopling terbakar.

Table 4.1. Analisa Teknis Penyebab Kopling Terbakar

Masalah Utama	Komponen Part yang Diindikasikan Bermasalah	Hasil Ukur (measurement)	Keterangan
Kopling (clutch assy) terbakar		OK	Berdasarkan Pengukuran Maker
		OK	Berdasarkan Pengukuran Part Claim
		NG	Berdasarkan Pengukuran Part Claim
		NG	Berdasarkan Pengukuran Part Claim
		NG	Berdasarkan Pengukuran Part Claim
		OK	Berdasarkan Pengukuran Part Claim

	<pre> graph LR A[ROD CLUTCH] --> B[DIMENSI] </pre>	OK	Berdasarkan Pengukuran Part Claim
--	---	-----------	-----------------------------------

Untuk penyelesaian indikasi masalah kopling (clutch assy) terbakar berdasarkan pada table analisa teknis diatas, maka untuk tahap *analyze* tool utama yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- Diagram Sebab-Akibat (Fishbone Diagram)
- *Failure Tree Analysis* (FTA)
- *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

4.1.1 Analisa Working Load Spring Clutch Lemah

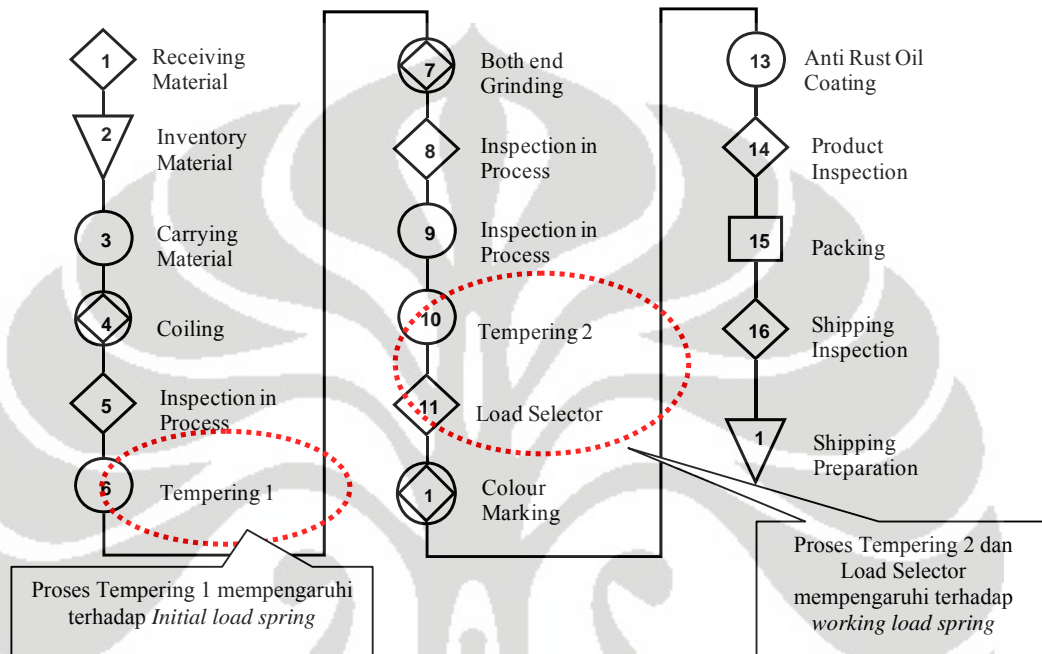
Spring Clutch merupakan salah satu sub part kopling (clutch assy) yang sangat berperan dalam kinerja sistem kopling. *Spring clutch* berfungsi untuk mengatur pergerakan kampas kopling pada waktu mentransmisikan daya berdasarkan rpm mesin pada waktu kondisi *idle* (free) dan kondisi *engaged* (running), apabila kondisi *load spring clutch* lemah (minus) maka dalam posisi idle akan menyebabkan kampas kopling terjadi gesekan (friction) sehingga menyebabkan terjadinya kopling terbakar.

Pada kondisi standard, apabila sepeda motor dalam kondisi *idle* maka kampas kopling tidak bergesekan dengan plate kopling (free), dan dapat mentransmisikan daya dari rpm mesin ke putaran roda (engaged condition) ketika tuas *lever handle* kopling dilepas dengan rpm minimum 2000rpm maka antara kampas kopling dan plate kopling akan menempel (tidak bergesekan) dan akan mentransmisikan daya.

Load spring cluth merupakan salah satu hal penting yang harus dipenuhi supaya kopling dapat bekerja dengan baik. *Load spring* sendiri ada 2 standard karakteristik yang harus dicapai yaitu *initial load spring* dan *working load spring* dan keduanya sangat dominan dipengaruhi oleh oleh factor proses heattreatment yaitu proses tempering.

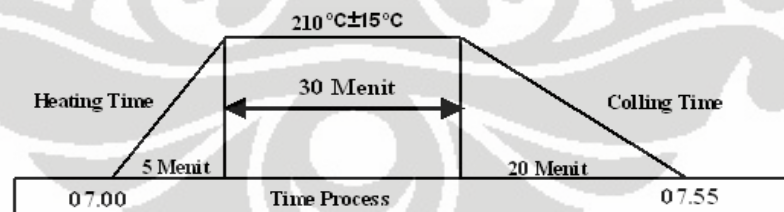
4.1.1.1 Analisa Proses Spring Clutch

Berdasarkan hasil *measurement* (pengukuran) sebelumnya bahwa faktor yang bermasalah adalah *working load spring* lemah. Berikut flow proses yang menunjukkan factor yang berpengaruh pada *load spring clutch*.



Gambar 4.1. *Critical Process Spring Clutch*

Parameter proses tempering berdasarkan *flow process* diatas adalah :

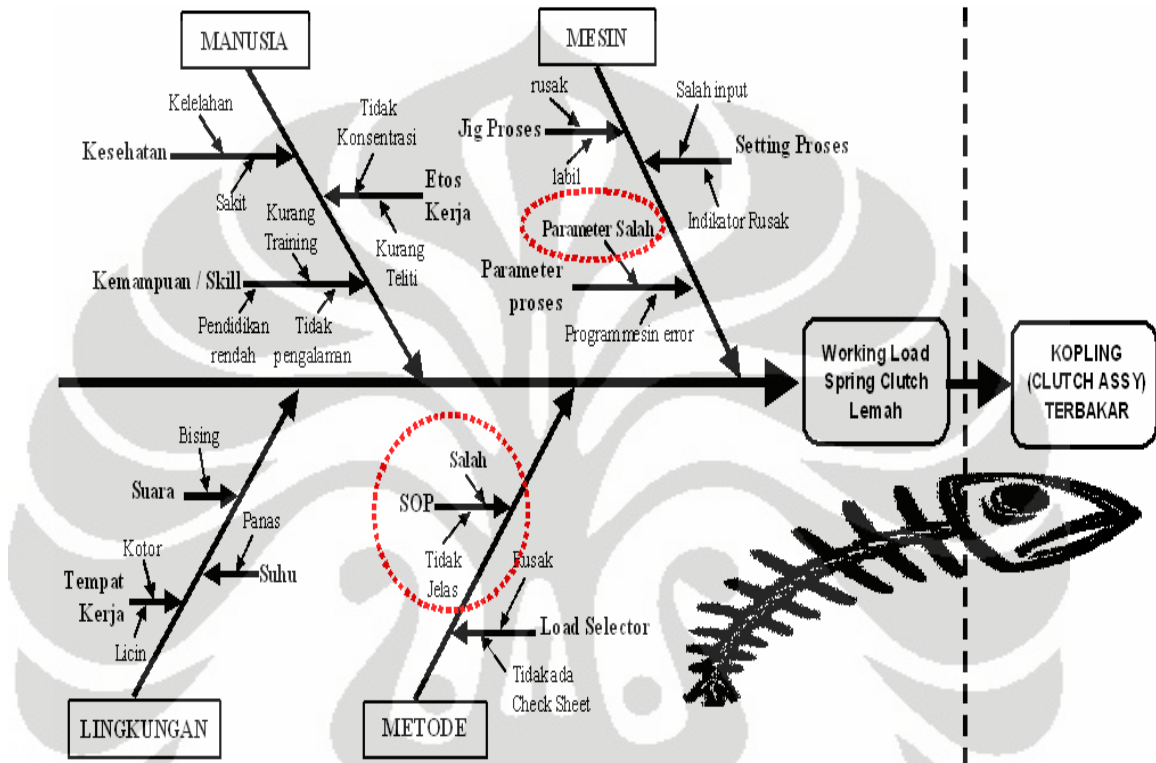


Gambar 4.2 Parameter Proses *Tempering Spring Clutch*

Berdasarkan parameter proses *tempering* diatas, hal yang mempengaruhi terhadap lemahnya *working load spring* adalah *heating time* yang terlalu pendek. *Heating time* yang terlalu pendek menyebabkan belum terbentuknya struktur

stressing material yang berdampak pada lemahnya kekuatan (load) pada *spring* tersebut.

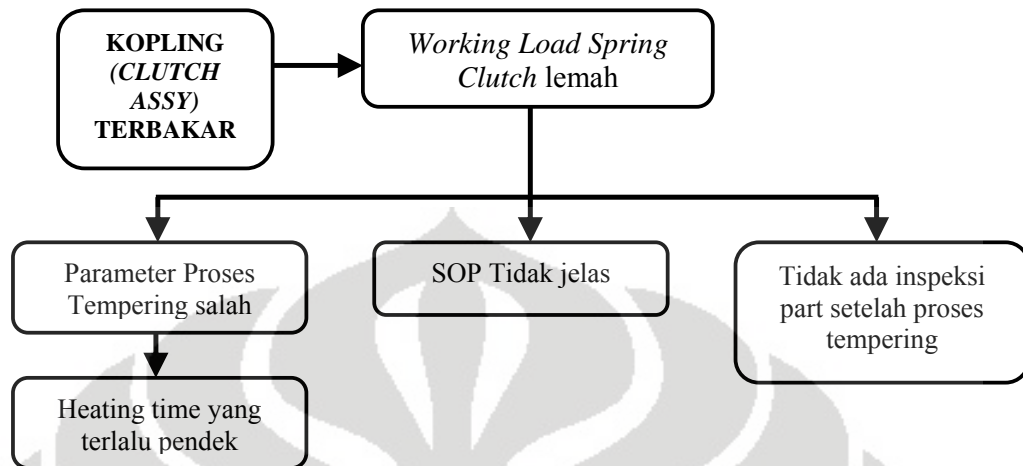
4.1.1.2 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*) *Working Load Spring* lemah



Gambar 4.3 Diagram Sebab-Akibat *Working Load Spring* Lemah

Berdasarkan diagram sebab-akibat diatas faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *working load spring* lemah yang paling dominan adalah pada parameter pengaturan program mesin yang tidak tepat untuk kondisi sekarang dan SOP yang mencantumkan parameter proses yang tidak tepat.

4.1.1.3 Failure Tree Analysis (FTA) Working Load Spring Lemah



Gambar 4.4 Failure Tree Analysis Proses Tempering

4.1.1.4 Tabel Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk melihat proses bagian mana yang paling dominan menghasilkan kegagalan-kegagalan proses pembuatan *Spring clutch*. Berdasarkan *fishbone* diagram dan FTA *working load spring* perhitungan tabel FMEA adalah sebagai berikut :

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

RPN (Risk Priority Number) : Kalkulasi angka resiko untuk suatu *Failure mode*, nomor ini digunakan untuk menempatkan prioritas pada hal yang memerlukan rencana kualitas tambahan.

SEV (Severity) / Kepelikan : Berapa penting pengaruh dari akibat (Effect) terhadap pelanggan (internal atau eksternal).

OCC (Occurence) / Kejadian : Bagaimana kemungkinan Sebab (Cause) dari *Failure Mode* akan terjadi.

DET (Detection) / Deteksi : Bagaimana sistem yang ada mendeteksi Sebab (Cause) atau *Failure Mode* apabila kejadian berlangsung.

Tabel 4.2. *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) Proses Tempering

No.	Process Step (Function)	Potential Failure Mode (Process Deffect)	Potential Failure Effect	S E V	Potential Causes	O C C	Current Control	D E T	R P N
1	Heating Time	Load Spring lemah	Kopling tidak akan bisa mentransmisikan daya dengan sempurna	5	Seetingan parameter proses	5	Tidak ada inspeksi	8	200
2	Process time temper	Struktur material berubah	Spring tidak elastis (tidak bisa dipakai)	5	Settingan parameter proses	2	Pengecekan struktur material berkala per lot produksi	5	50
3	Cooling time	Material getas	Spring mudah patah (getas)	5	Settingan parameter proses	4	Inspeksi part	5	100

4.1.2 Analisa Dimensi *Cover R Crank Case Out of Spec*

Salah satu penyebab kopling tidak dapat bekerja secara normal dalam mentransmisikan daya dari putaran mesin ke roda adalah dikarenakan salah satu part yang menunjang dalam kerja kopling (clutch system) yaitu *Cover R Crank Case* bermasalah sehingga menyebabkan kopling selip dan terbakar. Berdasarkan data pengukuran (measurement) yang didapatkan bahwa terjadi penyimpangan dimensi jarak lubang pengarah *Rod Clutch Lifter* (posisi X) dan dimensi jarak lubang dudukan *Lever Comp, Clutch* (posisi Y).

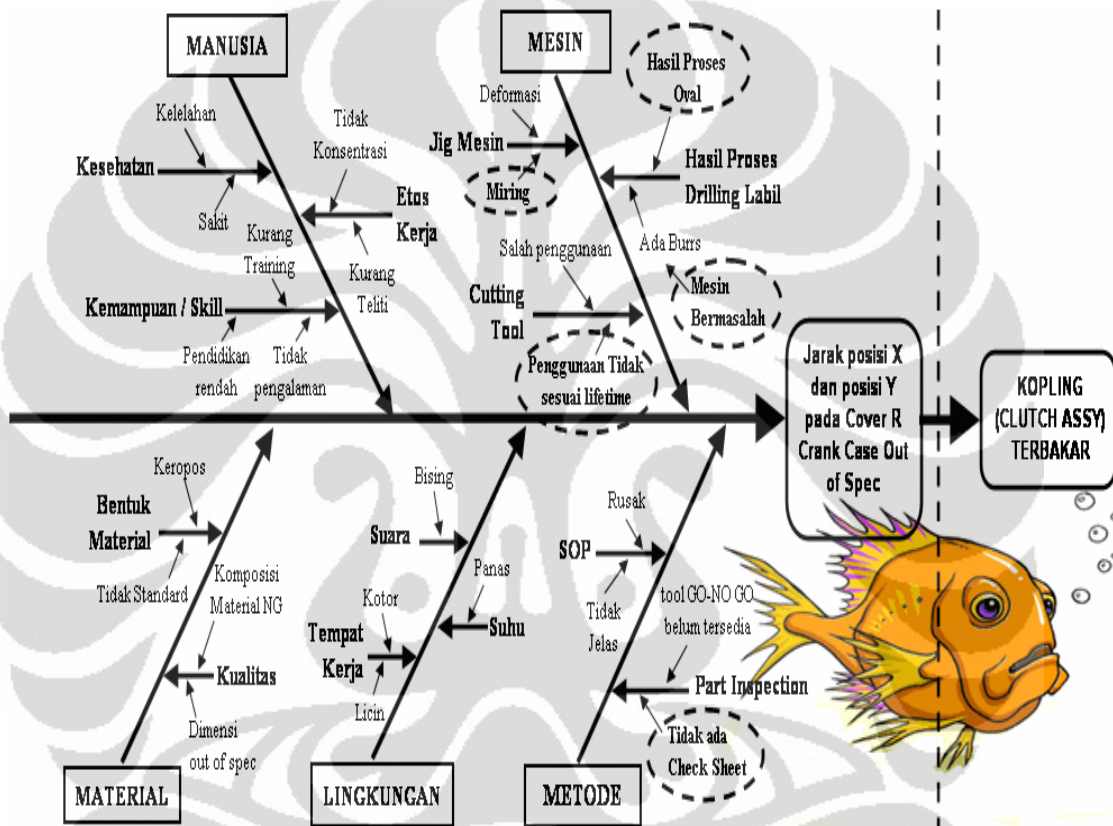


Gambar 4.5. Ilustrasi bagian part yang berpengaruh pada sistem kopling

4.1.2.1 Diagram Sebab-Akibat *Cover R Crank Case Out of Spec*.

Diagram sebab akibat berfungsi untuk mencari faktor dominan yang kemungkinan timbul berdasarkan 5M+1E, seperti terlihat pada Gambar 4.2 *Fishbone Diagram*. Berdasarkan Gambar 4.6 *Fishbone Diagram* dapat disimpulkan beberapa faktor dominan yang kemungkinan menyebabkan dimensi

Cover R Crank Case Out of spec adalah dari faktor Mesin (Machine), untuk faktor-faktor yang lain tidak terlalu berpengaruh dominan. Faktor mesin tersebut terutama adalah proses labil pada proses *drilling* dan *reamer*, hal ini diperkuat dari hasil pengukuran kemampuan proses (C_p) untuk jarak lubang pengarah *rod clutch lifter* (5 ± 0.1) dan jarak lubang dudukan *lever comp, clutch* (68 ± 0.1) yang mempunyai nilai yang tidak bagus.

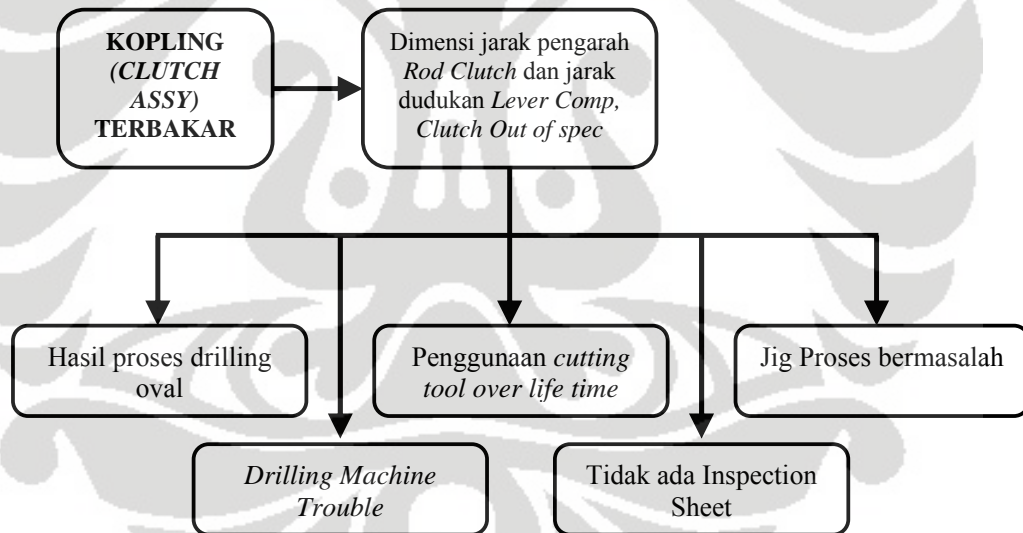


Gambar 4.6. Diagram Sebab-Akibat *Cover R Crank Case Out of Spec*

Pada diagram sebab-akibat diatas dapat disimpulkan bahwa yang faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya dimensi *out of spec* pada *Cover R Crank Case* sehingga kerja kopling (clutch system) tidak dapat bekerja secara normal, antara lain :

1. Pada faktor mesin yang digunakan :
 - Hasil proses *drilling* oval untuk lubang dudukan *lever comp, clutch* sehingga kemampuan proses (C_p) untuk jarak lubang tidak bagus (labil).
 - Penggunaan *cutting tool* yang tidak sesuai *life time standard cutting tool* sehingga jarak lubang dimensi point $5\pm 0,1$ hasil proses *out of spec.* (cenderung hasil minus)
 - Bermasalah pada jig proses.
 - Bermasalah pada mesin yang digunakan yang menyebabkan hasil proses timbul *burrs* (sisa hasil proses).
2. Pada faktor metode yang dipakai :
 - Belum adanya *Inspection Sheet* untuk mengontrol point jarak pengarah *rod clutch lifter* (5 ± 0.1) dan jarak dudukan *lever comp, clutch* (68 ± 0.1).

4.1.2.2 Failure Tree Analysis (FTA) Cover R Crank Case Out of Spec



Gambar 4.7. Failure Tree Analysis Cover R Crank Case out of spec

4.1.2.3 Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Proses Machining

Tabel 4.3 FMEA Proses Machining Cover R Crank Case

No.	Process Step (Function)	Potential Failure Mode (Process Deffect)	Potential Failure Effect	SEV	Potential Causes	OCC	Current Control	DET	RPN
Rotary Milling									
1	Kekasaran permukaan Cover R Crank Case	Permukaan kasar.	Tidak bisa di assy dengan blok mesin.	2	Cutting tool aus	5	Inspeksi Periodik	4	40
	Ketinggian Cover R Crank Case	Ketinggian tidak sesuai standard.	Engine bocor.	5	Kesalahan setting proses, cutting tool aus	5	Inspeksi Periodik	4	100
	Flatness Permukaan	Permukaan bergelombang	Engine bocor.	2	Pahat aus, Jig labil	5	Inspeksi Periodik	4	40
CNC Lathe									
2	Pararelism	Tidak sejajar	Tidak bisa di assy dengan blok mesin	2	Salah offset program	2	Inspeksi Periodik	4	16
	Scratch	Permukaan tergores	Visual tidak bagus	4	Cutting tool gompal, operator lalai	4	Cek visual 100%	2	32

	Dimensi	Ukuran <i>out of spec</i>	Tidak bisa assy dengan part terkait	5	Salah program pada proses, kalibrasi alat ukur	4	<i>Quality Inspection Standard</i>	2	80
	Kekasaran (<i>roughness</i>) area proses lathe	Kekasaran <i>out of tolerance</i>	Hasil painting kasar, visual tidak bagus	2	Cutting tools aus, salah program	4	<i>Cek visual base on limit sample</i>	2	16
3	Drilling								
	Diameter dalam	Diameter plus	<i>Rod clutch lifter</i> dan <i>lever comp clutch</i> tidak bisa berfungsi	8	Mata bor aus, Jig labil, salah penggunaan mata bor	4	Inspeksi Periodik	4	128
		Diameter minus	Tidak bisa di assy dengan <i>rod clutch lifter</i> dan <i>lever comp clutch</i>	8	Mata bor aus, Jig labil, salah penggunaan mata bor	4	Inspeksi Periodik	4	128
	Kebulatan (<i>Ovality</i>)	Lubang oval	Fungsi <i>lever comp clutch</i> mempengaruhi kerja kopling	8	Cutting tool aus, jig labil	10	Tidak ada inspeksi point kebulatan	8	640
	Ketegaklurusan	Bidang lubang miring / tidak tegak lurus	Fungsi <i>rod clutch lifter</i> dan <i>lever comp clutch</i> mempengaruhi kerja kopling	8	Jig labil	10	Tidak ada inspeksi point kebulatan	8	640

4.2 TAHAP *IMPROVE* (PERBAIKAN)

Aktivitas utama dalam tahap *improve* (perbaikan) adalah membuat ide-ide perbaikan terhadap faktor-faktor utama dalam tahap analisa. Berdasarkan tabel FMEA yang telah dilakukan dibuat, berikut tabel analisa teknis (metode 5-why) dan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) terhadap faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kopling terbakar adalah :

Tabel 4.4. Tabel Analisa Kopling Terbakar (Metode 5-Why)

Gejala	Mengapa ?	Mengapa ?	Mengapa ?	Mengapa ?	Mengapa ?	RPN
Kopling (clutch assy) terbakar	<i>Working load spring</i> lemah	Parameter proses salah	Heating time terlalu pendek	Setting program mesin salah	PQCS salah	200
			<i>Colling time</i> terlalu lama	Setting program mesin salah	PQCS salah	100
	Jarak pengarah <i>rod clutch lifter</i> menyimpang	<i>Ovality</i> lubang menyimpang dari standard	<i>Cutting tools</i> aus	Pemakaian <i>cutting tools</i> tidak standard	-	640
	Jarak dudukan <i>lever comp, clutch</i> menyimpang	<i>Ovality</i> lubang menyimpang dari standard	<i>Cutting tools</i> aus	Pemakaian <i>cutting tools</i> tidak standard	-	640
			Proses <i>reamer</i> miring	Posisi benda kerja labil	Tidak ada jig proses dan jig inspeksi	640

Aktivitas perbaikan yang dilakukan berdasarkan tabel analisa diatas antara lain :

1. Perbaikan parameter proses tempering pada point heating time dan cooling time untuk *working load spring clutch* beserta perbaikan *Process Quality Check Sheet* (PQCS).
2. Melakukan pengukuran kemampuan proses (capability process) setelah perubahan parameter proses *working load spring clutch*.
3. Perbaikan proses *drilling* yang kebulatannya (ovality) jelek pada jarak lubang dudukan *lever comp, clutch* dan jarak pengarah *rod clutch lifter* pada *Cover R Crank Case*.

4. Melakukan standarisasi pemakaian *cutting tool* pada proses *drilling Cover R Crak Case*.
5. Desain dan pembuatan *Jig Inspection* untuk point diameter *dudukan lever comp clutch*.
6. Melakukan pengukuran kemampuan proses (*capability process*) pada *Cover R Crank Case* setelah perbaikan proses, standarisasi pemakaian *cutting tools* dan penggunaan *jig inspection*.


4.2.1 Perbaikan Parameter Proses *Tempering Spring Clutch*

Pada proses tempering terdapat 3 fase untuk mencapai tingkat kekerasan dan elastisitas spring, fase proses tersebut antara lain : fase *heating time* (pemanasan awal), fase *process time* (pemanasan) dan fase *colling time* (pendinginan) dengan menggunakan media udara. Fase yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan (*load*) *spring* yaitu pada fase *heating time* karena pada saat *heating time part* yang diproses membentuk *stressing material*, apabila waktu *heating time*-nya kurang maka *stressing* struktur material yang terbentuk menjadi tidak sempurna yang berdampak pada lemahnya kekuatan (*load*) *spring*.

Standard proses yang telah ditetapkan sebelumnya total waktu proses *tempering spring clutch* adalah 55 menit yang terdiri dari *heating time* 5 menit, *process time* 30 menit dan *cooling time* 20 menit dan berdasarkan hasil pengukuran pada tahap *measurement* didapatkan nilai :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
0,51	0,44	95854,61	1,31 sigma	Proses Tidak Baik	NG

Tabel 4.5 Process Quality Control Sheet Spring Clutch Proses Tempering
(Current Condition)

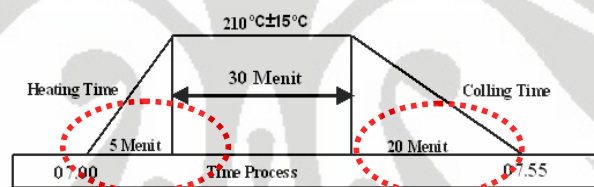
PROCESS QUALITY CONTROL SHEET																	
Part No. / Part Name : 22401-KCN-7100 / SPRING CLUTCH																	
No	PROCESS	CHARACTERISTIC							MANUFACTURING CONDITION CONTROL (MACHINE, DIE, FAIL-SAFE DEVICE, OIL PRESSURE, VOLTAGE, TEMP, OTHERS)							DRAWING	
		F O C M	H O	CONTROL ITEM	SPEC	RESP. PRSN	CONF. METHODE	CONF. FREO	DATA FRMT.	FREQ. REP	F O C M	CONTROL ITEM	CONTROL STD	RESP. PRSN	CONF. METHODE		CONF. FREO
10	Tempering	1									Temperature	210 ± 15°C	Operator Prod.	Automatic Temperature Controller	Start of Working	Record Chart	
		2								Heating Time	5 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	-	-		
		3								Tempering	30 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	-	-		
										Cooling Time	20 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	-	-		

Vehicle Failure Mode : 1. Fire 2. Unstable to stop 3. Unable to run 4. Unable to turn 5. Electric shock 6. Non-conformity to regulation 7. Appearance - Product ability

Form No : PGCS/PPC2/HND/006

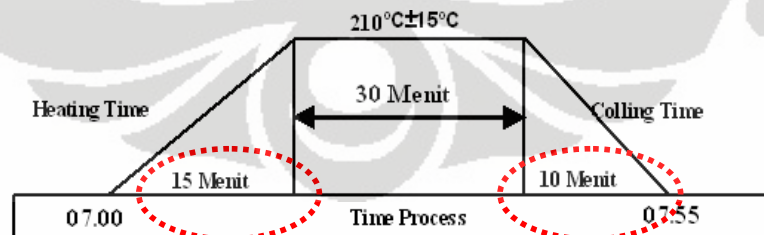
Route: Dept. Issued → CONF Dept. → Dept. Issued. (MMDDYY)

Maintain the original until : 12/12/2015



Gambar 4.8. Parameter Proses Tempering (Current Condition)

Dari hasil trial yang dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa komposisi waktu yang proses untuk mendapatkan nilai Cp yang baik, didapatkan perbaikan parameter proses sebagai berikut :


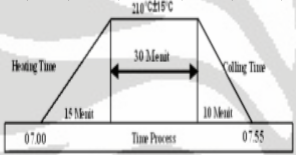


Gambar 4.9. Parameter Proses Tempering (After Improvement)

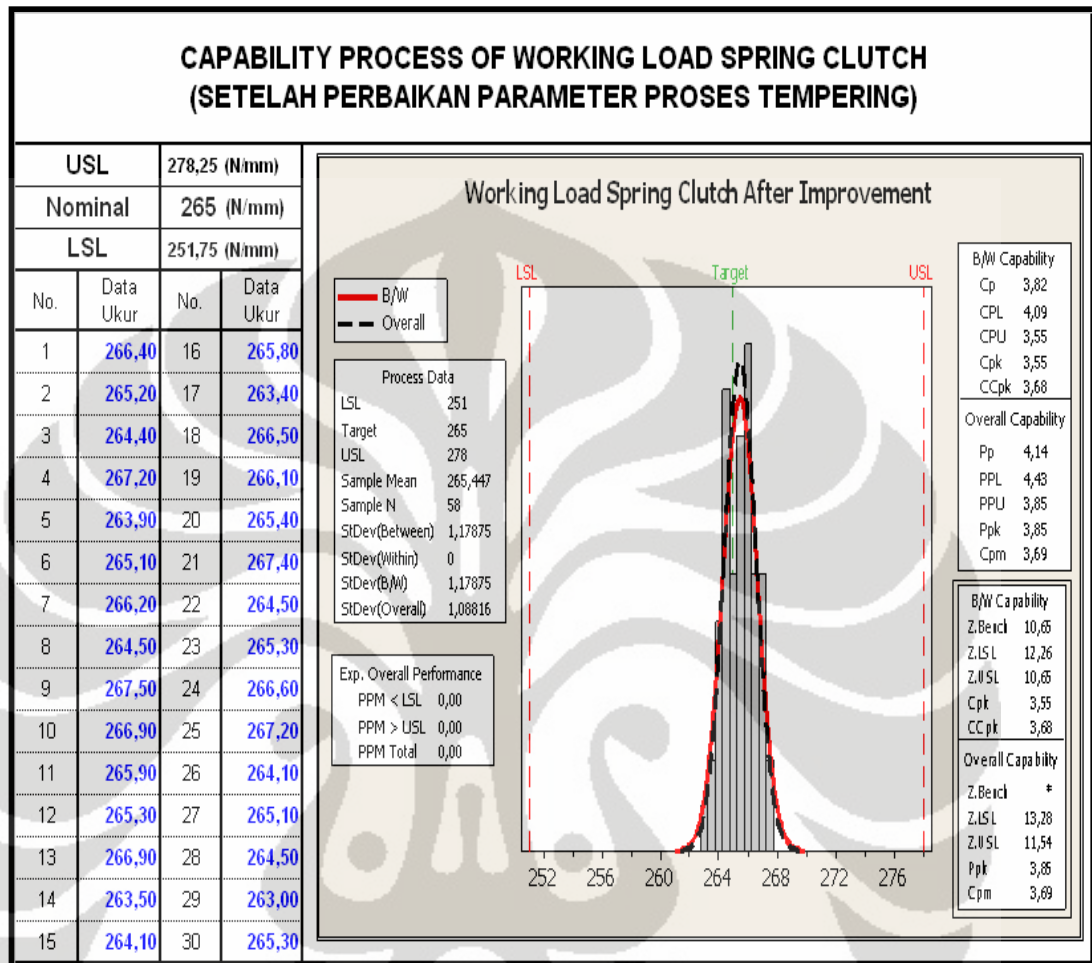
Perbaikan parameter proses *tempering* adalah seperti pada diagram fase proses diatas yaitu ada penambahan waktu pada *heating time* dari 5 menit menjadi 15 menit dan ada pengurangan *colling time* dari 20 menit menjadi 10 menit tetapi

total *process time* tetap 55 menit. Maka perbaikan standard prosesnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 *Process Quality Control Sheet Spring Clutch* Proses Tempering
(Perbaikan Parameter Proses)

PROCESS QUALITY CONTROL SHEET REVISED																			
Part No. / Part Name : 22401-KCN-7100 / SPRING CLUTCH																			
No	PROCESS	CHARACTERISTIC								MANUFACTURING CONDITION CONTROL (MACHINE, DIE, FAIL-SAFE DEVICE, OIL PRESSURE, VOLTAGE, TEMP, OTHERS)							DRAWING		
		F O C A L	H O	CONTROL ITEM	SPEC	RESP. PRSN	CONF. METHODE	CONF. FREO	DATA FRMT.	FREQ. REP	F O C A L	CONTROL ITEM	CONTROL STD	RESP. PRSN	CONF. METHODE	CONF. FREO		DATA FRMT.	FREQ. REP
10	Tempering		1								Temperature	210 ± 15°C	Operator Prod.	Automatic Temperature Controller	Start of Working	Record Chart			
			2								Heating Time	15 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	Scale of Timer	Record Chart			
			3									Tempering	30 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	Scale of Timer	Record Chart		
												Colling Time	10 Minute	Operator Prod.	Scale of Timer	Scale of Timer	1pcs/dot		
																			
Form No : PQCSPPC2HND006		Vehicle Failure Mode : 1. Fire 2. Unstable to stop 3. Unable to run 4. Unable to turn 5. Electric shock 6. Non-conformity to regulation 7. Appearance - Product ability Route: Dept. Issued → CONF Dept. → Dept. Issued. (MMDD/YY) Maintain the original until : 12 / 12 / 2015																	

4.2.2 Pengukuran Kemampuan Proses (Capability Process) *Tempering* setelah Perbaikan Parameter Proses *Tempering*.

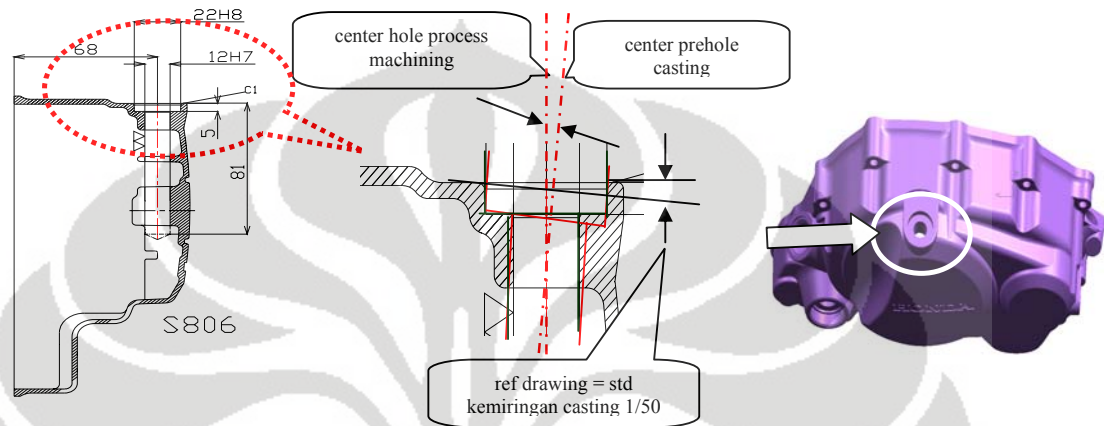


Gambar 4.10. Data Cp, Cpk *Working Load Spring After Improvement*

Dari data diatas setelah mengalami perbaikan pada parameter proses *tempering* didapatkan data proses yang sangat stabil yang ditunjukkan dengan nilai *capability* **3,82** yang mempunyai sigma level sempurna (zero defect).

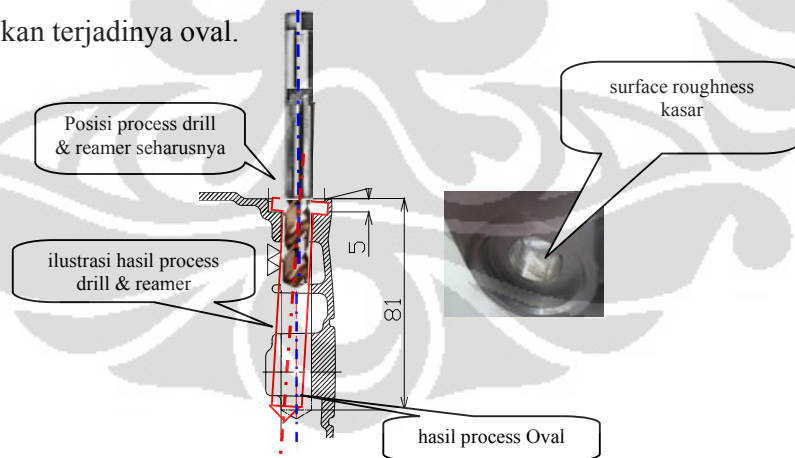
4.2.3 Perbaikan Proses *Drilling* (Reamer)

Berdasarkan data pada tahap analisa, penyebab dimensi *out of spec* jarak dudukan *lever comp, clutch* adalah dikarenakan lubang dudukan *lever comp, clutch* Ø12H7 oval (ovality jelek).



Gambar 4.11 Ilustrasi bagian lubang oval pada *Cover R Crank Case*

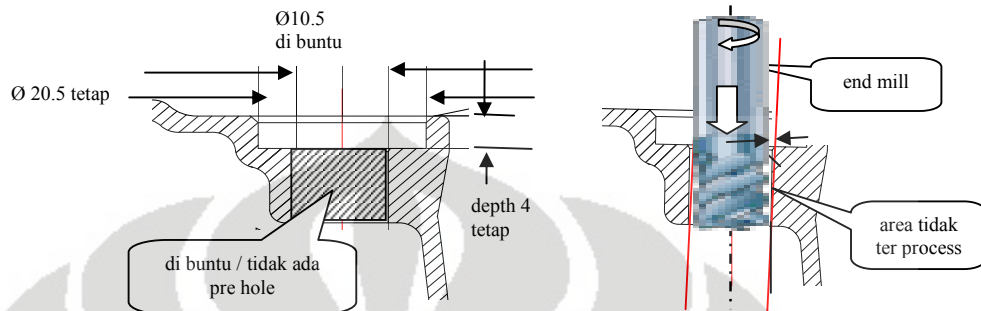
Berdasarkan analisa proses, bahwa masalah diatas disebabkan karena proses *reamer* yang tidak center terhadap benda kerja (part). Hal ini disebabkan sebelum proses *reamer* dilakukan proses *pre-hole* (drilling) sehingga ketika proses *reamer* mata bor mengikuti lubang *pre-hole* (hasil *drilling*) yang menyebabkan terjadinya oval.



Gambar 4.12 Ilustrasi analisa proses *drilling* dan *reamer* oval

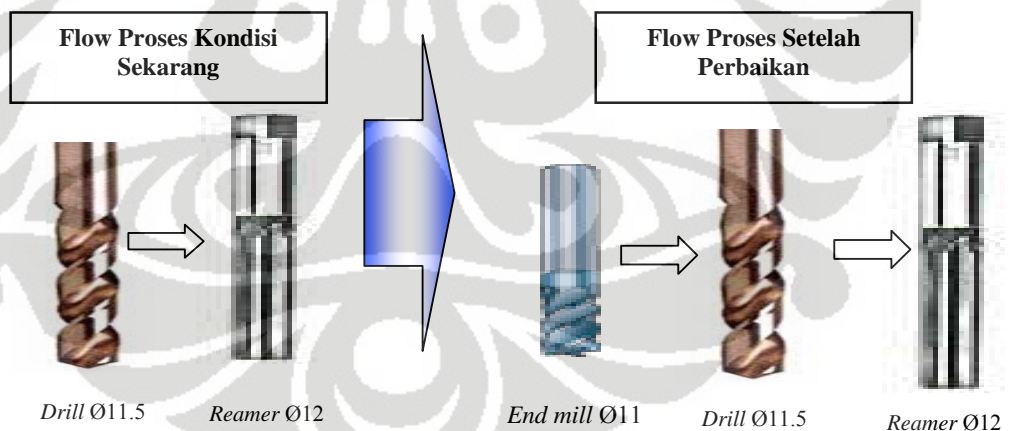
Aktivitas perbaikan yang dilakukan antara lain :

- Menghilangkan proses pre-hole (drilling) sehingga sehingga proses *reamer* tidak terpengaruh oleh hasil pre-hole.



Gambar 4.13. Ilustrasi menghilangkan proses *pre-hole* (drilling)

- Untuk mengatasi kemiringan sudut *pre-hole* perbaikan yang dilakukan adalah penambahan proses *reamer* dengan menggunakan *Endmill* Ø11 sebelum finish produk yaitu Ø12 tetapi berdasarkan hasil trial akan berakibat penambahan *cycle time* proses 5~6 detik, maka untuk mengatasinya yaitu dengan menambah *feeding* proses.



Gambar 4.14. Ilustrasi perbaikan penambahan proses *reamer*

4.2.4 Standarisasi Pemakaian *Cutting Tools*.

Berdasarkan data produksi tahun 2007, berikut data pemakaian actual cutting tool, dan jumlah pergantian actual cutting tools.



Gambar 4.15. Cutting tools yang digunakan

Tabel 4.7. Data Penggantian dan Penggunaan Aktual Cutting Tools tahun 2007

	NO TOOLS	DIM	BULAN											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACTUAL PENGGANTIAN	D 301010	Ø11.8	1	1	8	24	14	6	14	12	10	4	4	2
	D 101118	Ø11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	D 101121	Ø11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	25
	M 518002	Ø22C30° / Ø28	4	9	4	9	16	3	11	19	7	1	16	13
	R 101004	Ø12H7	12	7	47	77	64	22	38	82	22	46	96	41
	R 101005	Ø12H7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
ACTUAL USING	D 301010	Ø11.8	16,924	16,415	2,299	973	1,768	2,174	1,300	2,135	3,115	6,686	5,771	10,858
	D 101118	Ø11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,413
	D 101121	Ø11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	491	869
	M 518002	Ø22C30° / Ø28	4,231	1,824	4,597	2,595	1,547	4,347	1,655	1,348	4,450	26,743	1,443	1,670
	R 101004	Ø12H7	1,410	2,345	391	303	387	593	479	312	1,416	581	240	530
	R 101005	Ø12H7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUMLAH PROD.			16,924	16,415	18,389	23,351	24,745	13,042	18,200	25,616	31,151	26,743	23,085	21,716

Dari data penggantian dan pemakaian cutting tools diatas didapatkan pemakaian cutting tools yang fluktuatif, pada kondisi tertentu actual pemakaian bisa digunakan dalam jumlah yang banyak dan dalam kondisi lain sedikit, hal ini disebabkan karena kestabilan proses yang jelek sehingga berdampak pada pemakaian cutting tools.

Dengan aktivitas perbaikan proses yang telah dijelaskan sebelumnya maka diharapkan pemakaian cutting tools bisa lebih stabil sehingga dapat dibuatkan suatu standarisasi pemakaian (*life time*) cutting tools, yang akan berfungsi untuk menentukan *ordering cutting tools* yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan produksi sehingga terhindar dari menumpuknya stock *cutting tools* dan

menghindari terjadinya produksi line stop yang disebabkan tidak adanya persediaan *cutting tools*. Standarisasi pemakaian *cutting tools* yang dibuat adalah sebagai berikut :

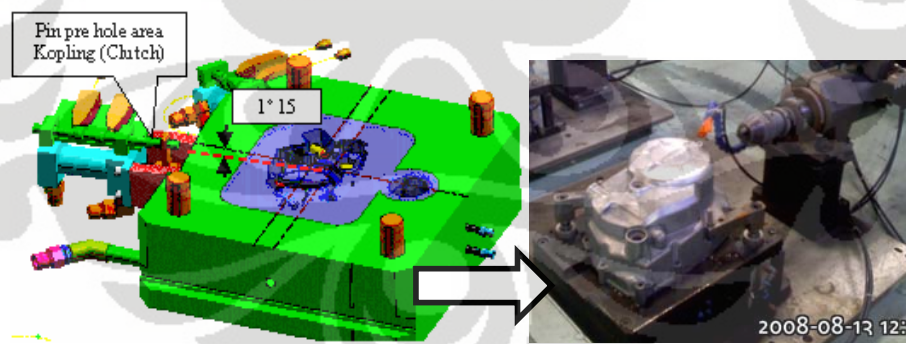
Tabel 4.8 Standard Pemakaian *Cutting Tools*

STD USING (NEW)	D 301010	Ø11.8	10,000
	D 101118	Ø11.1	2,500
	D 101121	Ø11.5	5,000
	M 518002	Ø22C30° /Ø28	4,000
	R 101004	Ø12H7	750
	R 101005	Ø12H7	5,000

Data diatas diambil berdasarkan jumlah rata-rata pemakaian *cutting* selama tahun 2007 ditambahkan allowance sebesar $\pm 20\%$

4.2.5 Desain dan pembuatan *Jig Inspection* untuk point diameter *dudukan lever comp clutch*.

Untuk mengidentifikasi supaya tidak ada hasil proses *drilling* dan *reamer* yang lubangnya oval, maka aktivitas perbaikan selanjutnya adalah pembuatan *jig inspection* yang sekaligus bisa berfungsi sebagai *jig proses*. *Jig inspection* ini bertujuan untuk mendeteksi *point ovality*, sehingga part setelah proses *drilling* dan *reamer* dipastikan kebulatannya baik. Berikut gambar *jig inspection* yang dibuat :



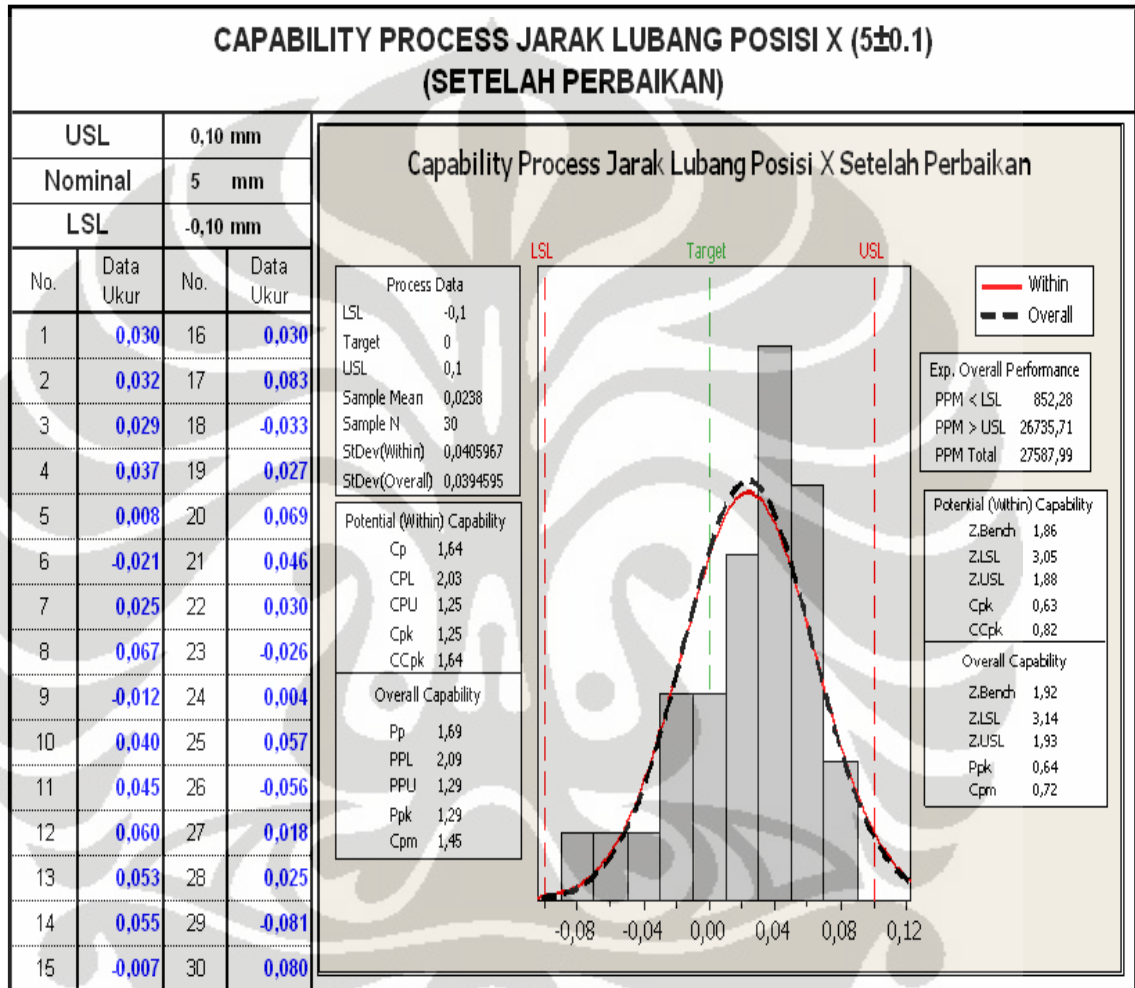
Gambar 4.16 *Jig Inspection Ovality*

4.2.6 Pengukuran Kemampuan Proses (C_p) Setelah Perbaikan.

Berdasarkan data pengukuran (measurement) kemampuan proses (C_p) pada aktivitas sebelumnya didapatkan data kemampuan proses (C_p) untuk point jarak lubang posisi X dengan dimensi $5 \pm 0,1$ mm adalah sebagai berikut :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
1,16	-0,33	863435,91	-1,10 sigma	Proses Tidak Baik	NG

Data ukur setelah perbaikan adalah :



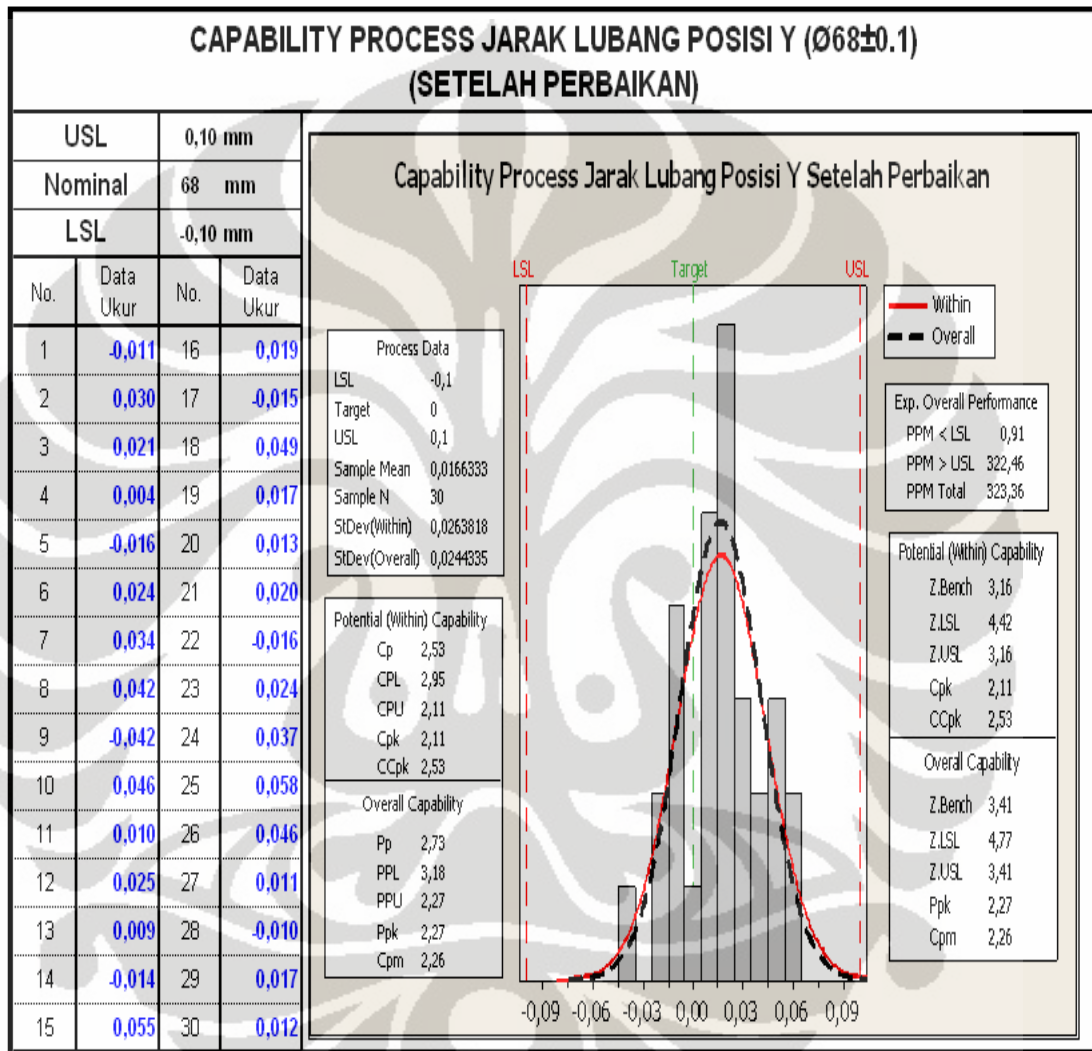
Gambar 4.17 Data Cp, Cpk Jarak Lubang $5 \pm 0,1$ (Posisi X) Setelah Perbaikan

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
1,64	1,25	27587,99	1,92 sigma	Proses Sangat Baik	OK

Untuk point Jarak Lubang posisi Y dengan dimensi $68 \pm 0,1$ mm data ukur kemampuan proses (Cp) sebelum perbaikan adalah :

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
0,83	0,36	154192,08	1,09 sigma	Proses Tidak Baik	NG

Data ukur setelah perbaikan adalah :



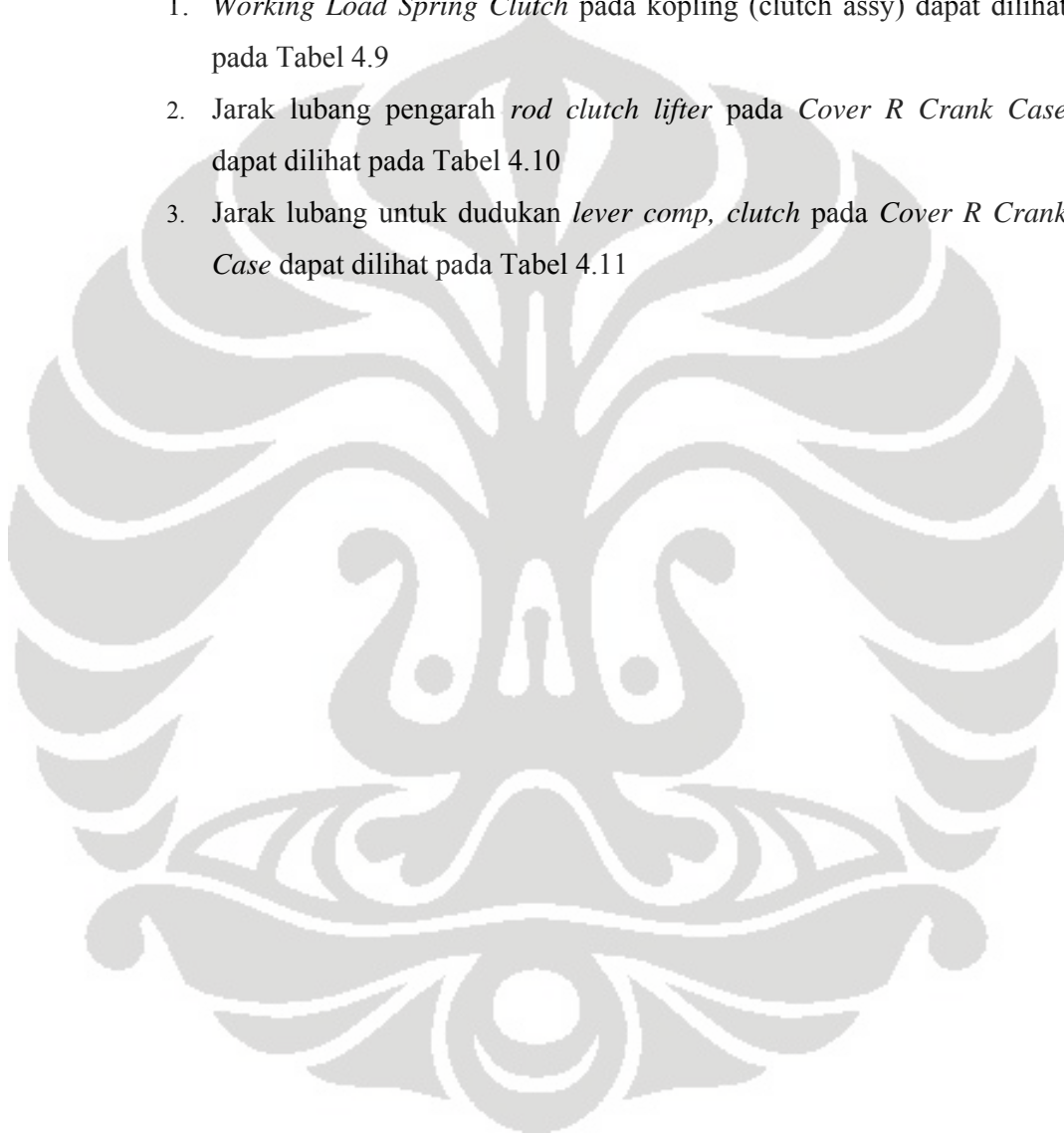
Gambar 4.18 Data Cp, Cpk Jarak Lubang $68 \pm 0,1$ (Posisi Y) Setelah Perbaikan

Cp	Cpk	PPM Total	Sigma Level	Hasil	Keputusan
2,53	2,11	323,56	3,41 sigma	Proses Sangat Baik	OK

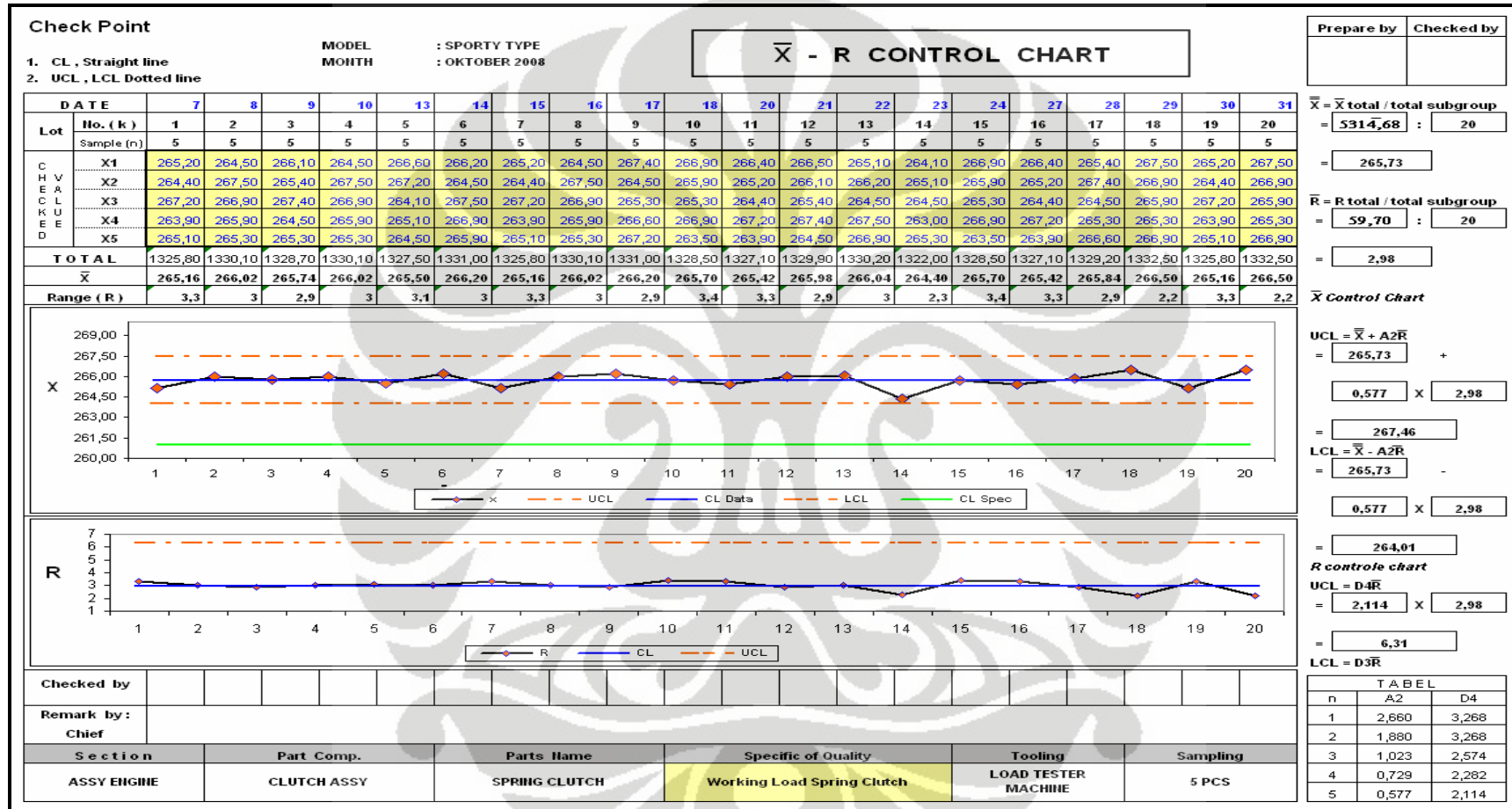
4.3 TAHAP *CONTROL* (KONTROL)

Aktivitas utama dalam tahap *control* (kontrol) adalah menjaga dan mempertahankan kondisi dari hasil perbaikan. kontrol proses yang dilakukan menggunakan tools dari SPC (Statistical Process Control), dengan menggunakan *X-R Control Chart*. Point-point yang dikontrol antara lain :

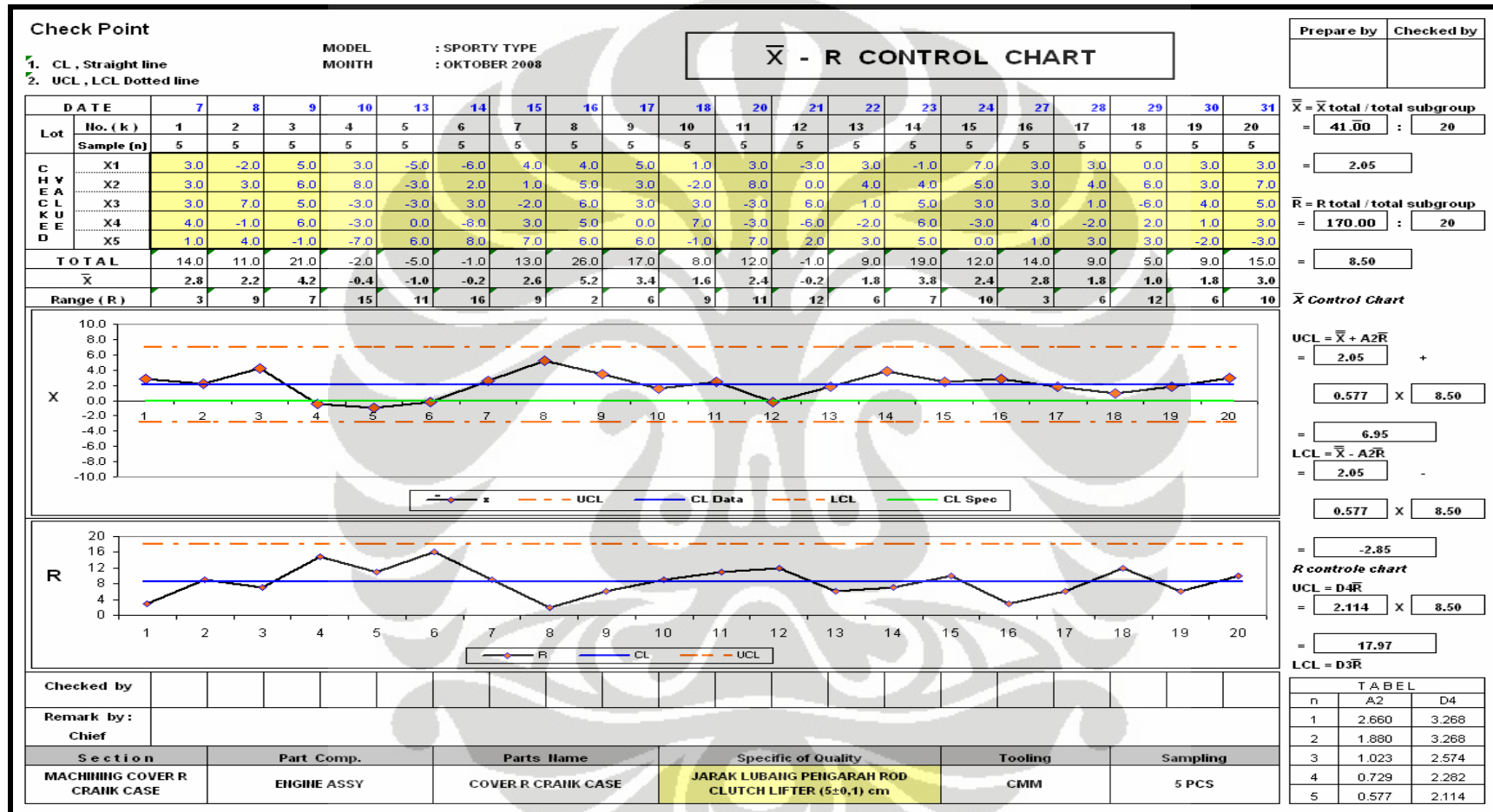
1. *Working Load Spring Clutch* pada kopling (clutch assy) dapat dilihat pada Tabel 4.9
2. Jarak lubang pengarah *rod clutch lifter* pada *Cover R Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.10
3. Jarak lubang untuk dudukan *lever comp, clutch* pada *Cover R Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.11



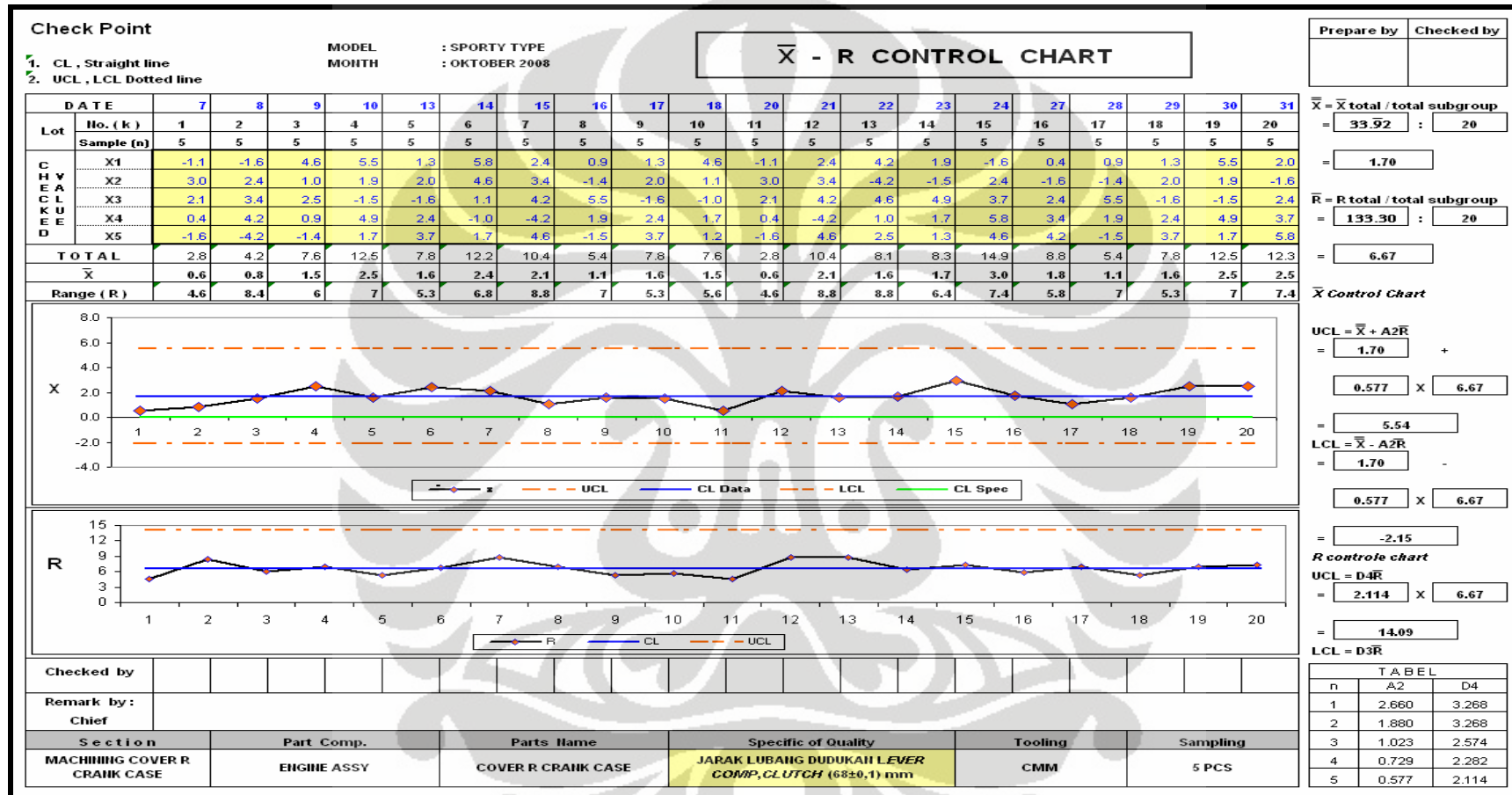
Tabel 4.9. X-R Control Chart Working Load Spring



Tabel 4.10. X-R Control Chart Jarak lubang pengarah rod clutch lifter pada Cover R Crank Case



Tabel 4.11. X-R Control Chart Jarak lubang kedudukan lever comp, clutch pada Cover R Crank Case



BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisa mengenai keluhan konsumen (claim market) kopling terbakar yang terjadi pada sepeda motor tipe manual kopling, faktor teknis yang mempengaruhi terjadinya masalah tersebut adalah sub part dari kopling yang menyimpang dari standard juga part lain yang mendukung kerja kopling (clutch system) menyimpang dari standard.

Faktor teknis utama yang menyebabkan terjadinya kopling terbakar antara lain :

- sub part kopling yaitu *spring clutch* dengan masalah *working load spring clutch* yang lemah.
- part lain yang berpengaruh terhadap kerja kopling yaitu *Cover R Crank Case* dengan masalah jarak pengarah *rod clutch lifter* dan jarak dudukan *lever comp, clutch* yang menyimpang dari standard.

Aktivitas perbaikan yang telah dilakukan mampu menaikkan kemampuan proses yang diindikasikan dengan naiknya *capability indeks* (Cp) untuk part-part yang bermasalah dengan nilai $Cp > 1,33$, nilai sigma level dan mampu menurunkan nilai PPM (*part per-million*) untuk *reject part*.

Walaupun perbaikan belum mencapai target yang diharapkan tetapi metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC merupakan pengarah yang efektif untuk memperbaiki permasalahan keluhan konsumen kopling terbakar pada sepeda motor tipe manual kopling.

DAFTAR REFERENSI

1. Astra Management Development Institute, “*Astra Six Sigma Green Belt Program*”, Astra-Q Series 2001.
2. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motor Corporation, “*Measurement System Analysis*”, AIAG, 1994.
3. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motor Corporation, “*Potential Failure Mode and Effect Analysis*”, AIAG, 1995.
4. D. Manggala, “*Mengenal Six Sigma Secara Sederhana*”, Februari 2005.
5. Novianto Dwi Wibowo, “*Basic Six Sigma*”, Materi Training, 2006
6. Sung H. Park “*Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*”, Published by Asian Productivity Organization, 2003.
7. Vincent Gaspersz., “*Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA*”, PT Gramedia Utama, Jakarta, 2002