

**PENERAPAN METODE SIX SIGMA DENGAN KONSEP DMAIC SEBAGAI
ALAT PENGENDALI KUALITAS KAYU LAPIS
(Studi Kasus : CV. Sinar Albasia Utama, Yogyakarta)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



**DISUSUN OLEH :
Naufal Afif (11 522 423)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN

ii

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi allah, saya akui karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satuannya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari terbukti pengakuan ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 mei 2016



Naufal Afif

SURAT KETERANGAN SELESAI



CV. SINAR ALBASIA UTAMA

Industri Pengolahan Kayu Lapis (Barecore)
Jl. Cangkringan Km. 4 Dk. Babadan, Purwomartani, Kalasan, Sleman
Telp: (+62) 8112656527, (+62) 85100531009, fax: (+62) 274 4542420
e-mail : sinar.albasia@yahoo.com
INDONESIA



033-LVLK-003-IDN

Nomor : 105/002-B/SAU-SKPM/03-2016
Lampiran : -
Hal : Pemberitahuan Selesai Penelitian

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda-tangan dibawah ini :

Nama : Lina Nurhayati
Jabatan : Kabag SDM dan Umum

Dengan ini menerangkan bahwa yang tersebut dibawah ini :

N a m a : Naufal Afif
Asal Universitas : Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknologi Industri
No Mahasiswa : 11522423

Adalah benar telah melakukan penelitian tugas akhir di perusahaan kami CV. Sinar Albasia Utama terhitung sejak 14 Februari 2016 sampai dengan 23 Maret 2016, dan yang bersangkutan telah melaksanakan penelitiannya dengan baik dan penuh tanggung jawab.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya,

Sleman, 23 Maret 2016


Lina Nurhayati
Kabag. SDM & Umum

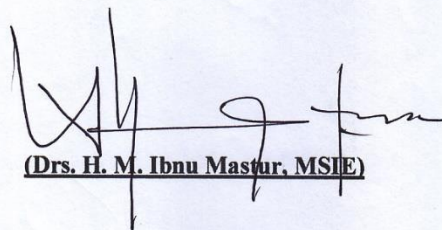
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* DENGAN KONSEP *DMAIC* SEBAGAI ALAT PENGENDALI KUALITAS KAYU LAPIS DI CV SINAR ALBASIA UTAMA

(Studi Kasus : CV SINAR ALBASIA UTAMA)



Dosen Pembimbing


(Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE) 26/5/2016

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

**PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* DENGAN KONSEP *DMAIC* SEBAGAI ALAT
PENGENDALI KUALITAS KAYU LAPIS DI CV SINAR ALBASIA UTAMA**

(Studi Kasus : CV SINAR ALBASIA UTAMA)

Oleh :

Nama : Naufal Afif

No. Mahasiswa : 11 522 423

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 18 juli 2016

Tim Penguji

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE.

Ketua

Harwati, S.T., MT.

Anggota I

Joko Sulistio, S.T., M.Sc.

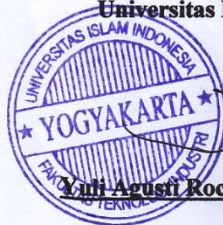
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada bapak dan ibu yang sangat saya sayangi dan saya banggakan serta inspirasi dalam hidup saya

Tak henti-hentinya doa yang kau limpahkan demi kelancaran dan kesuksesan anaknya tercinta

Dengan taat beribadah ,berusaha dan kerja keras selama kuliah menjadi lebih mandiri dan tau arti dari tanggung jawab seorang mahasiswa maka ijinkan anakmu tercinta ini memberikan suatu kebanggaan kepada bapak dan ibu, bahwa Naufal Afif dapat menyandang gelar sarjana Teknik dari Universitas Islam Indonesia.

MOTTO

قُلْ هُوَ اللَّهُ أَحَدٌ (١) اللَّهُ الصَّمَدُ (٢)

“

(1) Dialah allah yang maha esa. (2) allah adalah tuhan yang bergantung kepadanya
segala sesuatu

لَمْ يَلِدْ وَلَمْ يُولَدْ (٣) وَلَمْ يَكُنْ لَهُ كُفُوًا أَحَدٌ (٤)

(3) dia tidak beranak dan tidak pula diperanakan. (4) dan tidak ada seorangpun yang
setara dengan dia.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pelaksanaan pengambilan data dan sekaligus penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Serta tidak lupa sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia. Alhamdulillah atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “ Penerapan Metode *Six Sigma* dengan Konsep DMAIC Sebagai Alat Pengendalian Kualitas di CV Sinar Albasia Utama “.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana strata-1 Program Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Keberhasilan akah Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan penuh rasa hormat dan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T.,M.Eng selaku Kepala Prodi Teknik Industri.
3. Drs. Mohammad Ibnu Mastur, MSIE, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh karyawan CV Sinar Albasia Utama.
5. Kedua orang tuaku, kakak dan adik tercinta atas segala doa, bantuan dan kasih sayang yang tak henti-hentinya mengalir untukku.
6. Rini Wardila, ST , Amelia Ayu Lutfi, ST dan Putrisari Rizkiningtias yang telah memberikan saya masukan dan pembelajaran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Anak – anak kontrakan dan teman dekat yang mencakup Razanisa Wilfa, Abdul, Bimo, Denan, Ryo, Iqbal, Aldi, Mas'ud, Fadli dan Luthfi kalian top!

Dengan segenap kerendahan hati Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta , 24 mei 2016



Naufal Afif

ABSTRAK

CV Sinar Albasia Utama adalah perusahaan yang bergerak di pembuatan kayu lapis tujuan utamanya adalah memproduksi keluar negeri dan dalam negeri. Berdasarkan hasil survei yang saya teleiti masih ada beberapa produk cacat seperti cacat busuk, retak, pecah, tidak rata dan celah. Oleh karena itu perlu adanya upaya perbaikan dan peningkatan perbaikan agar perusahaan meminimalisir produk yang cacat. Salah satu model perbaikan dengan peningkatan kualitas untuk mengurangi produkcacat adalah dengan menggunakan metode Six Sigma DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control). Data yang diambil dalam penelitian ini berupa data atribut dan variabel yang dimana data atribut meliputi jenis cacat, jumlah produksi dan data inspeksi sedangkan data variabel mengukur panjang, lebar dan tebal pada kayu lapis dengan satuan cm pada panjang dan lebar, mm pada tebal kayu lapis. Pada tahap difine menggunakan diagram SIPOC (Supplier-input-proces-Output-costumer) dan peta aliran proses. Tahap measure digunakan untuk menentukan beberapa karakteristik cacat produk CTQ (Critical To Quality) dan menghitung nilai DPMO dan sigma. Tahap Analyze yaitu menentuka stabilitas dan kapabilitas proses yang terjadi pada kayu lapis dengan uji hipotesis chi kuadrat dan keterkendalian proses dengan peta kendali p dan peta kendali rata-rata. Analisis cacat terbesar menggunakan diagram pareto dan diagram fishbone digunakan untuk menganalisis sumber dan akar penyebab kecacatan produk. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan presentase cacat paling besar yaitu tidakratanya pada kayu lapis sebesar 26% hasil DPMO 23.860,9 dan tingkat sigma 3,479. Berdasarkan diagram pareto penyebab kecacatan adalah metode kerja, mesin pengepresan dan bahan baku. berdasarkan metode six sigma usulan perbaikan bagi perusahaan untuk mengurangi kecacatan produk kayu lapis diharapkan pihak perusahaan khususnya bagian QC (Quality Control) melakukan kontrol terus menerus dan pengawasan secara berkala terhadap kualitas dari produk kayu lapis dan kinerja operator agar dapat meningkatkan level sigma perusahaan ke level yang lebih baik dari sebelumnya.

Kata Kunci: Six Sigma, CTQ, CV Sinar Albasia Utama, Kayu Lapis, Sigma, DPMO

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN LITERATUR	8
2.1. Kualitas	10
2.1.1 Pengertian Pengendalian	11
2.1.2 Pengendalian Kualitas	12
2.2. Pengertian <i>Six Sigma</i>	13
2.2.1 Prespektif <i>six sigma</i>	15
2.2.2 Metodologi <i>Six Sigma</i>	16
2.2.3 Tools Dalam Six Sigma	18
2.3. Penentuan Kapabilitas	29
2.3.1 Penentuan Kapabilitas Proses	29
2.3.2 Penentuan Kapabilitas Proses untuk data Variabel.....	30
2.3.3 Analisis DPMO dan Tingkat <i>Sigma</i>	34
2.4. Uji Stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses.....	36
2.4.1 Contoh analisis kapabilitas proses yang memiliki dua batas	36
2.4.2 Contoh analisis kapabilitas proses yang memiliki hanya satu batas	38
2.5. Uji Statistik.....	40
BAB III METODE PENELITIAN	433
3.1. Objek penelitian.....	433
3.2. Studi pustaka.....	433
3.3. Metode Pengumpulan Data	455
3.4. Pengolahan Data	466
3.4.1 <i>Define</i>	466
3.4.2 <i>Measure</i>	466
3.4.3 <i>Analyze</i>	47
3.4.4 <i>Improve</i>	47
3.4.5 <i>Control</i>	47

3.4.6 Alat – alat yang digunakan.....	48
3.5. Analisis Data.....	49
3.6. Kesimpulan dan saran.....	49
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	50
4.1. Profil perusahaan	50
4.1.1 Identitas perusahaan.....	50
4.1.2 Disiplin Kerja.....	50
4.1.3 Kebijakan perusahaan	51
4.1.4 Proses Produksi	533
4.2. Pengolahan Data	55
4.2.1 Tahap <i>Define</i> (Definisi)	55
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	59
4.2.2.1 Menentukan <i>Critical To Quality</i> (CTQ).....	59
4.2.2.2 Perhitungan data atribut	61
4.2.2.3 Pembuatan Peta Kendali p.....	63
4.2.2.4 Data Variabel.....	66
BAB V PEMBAHASAN	83
5.1 Analisis Data Variabel.....	83
5.2 Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses.....	85
5.2.1 Tahap <i>Analyze</i>	85
5.2.2.1 Data Variabel.....	85
5.3 Analisis data atribut	93
5.4 Analisis sumber dan akar penyebab kecacatan produk	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
6.1 Kesimpulan.....	98
6.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 data jumlah produksi kayu lapis bulan maret.....	3
Tabel 1.2 manfaat dari pencapaian beberapa tingkat sigma.....	4
Tabel 2.1 Perbedaan <i>true 6-sigma</i> dengan Motorola 6-sigma	14
Tabel 2.2 cara memperkirakan kapabilitas dua variabel	30
Tabel 2.3 cara memperkirakan kapabilitas sigma satu variabel.....	32
Tabel 4.1 tabel <i>Critical To Quality</i> (CTQ).....	58
Tabel 4.2 pengolahan data atribut perhitungan DPMO dan tingkat sigma	60
Tabel 4.3 perhitungan DPMO dan tingkat SIGMA data atribut	62
Tabel 4.4 Data peta kendali p.....	62
Tabel 4.5 pengolahan data variabel panjang kayu lapis.....	65
Tabel 4.6 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis.....	66
Tabel 4.7 cara memperkirakan DPMO dan Kapabilitas SIGMA	69
Tabel 4.8 pengolahan data untuk variabel lebar kayu lapis	72
Tabel 4.9 perhitungan DPMO dan Tingkat SIGMA variabel lebar kayu lapis.....	72
Tabel 4.10 memperkirakan DPMO dan Kapabilitas sigma lebar kayu lapis	74
Tabel 4.11 pengolahan data variabel tebal kayu lapis.....	76
Tabel 4.12 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis	77
Tabel 4.13 cara memperkirakan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis.....	79
Tabel 5.1 kapabilitas proses produksi kayu lapis	89
Tabel 5.2 uji hipotesis chi-kuadrat data variabel.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep <i>six sigma</i> Motorola	14
Gambar 2.2 Contoh CTQ <i>Tree</i>	19
Gambar 2.3 Diagram SIPOC	20
Gambar 2.4 diagram pareto.....	21
Gambar 2.5 Contoh <i>Fishbone Diagram</i>	23
Gambar 2.6 Diagram $\bar{x}$ control chart	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Diagram alir Proses Produksi.....	53
Gambar 4.2 Diagram SIPOC	55
Gambar 4.3 Diagram presentase cacat kayu lapis	59
Gambar 4.4 Grafik pola DPMO data atribut.....	61
Gambar 4.5 grafik pola SIGMA data atribut	61
Gambar 4.6 peta kendali p data atribut	64
Gambar 4.7 DPMO variabel panjang kayu lapis	67
Gambar 4.8 SIGMA variabel panjang kayu lapis	68
Gambar 4.9 grafik DPMO variabel lebar kayu lapis	73
Gambar 4.10 grafik SIGMA variabel lebar kayu lapis	73
Gambar 4.11 grafik DPMO variabel tebal kayu lapis.....	78
Gambar 4.12 Grafik Sigma variabel tebal kayu lapis	78
Gambar 5.1 peta kendali $\bar{x}$ variabel panjang kayu lapis	85
Gambar 5.2 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel lebar kayu lapis	87
Gambar 5.3 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel tebal kayu lapis	88
Gambar 5.4 diagram <i>fishbone</i> penyebab cacat	93
Gambar 5.5 cacat pada material kayu lapis	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia sangat pesat, apalagi dalam era globalisasi sekarang ini. Khususnya perkembangan industri kayu lapis yang tengah melesat, dimana hal ini ditengarai dengan semakin meningkatnya tingkat kebutuhan konsumen produk kayu lapis. Perkembangan ini pasti banyak tuntutan konsumen akan kualitas produk sesuai dengan permintaan konsumen, karena mengingat persaingan produksi kayu lapis di pasaran begitu meningkat maka Perusahaan kayu lapis yang memproduksi barang-barang dengan kualitas rendah produksinya akan kalah bersaing. Hal tersebut terjadi karena produknya tidak sesuai dengan permintaan konsumen, hasilnya volume penjualan kayu lapis rendah, sehingga profit perusahaan menurun. Konsumen menggunakan kayu lapis yang berkualitas untuk memberikan kepuasan dan sesuai spesifikasi produk dengan permintaan konsumen. Sehingga kepuasan konsumen harus dipertahankan jika menginginkan produk tetap berada di pasaran dan mampu bersaing dengan perusahaan lain, Sudah menjadi konsekuensi, jika suatu perusahaan mengharapakan produknya dicari di pasaran dan diminati konsumen, tentunya harus mempertahankan kualitasnya dan produk yang diproduksi harus sesuai dengan standar pemasaran dan bahan yang digunakan bisa bertahan lama sampai beberapa tahun kedepan. Menurut Tjiptono (2004:11) mendefinisikan kualitas sebagai kecocokan untuk pemakaian (*fitness for use*). Definisi lain yang lebih menekankan kepada orientasi pemenuhan harapan pelanggan. Kualitas adalah perbaikan terus-menerus. Definisi lain dikemukakan oleh taguchi yang menekankan pada kerugian yang harus dibayar oleh konsumen akibat kegagalan suatu

produk atau jasa. Kualitas merupakan fungsi dari biaya dimana biaya dapat diturunkan dengan proses perbaikan atau pengurangan variasi dalam produk atau variasi dalam proses.

Menurut Kotler (2009) produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan. Secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas sesuatu yang bisa ditawarkan.

Menurut Kotler dan Armstrong (2008) kualitas produk adalah kemampuan suatu produk untuk melaksanakan fungsinya meliputi daya tahan dan keandalan ketepatan kemudahan operasi dan perbaikan serta atribut bernilai lainnya. Tujuan pokok kualitas adalah untuk meningkatkan nilai konsumen. Berdasarkan definisi di atas maka dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan suatu produk dan jasa yang melalui beberapa tahapan proses dengan memperhitungkan nilai suatu produk dan jasa tanpa adanya kekurangan sedikitpun nilai suatu produk dan jasa sesuai dengan harapan tinggi dari pelanggan.

Pengendalian kualitas banyak metode yang diterapkan tetapi dari sekian banyak metode tersebut belum mampu membuktikan performance-nya dalam masalah peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Selain itu diketahui sistem manajemen kualitas yang telah ada seperti halnya *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9001 dimana hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh, seperti halnya upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (Gasperz, 2005).

CV Sinar Albasia Utama adalah perusahaan yang bergerak di bidang perindustrian pembuatan kayu lapis. Perusahaan ini berlokasi di daerah cangkiringan kilometer 4 Sleman, Yogyakarta. Perusahaan ini banyak memperkerjakan buruh di sekitaran wilayah cangkiringan agar mengurangi jumlah pengangguran di daerah setempat. CV Sinar Albasia Utama menerapkan proses produksi, kualitas dan jenis bahan baku serta hasil produksi. Berdasarkan hasil wawancara perusahaan memiliki kendala produktivitas. Permasalahan tersebut masih terdapat kecacatan produk pada proses pembuatan kayu lapis. Proses produksi yang masih banyak menghasilkan produk cacat tentunya akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Ada beberapa jenis cacat produk kayu lapis diantaranya tidak rata kayu lapis, busuk, pecah, celah dan retak pada kayu lapis. Permasalahan yang terkait dengan proses produksi adalah tingkat kecacatan kayu lapis. Cacat kayu lapis disebabkan karena bahan baku yang terlalu

lama di gudang penyimpanan dan belum stabilnya proses produksi di bagian mesin pengepressan sehingga kayu yang di produksi masih banyak yang mengalami kecacatan produk. Kecacatan pada bahan baku dan proses produksi mengalami dampak kerugian bagi perusahaan karena banyaknya kayu yang terbuang sedangkan permintaan konsumen yang semakin meningkat dan mengakibatkan stok di gudang menjadi habis, sehingga menambah biaya produksi serta terjadinya pengangguran karyawan. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode six sigma agar peneliti mengetahui seberapa besar tingkat kecacatan produksi kayu lapis dan menganalisis penyebab terjadinya kecacatan serta menanganinya.

Tabel 1.1 data jumlah produksi kayu lapis bulan maret

No	jumlah produk di inspeksi	jumlah cacat	presentase cacat	presentase produk
1	1580	263	4%	17%
2	2280	279	4%	18%
3	2490	228	3%	14%
4	2378	271	4%	17%
5	2662	243	4%	15%
6	2184	204	3%	13%
7	1377	269	4%	17%
8	2150	318	5%	20%
9	2380	262	4%	17%
10	2750	246	4%	16%
11	2560	289	4%	18%
12	2297	274	4%	17%
13	1588	280	4%	18%
14	2289	305	5%	19%
15	2374	222	3%	14%
16	2288	217	3%	14%
17	2589	247	4%	16%
18	2395	318	5%	20%
19	1579	262	4%	17%
20	2450	246	4%	16%
21	2579	270	4%	17%
22	2399	272	4%	17%
23	1927	235	4%	15%
24	2252	277	4%	18%
25	1599	312	5%	20%
proses	55396	6609	100%	17%

Sumber : Data CV Sinar Albasia Utama

Pada tabel diatas dapat dilihat jumlah produk di inspeksi sekitar 55.396 dan jumlah cacatnya 6.609. meskipun biaya produksi dikeluarkan cukup besar namun data diatas dijelaskan rata-rata presentase cacat mencapai 17% dari hasil produksi padahal perusahaan telah melakukan banyak usaha untuk meminimalkan produk cacat.

Tabel 1.2 manfaat dari pencapaian beberapa tingkat sigma

COPQ (Cost Of Poor Quality)		
tingkat pencapaian		
sigma	DPMO	COPQ
1- sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	tidak dapat dihitung
2- sigma	308,538 (rata-rata industri indonesia)	tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233	5-15% dari penjualan
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan

Sumber : Vincent Gasperz (2005)

Dari data diatas dapat dilihat perusahaan harus mencapai presentase <1% dan DPMO 3,4 agar perusahaan mampu bersaing industri kelas dunia. Dengan demikian perusahaan belum mengalami titik optimal sehingga perlu dilakukan analisis *six sigma* dengan upaya pengurangan produk kecacatan dan mencari sebab masalah terjadinya kecacatan serta mencari solusi dengan metode atau alat bantu sehingga presentase produk cacat dapat ditetapkan menjadi sekecil mungkin dan mencapai target perusahaan. Awalnya *Six Sigma* adalah konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat – pada level enam (*six*) sigma dengan 3.4 cacat dari sejuta peluang (Brue, 2002). Konsep, alat, dan sistem *Six Sigma* telah berhasil dikembangkan oleh GE dan Allied Signal/Honeywell seperti big picture mapping. Kedepannya penambahan konsep, alat dan sistem yang dibutuhkan pada *Six Sigma* akan berperan meningkatkan usaha perbaikan proses dan kualitas sesuai dengan kebutuhan para manager perusahaan. Terkait dengan permasalahan yang ada, maka perusahaan kayu lapis CV SINAR ALBASIA UTAMA meninjau penerapan metode pengendalian kualitas yang diterapkan. Hal ini bertujuan agar perusahaan dapat mengetahui secara jelas kualitas dari produk yang dihasilkan dan posisi kualitas produk mereka di pasar. Dengan menerapkan metode *Six Sigma* secara tepat, diharapkan dapat meningkatkan volume penjualan produk tersebut. Dengan konsep DMAIC nya, metode *Six Sigma* mengupayakan untuk mencapai

tingkat kegagalan nol. Konsep DMAIC yang dikenal dengan siklus define, measure, analyze, improve dan control, diharapkan bisa mengurangi jumlah defect. Hal ini sangat menguntungkan bagi perusahaan karena mengurangi biaya yang terbuang percuma akibat produk gagal. Lebih tepatnya bisa menekan biaya produksi serta bisa mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produk cacat.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diambil Untuk mengetahui cacat data atribut dengan presentase terbesar terbesar, level sigma, DPMO, Mengidentifikasi penyebab kecacatan kayu lapis menggunakan diagram fishbone dan bagaimana cara menanganinya?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan terhadap produk kayu lapis dengan mengukur panjang, lebar dan tebal kayu lapis di CV SINAR ALBASIA UTAMA
2. Penelitian dilakukan di departemen produksi
3. Data yang digunakan yaitu data kecacatan hasil produksi di CV SINAR ALBASIA UTAMA.
4. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *six sigma* DMAIC.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui cacat data atribut dengan presentase terbesar, level sigma dan DPMO.

2. Mengidentifikasi penyebab kecacatan kayu lapis menggunakan diagram fishbone dan bagaimana solusinya.

1.5 Manfaat Penelitian

Bagi perusahaan

1. Dapat mengetahui tindakan yang harus dilakukan yang harus dilakukan dalam upaya mencegah terjadinya kecacatan produk.
2. Dapat memberikan usulan-usulan yang dapat digunakan sebagai rujukan bagi perusahaan untuk memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan.
3. Meminimalisir adanya cacat produk pada hasil produksi.
4. Dapat meningkatkan mutu produk mebel CV SINAR ALBASIA UTAMA.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk membantu memberikan gambaran umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Secara garis besar sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab kedua ini memuat kajian literatur deduktif dan induktif yang dapat membuktikan bahwa topik TA yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria yang telah dijelaskan di atas.

BAB III METODE PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik pengumpulan dan pengolahan data, bahan atau materi serta alat yang digunakan, tata cara penelitian dan data yang dikaji serta dianalisis.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana mengolah dan menganalisa data tersebut, termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai hasil dari bab sebelumnya dan belum dipaparkan di bab selanjutnya. Contoh isi pembahasan adalah ditemukannya kelemahan dari penelitian yang diusulkan. Hasil pembahasan dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan usulan penelitian selanjutnya di bab berikut.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian yang merupakan jawaban dari rumusan masalah.

.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Terdapat beberapa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang kualitas dengan menggunakan metode *Six Sigma*, diantaranya :

1. Pada penelitian yang dilakukan Susanti Hermawan yang berjudul “ **Implementasi Metode Six Sigma Pada PT Surya Milinia Abadi (SMA) di Ngoro Industri Mojokerto** “ Pada tahun 2013. Penelitian ini objeknya adalah pada produk *lens for wash door* yang di produksi oleh PT Surya Milinia Abadi yang mempunyai masalah pada pengendalian kualitas yang disebabkan oleh adanya kecacatan yang melebihi batas toleransi yaitu sebesar 5%. Metode yang digunakan adalah metode six sigma dan tools of quality yang terdiri dari histogram, check sheet, DPMO, diagram pareto, diagram ishikawa, metode 5W +1H. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan penyebab kecacatan yang bersal dari material dan mesin. Metode yang direkomendasikan berupa 5W+1H. Perusahaan melakukan implementasi perbaikan selama empat hari dengan menggunakan form kegiatan harian untuk perawatan mesin dan mendapatkan peningkatan sigma sebesar 2.99.
2. Pada penelitian yang dilakukan Fika Aras Ardita dan Sukardi yang berjudul “**Analisis Pengurangan Jumlah Produk Cacat Pada Industri Kertas Dengan Pendekatan Lean Six Sigma** “ pada tahun 2012. Penelitian ini berobjek pada jenis kertas. Produk cacat yang sering timbul dalam industri tersebut adalah kertas bolong, kotor, terlipat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab timbulnya cacat produk pada departemen produksi berdasarkan tahapan *six sigma* menetapkan solusi yang dapat diambil untuk mengurangi jumlah cacat pada departemen produksi berdasarkan *define, measure, analyze improvment, control*. Hasil perhitungan sigma selama dua bulan adalah 3,45 dan 3,47.

Sedangkan untuk kertas kotor memiliki nilai sigma sebesar 4,2 dan 4,5. Nilai sigma ini menunjukkan bahwa kinerja produksi berada diatas rata-rata perusahaan indonesia. Namun variasi ukuran dan kontaminasi asing mengalami penurunan dari tahun 2010 ke tahun 2011 belum mencapai target 6 sigma. Sehingga masih perlu ditingkatkan dengan menggunakan salah satu alat lean yaitu *kaizen blitz*.

3. Pada penelitian yang dilakukan Arief Rahmana dan Benni Berutu yang berjudul ” **Evaluasi Kapabilitas Proses Pembuatan Produk Ballast Close Type Menggunakan Pendekatan Six Sigma di PT Nikkatsu Electric Works** “ Pada tahun 2011. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan proses pada PT. Nikkatsu Electric Works dalam pembuatan produk Ballast Close Type. Metode yang digunakan adalah Six Sigma, yang terdiri atas lima tahapan, yang dikenal dengan metodologi DMAIC, yaitu *define, measure, analyze, improve, dan control*. Berdasarkan hasil hitungan, nilai *Defect per million Opportunity* (DPMO) sebesar 1334,298, sehingga rata-rata nilai sigma perusahaan ini adalah 4,50. Hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses sigma dalam pembuatan produk Ballast Close Type di PT. Nikkatsu Electric Works berada di atas rata-rata industri di Indonesia (2-3 sigma), tetapi belum memenuhi standar kapabilitas proses sigma untuk industri di negara maju (5-6 sigma).

4. Pada penelitian yang dilakukan Aufi Fauziah, Ambar Harsono, Gita Permata Liansari yang berjudul “ **Usulan Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Tahu Pada Perusahaan Pengrajin Tahu Boga Rasa**“ Pada tahun 2014. Tahu merupakan salah satu makanan hasil olahan dari bahan kacang kedelai. Saat ini produk tahu yang dihasilkan dari tiap adonan memiliki tekstur yang berongga dan ukuran yang tidak seragam. Perlu dilakukan peninjauan terhadap kinerja proses di perusahaan Pengrajin Tahu Boga Rasa. Perbaikan kualitas ini dapat diselesaikan dengan metode SIX SIGMA melalui tahap Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control. Nilai sigma level dan DPMO sebelum perbaikan sebesar $3,684\sigma$ dan 14557,31 . Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan belum menerapkan proses produksi dengan baik, karena masih jauh dari target 6σ . Setelah dilakukan implementasi perbaikan, didapatkan sigma level dan DPMO sebesar $4,003\sigma$ dan 890,476. Meningkatnya nilai sigma dan DPMO, dapat dikatakan bahwa terjadi peningkatan performansi perusahaan

Dari keempat penelitian diatas dapat dipastikan seluruh menggunakan metode six sigma DMAIC dan ada penambahn berupa metode yang mencakup perbaikan berhubungan dengan seluruh pekerjaanya. Tentu saja dalam penelitian ersebut mengukur atau mengurangi kecacatan setiap data yang di kelola atau proses produksi. Pada penelitian ini akan mencoba menyelesaikan dengan *six sigma* DMAIC , *fishbone* dan pareto untuk mengurangi kecacatan pada suatu produk.

2.1. Kualitas

Pengertian kualitas banyak diartikan secara berbeda oleh banyak ahli, hal ini dikarenakan kualitas memiliki pengertian yang sangat luas. Berikut ini defenisi kualitas menurut beberapa ahli :

1. Menurut Robert C, Stampel, Pimpinan General Motors Corporation, dalam Loh (2001) menyatakan bahwa revolusi kualitas di seluruh dunia telah secara permanen telah mengubah cara manusia menjalankan usaha. Dulu, kualitas hanya terbatas pada soal-soal teknis, tetapi kini sudah merupakan proses peningkatan yang dinamis, berlangsung terus-menerus, dan melibatkan semua kalangan usaha.
2. Menurut Loh (2001) menambahkan bahwa kualitas memiliki sifat kumulatif. Kualitas bukanlah entetis yang berdiri sendiri, melainkan mencakup totalitas dari semua karakteristik suatu produk atau jasa yang membuat produk atau jasa tersebut unggul dan baik.
3. Menurut Tjiptono (2004) mendefinisikan kualitas sebagai kecocokan untuk pemakaian (fitness for use). Definisi lain yang lebih menekankan kepada orientasi pemenuhan harapan pelanggan. Kualitas adalah perbaikan terus-menerus. Definisi lain dikemukakan oleh taguchi yang menekankan pada kerugian yang harus dibayar oleh konsumen akibat kegagalan suatu produk atau jasa.
4. Menurut Kadir (2001) menyatakan bahwa kualitas adalah suatu tujuan yang sulit dipahami (elusive goal), sebab harapan dari konsumen akan selalu berubah. Setiap ada standar baru yang baik ditemukan, maka konsumen akan menuntut lagi agar diperoleh lagi standar baru yang lebih baru dan lebih baik lagi. Dalam pandangan ini maka kualitas merupakan suatu proses dan bukan merupakan suatu hasil akhir (continuitas quality improvement).

5. Menurut Goetch dan Davis (1995). Kualitas adalah “Suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.”

Dari beberapa ahli menyimpulkan bahwa pengertian kualitas digunakan sebagai tujuan dari harapan karakteristik dari suatu produk atau jasa untuk mengolah produk sesuai dengan yang diharapkan untuk para konsumen serta meningkatkan produksi sesuai yang diinginkan konsumen. Tidak ada satupun definisi kualitas yang sempurna. Akan tetapi setidaknya terdapat tiga aspek kunci yang dapat dijadikan patokan untuk dapat memahami definisi yang diantara ketiganya dapat dikombinasikan oleh suatu perusahaan dalam mendefinisikan suatu kualitas jasa. Tjiptono (2004) menyatakan bahwa :

- a. Karakteristik kualitas yaitu karakteristik output dari suatu proses yang penting bagi pelanggan. Karakteristik ini menuntut pemahaman yang mendalam mengenai pelanggan.
- b. Karakteristik kunci kualitas, yaitu kombinasi pemahaman mengenai pelanggan dengan pemahaman mengenai proses.
- c. Variabel kunci proses yang dijadikan sebagai kunci yang dapat dimanipulasi atau dapat dikendalikan.

2.1.1 Pengertian Pengendalian

Pengendalian produksi adalah berbagai kegiatan dan metode yang digunakan oleh manajemen perusahaan untuk mengelola, mengatur, mengkoordinir, dan mengarahkan proses produksi (peralatan, bahan baku, mesin, tenaga kerja) kedalam suatu arus aliran yang memberikan hasil dengan jumlah biaya yang seminimal mungkin dan waktu yang secepat mungkin.

Pengendalian produksi yang dilaksanakan pada perusahaan yang satu dengan yang perusahaan yang lain akan berbeda-beda tergantung pada sistem kebijaksanaan perusahaan yang digunakan. Pengendalian produksi dapat dilakukan:

- a. *Order Control*: Perusahaan yang beroperasi berdasarkan pesanan dari konsumen sehingga kegiatan operasionalnya juga tergantung pada pesanan tersebut.
- b. *Follow Control*: Perusahaan yang beroperasi untuk menghasilkan produk standar sehingga sebagian produk merupakan produk untuk persediaan dalam jumlah besar.

Pengendalian keduanya bertujuan sama bagaimana jangka waktu arus material apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan demikian juga bagaimana transportasi dari pabrik proses produksi) ke gudang dan dari gudang ke tempat penyimpanan.

Tahap dalam pengendalian produksi (fungsinya)

1. *Production forecasting*

Production forecasting adalah peramalan produksi untuk mengetahui jumlah dan manfaat produksi yang akan dibuat di masa yang akan datang, sehingga kalau terjadi penyimpangan akan cepat diadakan penyesuaian produksi dimasa yang akan datang. Dengan melaksanakan peramalan produksi, perusahaan dapat menyusun anggaran operasionalnya untuk pedoman kerja, penggunaan kapasitas produksi seoptimal mungkin, menstabilkan kesempatan kerja karena terdapatnya kestabilan dan kepastian jumlah produksi dimasa yang akan datang.

2. *Routing*

Routing adalah kegiatan untuk menentukan urutan-urutan proses dan penggunaan alat produksinya dari bahan mentah sampai menjadi produk akhir, sehingga sebelum produksi dimulai masalah sudah tercantum pada rout sheet.

3. *Scheduling*

Scheduling adalah kegiatan untuk membuat jadwal proses produksi sebagai satu kesatuan dari awal proses sampai selesai proses produksi. *Scheduling* ini dilaksanakan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan setiap tahap pemrosesan sesuai dengan urutan-urutan routenya. Oleh karena itu untuk membantu keberhasilan tahap ini lebih baik melakukan “*time and motion study*” sehingga dapat ditentukan standar hasil kerjanya.

4. *Dispatching*

Dispatching adalah suatu proses untuk pemberian perintah untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan routing dan scheduling yang dibuat.

5. *Follow up*

Follow up adalah kegiatan untuk menghilangkan terjadinya penundaan/keterlambatan kerja dan mendorong terkoordinasinya pelaksanaan kerja.

2.1.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan teknik yang sangat bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen. Teknik pengendalian

kualitas dapat membantu perusahaan dalam mengetahui kelayakan batas-batas kontrol yang telah ditentukan. Kualitas adalah elemen penting dalam operasi, selain itu kualitas juga memiliki beberapa pengaruh lain. Beberapa alasan yang membuat kualitas menjadi penting, yaitu sebagai berikut (Heizer, 2006)

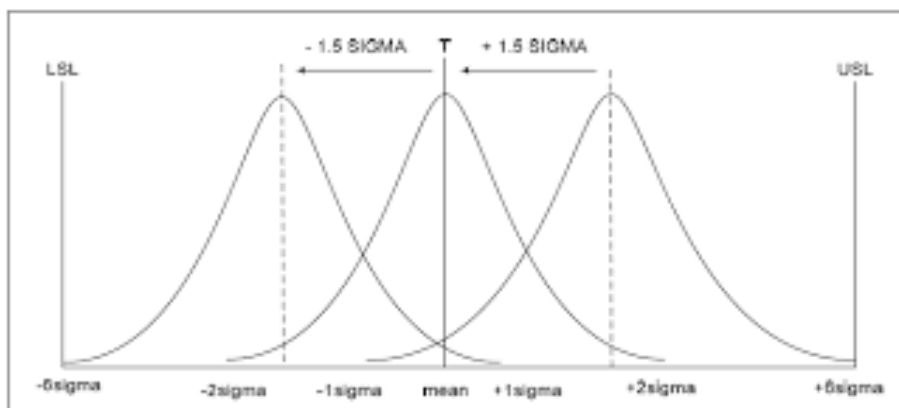
1. Reputasi perusahaan.
2. Keandalan produk atau jasa.
3. Penurunan biaya.
4. Pertanggung jawaban produk atau jasa.
5. Peningkatan pangsa pasar.
6. Keterlibatan global

2.2. Pengertian Six Sigma

six sigma motorola merupakan satu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*) kegagalan per sejuta kesempatan. Beberapa keberhasilan motorola yang patut dicatat dari aplikasi program *six sigma* adalah sebagai berikut :

- a) Penurunan COPQ (*Cost Of Poor Quality*) lebih daripada 84%.
- b) Peningkatan produktivitas rata-rata 12,3% per tahun.
- c) Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 97%.
- d) Peningkatan tingkat pertumbuhan pertahun rata-rata mencapai 17% dalam penerimaan, keuntungan dan harga dalam sebuah motorola. (Gasperz, 2007; 37 – 38).

Proses *six sigma* dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata (mean) proses bergeser 1,5 sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, ditujukan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Konsep *six sigma* Motorola Dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5 *sigma*

Sumber : (Vincennt Gasperz 2002 ; 11)

Perlu dicatat dan dipahami sejak awal bahwa konsep *six sigma* Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5 – sigma (1,5 standar deviasi maksimum) adalah berbeda dari konsep *six sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Dengan demikian berdasarkan konsep *six sigma* Motorola, berlaku toleransi penyimpangan : (*mean* – target) atau ($\mu - T$) = 1,5 sigma. Disini μ merupakan nilai rata-rata (*mean*) dari proses, sedangkan sigma merupakan ukuran variasi proses. Perbedaan ini ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Perbedaan *true 6-sigma* dengan Motorola 6-sigma

True-6 sigma Process			Motorola 6-sigma Process		
Batas Spesifikasi (LCL-UCL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LCL-UCL)	DPMO	Batas Spesifikasi (LCL-UCL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LCL-UCL)	DPMO
± 1-sigma	68,27%	317.300	± 1-sigma	30,8538%	691.462
± 2-sigma	95,54%	45.500	± 2-sigma	69,1462%	308.538
± 3-sigma	99,73%	2.700	± 3-sigma	93,3193%	66.807
± 4-sigma	99,9937%	63	± 4-sigma	99,3790%	6.210
± 5-sigma	99,999943%	0,57	± 5-sigma	99,9767%	233
± 6-sigma	99,9999998%	0,002	± 6-sigma	99,99966%	3,4

Sumber : (Vincent Gasperz 2002;11)

Dalam pendekatan *Six Sigma* terdapat konsep dasar yaitu pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang mereka harapkan. Apabila produk diproses pada tingkat kinerja kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk (barang dan/jasa) itu. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja proses industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target *Six Sigma* yang dicapai, semakin baik kinerja proses industri. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*). (Gasperz, 2007 ; 37)

Apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang *manufacturing*, ada enam aspek yang perlu diperhatikan:

- a. Identifikasi karakteristik produk sesuai ekspektasi pelanggan.
- b. Klasifikasi karakteristik kualitas sebagai CTQ (*Critical-To-Quality*) individual.
- c. Menentukan apakah setiap CTQ dapat dikendalikan melalui material, mesin, proses-proses kerja dan lain-lain.
- d. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai dengan ekspektasi pelanggan (menentukan nilai LCL dan UCL dari setiap CTQ).
- e. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
- f. Mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma* ($C_{pm} \geq 2$).

2.2.1 Prespektif *six sigma*

Six sigma dapat dijelaskan dalam dua perspektif, yaitu perspektif statistik dan perspektif metodologi.

1. Perspektif statistik

Sigma dalam statistik dikenal sebagai standar deviasi yang menyatakan nilai simpangan terhadap nilai tengah. Suatu proses dikatakan baik apabila berjalan pada suatu rentang yang disepakati. Rentang tersebut memiliki batas, batas atas atau USL (*Upper Specification Limit*) dan batas bawah atau LSL (*Lower Specification Limit*) proses yang terjadi di luar rentang

disebut cacat. Proses Six Sigma adalah proses yang hanya menghasilkan 3.4 DPMO (*defect per million opportunity*).

2. Perspektif metodologi

Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC merupakan jantung analisis six sigma yang menjamin voice of customer berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan pelanggan.

Strategi penerapan Six Sigma yang diciptakan oleh DR. Mikel Harry dan Richard Schroeder disebut sebagai The Six Sigma Breakthrough Strategy. Strategi ini merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya.

Proyek Six Sigma mempunyai pengaruh besar terhadap kepuasan konsumen dan pengaruh yang signifikan pada bottom-line. Proyek didefinisikan secara jelas dalam hal Dalam pendekatan keseluruhan, masalah nyata diterjemahkan dalam bentuk data statistik. Hal ini dilakukan dengan pemetaan proses, yaitu mendefinisikan variabel-variabel kunci input proses (key process input variables KPIVs or 'x's) dan variabel-variabel kunci output proses (key process output variables KPOVs or 'y's). kekuatan statistical tools digunakan untuk menentukan statistical solution.

2.2.2 Metodologi Six Sigma

Six Sigma menggunakan alat statistik untuk mengidentifikasi beberapa faktor vital, Siklus DMAIC merupakan proses kunci untuk peningkatan secara kontinyu menuju target Six Sigma. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta (systematic, scientific, and fact based). Berikut ini adalah tahapan dalam siklus DMAIC dan langkah-langkah yang harus dilaksanakan pada setiap tahap:

Define (D)

Tahap Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Dalam tahap Define dilakukan identifikasi proyek yang potensial, mendefinisikan peran orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma, mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan dan menentukan tujuan. Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan:

- 1) Kriteria pemilihan proyek Six Sigma.
- 2) Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek Six Sigma.
- 3) Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma.
- 4) Proses-proses kunci dalam proyek Six Sigma beserta pelanggannya.
- 5) Kebutuhan spesifik dari pelanggan.
- 6) Pernyataan tujuan proyek Six Sigma.

Measure (M)

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, terdapat beberapa hal pokok yang harus dilakukan yaitu:

1. Melakukan dan mengembangkan rencana pengumpulan data yang dapat dilakukan pada tingkat proses, dan/atau output.
2. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek Six Sigma.

Analyze (A)

Merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Sebenarnya target dari program Six Sigma adalah membawa proses industri pada kondisi yang memiliki stabilitas (*stability*) dan kemampuan (*capability*), sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defect oriented*). Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah:

- 1) Menentukan stabilitas dan kapabilitas/kemampuan dari proses.
- 2) Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek Six Sigma.
- 3) Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar-akar penyebab kecacatan atau kegagalan.
- 4) Mengkonversikan banyak kegagalan kedalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

Improve (I)

Pada tahap *improve*, hal yang dilakukan adalah menemukan ide-ide atau usulan baru yang mungkin akan membantu untuk mengatasi akar masalah dan mencapai tujuan, menentukan ide mana yang menjadi solusi-solusi potensial, dan memilih solusi yang paling tepat sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor gangguan. Tahap ini merupakan sebuah pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasar hasil analisis dalam tahap sebelumnya. Aktivitas yang direkomendasikan merupakan perbaikan/koreksi terhadap prosedur yang telah dipakai.

Control (C)

Merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini prosedur-prosedur serta hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan untuk dijadikan pedoman kerja standart guna mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali, kemudian kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim Six Sigma kepada penanggung jawab proses, dan ini berarti proyek Six Sigma berakhir pada tahap ini. solusi dan rencana, menjaga upaya-upaya yang telah dilakukan dengan menstandarisasi proses dan melakukan kontrol dalam setiap kegiatan, sehingga memperoleh hasil yang baik dan dapat mengurangi waktu, masalah, dan biaya yang tidak dibutuhkan. Hasil dari tahap ini adalah :

- 1) Analisa sebelum dan sesudah.
- 2) Sebuah sistem monitoring.
- 3) Dokumentasi hasil, pembelajaran, dan rekomendasi yang lengkap.

2.2.3 Tools Dalam Six Sigma

Tools dari *six sigma* adalah sebagai alat melakukan perbaikan dalam peningkatan kualitas. Tetapi ada beberapa *tools* dalam *six sigma* yang lebih sering digunakan untuk menganalisa suatu masalah yang lebih kompleks. Berikut adalah beberapa tools yang digunakan:

a. CTQ (*Critical to Quality*) Tree

CTQ adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standard atau batas/limit dari spesifikasinya agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan dari customer. Dengan adanya CTQ ini maka improvement atau upaya desain yang dilakukan akan bersekatu dan searah dengan requirement dari customer.



Gambar 2.2 Contoh CTQ Tree

Sumber : Vincent Gaspersz, Total Quality Manajemen (2005)

b. SIPOC (Supplier – Input – Process – Output – Customer)

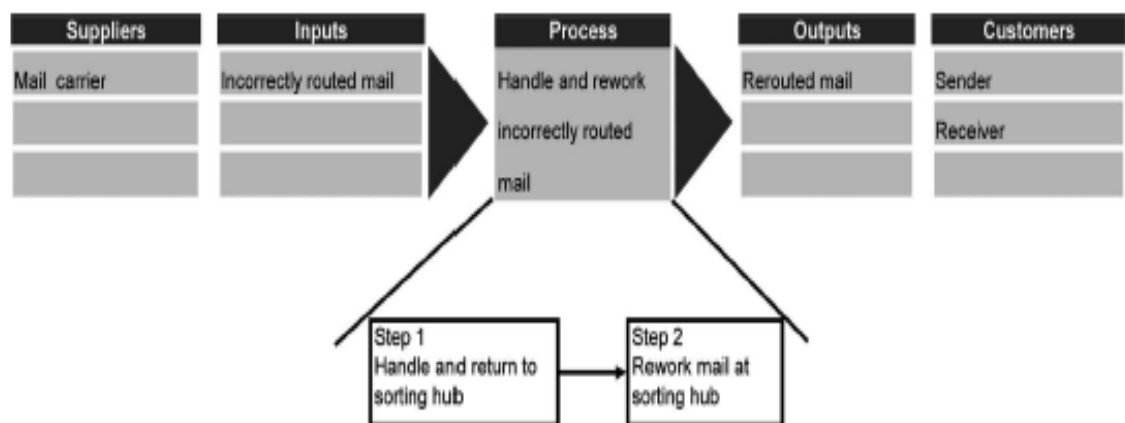
Diagram SIPOC adalah alat yang digunakan oleh tim untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dari sebuah proyek perbaikan proses sebelum pekerjaan dimulai. Ini membantu mendefinisikan sebuah proyek yang kompleks yang mungkin tidak baik scoped, dan biasanya digunakan pada tahap Ukur dari metodologi Six Sigma DMAIC.

1. Suppliers bisa merupakan individual atau perusahaan, dan bisa jadi pihak internal maupun eksternal yang menyediakan input untuk proses.
2. Inputs: Input yang digunakan dalam proses, diantaranya termasuk material, jasa, informasi, SDM, dan sebagainya yang diproses untuk menghasilkan output.
3. Process: serangkaian aktivitas yang dapat memberikan nilai bagi input untuk memproduksi output bagi pelanggan.
4. Outputs: hasil dari proses untuk pelanggan internal dan eksternal. Output ini bisa berupa produk, jasa, informasi, hingga laporan dan dokumen.

5. Customers: pelanggan adalah pihak yang menerima output yang dihasilkan dari proses. Jika seseorang menerima barang dari pihak ketiga, maka mereka (dianggap) bukan customer. Customer haruslah pihak yang membawa output tersebut langsung dari unit bisnis, dan tidak harus menggunakan output tersebut. Contoh pihak yang bisa menjadi customer adalah manajer, CEO, direksi dan divisi lainnya.

Langkah-langkah pada pembuatan SIPOC:

1. Menamakan proses.
2. Membuat batasan titik awal dan akhir proses
3. Membuat daftar output dan pelanggan.
4. Membuat daftar input dan pemasok.
5. Identifikasi, beri nama dan urutkan langkah-langkah yang ada dalam proses



Gambar 2.3 **Diagram SIPOC**

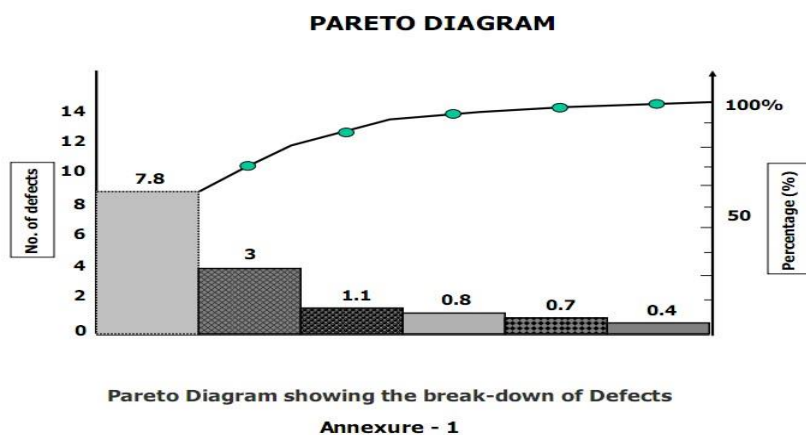
Sumber: (Kemper, Koning, Luijben, & Does, 2011, p. 304)

c. Diagram Pareto (*Pareto Chart*)

Diagram pareto merupakan salah satu alat yang sering digunakan dalam hal pengendalian mutu. Pada dasarnya diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi dalam grafik ditunjukkan dengan batang grafik tertinggi hingga grafik paling rendah.

Dalam aplikasinya diagram pareto sangat bermanfaat dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Permasalahan yang paling banyak dan sering terjadi adalah prioritas utama kita untuk melakukan tindakan.

Sebelum membuat sebuah diagram pareto, data yang berhubungan dengan masalah atau kejadian yang ingin kita analisis harus dikumpulkan terlebih dahulu. Pada umumnya alat yang sering digunakan untuk pengumpulan data adalah dengan menggunakan Chech sheet atau lembar periksa.



Gambar 2.4 **diagram pareto**

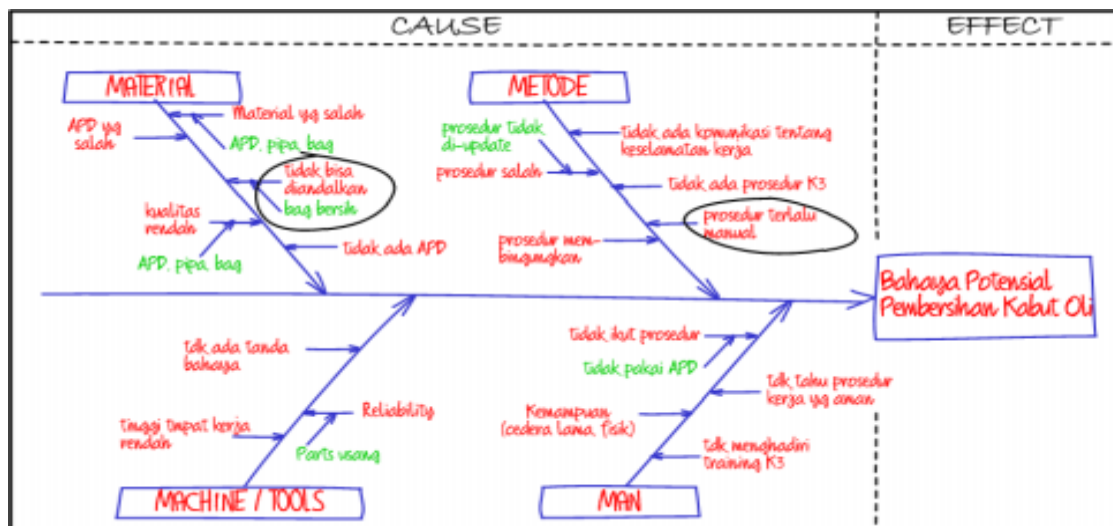
Sumber : Modul PSIT 2 *Quality Control* Teknik Industri UII

d. *Fishbone diagram*

Fishbone diagram (diagram tulang ikan — karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect* Diagram atau Ishikawa Diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). Fishbone diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005).

Suatu tindakan dan langkah improvement akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat fishbone diagram ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara user friendly, tools yang user friendly disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan (Purba, 2008).

Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi materials (bahan baku), machines and equipment (mesin dan peralatan), manpower (sumber daya manusia), methods (metode), Mother Nature / environment (lingkungan), dan measurement (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik brainstorming (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004).



Gambar 2.5 Contoh *Fishbone Diagram*

Sumber: Eris kurnadi, fishbone diagram (2011)

e. Peta Pengendali (*Control Chart*)

Pengertian Control Chart atau dalam bahasa Indonesia disebut peta kendali, yang diberikan oleh Eugene adalah grafik dengan mencantumkan batas maksimum dan batas minimum yang merupakan batas daerah pengendalian (Leavenworth, R.S., Pengendalian Kualitas Statis). Control Chart ialah suatu Quality Tool yang dapat digunakan untuk mendeteksi apakah sebuah proses tersebut dalam kondisi terkontrol secara statistik (statistically stable) ataukah tidak. Proses yang tidak dalam kondisi terkontrol secara statistik akan menunjukkan suatu variasi yang berlebih sebanding dengan perubahan waktu (Hendra Purwanto 2013).

Grafik kontrol (*Control Chart*) dapat dibedakan menjadi 2 :

1. Grafik kontrol data atribut (diskrit)

Data atribut (Attributes Data), yaitu data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka cacatan itu dianggap sebagai “atribut”. Contoh dari atribut adalah ketiadaan label dalam kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit nonkonformans atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Banyak karakteristik kualitas tidak dapat dengan mudah dinyatakan secara numeric. Biasanya yang diperiksa diklasifikasikan sebagai sesuai dengan spesifikasi pada karakteristik kualitas itu atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Istilah “cacat” atau “tidak cacat” kadang-kadang digunakan untuk mengidentifikasi kedua klasifikasi produk ini. Karakteristik seperti ini dinamakan sifat atribut.

a. Peta kendali p (proporsi)

Peta pengendali proporsi digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p-chart) maupun banyaknya kesalahan (np-chart) namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p-chart).

Bila sampel yang diambil untuk setiap kali observasi jumlahnya selalu sama atau konsisten, maka langkah-langkah pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut :

1. Hitung untuk setiap subgrup nilai proporsi unit yang cacat, yaitu:

$$p = \frac{x}{n} \quad (2.1)$$

Dimana

p = proporsi produk cacat

x = banyaknya produk cacat

n = banyaknya jumlah sampel yang di inspeksi

2. Hitung nilai rata-rata dari p, yaitu p dapat dihitung sebagai berikut :

$$\bar{p} = \frac{\text{total produksi cacat}}{\text{total produksi diinspeksi}} \quad (2.2)$$

3. Hitung batas kendali CL, UCL dan LCL pada peta kendali p:

$$CL = \bar{p} \quad (2.3)$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{p\text{-bar}(1-p\text{-bar})}{n}} \quad (2.4)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{p\text{-bar}(1-p\text{-bar})}{n}} \quad (2.5)$$

Catatan :

UCL = *Upper Control Limit* / Batas Pengendali Atas (BPA)

LCL = *Lower Control Limit* / Batas Pengendalian Bawah (BPB). (Hendra Purwanto G)

2. Grafik kontrol untuk data variabel (kontinu)

Diagram kontinu adalah diagram untuk suatu proses yang diukur dengan nilai-nilai yang bersifat kontinu seperti panjang, berat, diameter dll. Diagram X dan R digunakan pada data yang bersifat kontinu. Diagram X dan Diagram R keduanya saling melengkapi karena sampel harus menunjukkan nilai rata-rata yang dapat diterima dan jarak pengukuran yang dipertanggung jawabkan sebelum proses dapat dinyatakan dalam keadaan “under control”. Dalam kegiatan pengendalian mutu diagram X dan R sering digunakan dengan tujuan:

- a. Melihat sejauh mana suatu proses produksi sudah sesuai dengan standard proses atau belum.
- b. Mengetahui sejauh masih perlu diadakan penyesuaian penyesuaian (adjustment) pada mesin- mesin, alat/ metode kerja yang dipakai dalam suatu proses produksi.
- c. Mengetahui penyimpangan kualitas atau hasil produksi dan suatu proses produksi. Yang kemudian disusul dengan dilaksanakannya tindakantindakan tertentu dengan tujuan agar tidak terjadi penyimpanganpenyimpangan atas kualitas pada proses berikutnya.

a) Peta kendali $\bar{X}$ dan R

Diagram X adalah diagram yang mana data yang dianalisis adalah nilai rata-rata sub kelompok data. Diagram X digunakan untuk memonitor, mengendalikan dan menganalisis

nilai rata-rata (*mean*) dari kuantitas yang diamati dalam sebuah proses yang menggunakan nilai kontinu seperti panjang, berat, diameter dll. Simbol $\bar{X}$ adalah simbol atas suatu besaran yang dapat diukur.

Diagram R adalah diagram yang memonitor penyebaran (dispersion) kuantitas yang diamati dalam sebuah proses. Pada pembahasan sebelumnya telah kita lihat bahwa jika yang menjadi perhatian utama adalah rata-rata variabel hasil proses, maka digunakan diagram kontrol $\bar{x}$ untuk melakukan pengontrolan kualitas. Tetapi, dalam suatu proses sering pula berubah bukan saja dalam rata-ratanya, melainkan juga dalam dispersi atau variasinya.

Pembuatan diagram $\bar{X}$ dan R :

Langkah – langkah dalam pembuatan peta $\bar{X}$ dan R adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data biasanya dilakukan > 100 sampel, semuanya diambil dari proses yang sama dengan data yang diambil berturut.

2. Mengelompokkan data kedalam sampel.

Ukuran sample = n

Jumlah sample = k

3. Mencatat data dalam lembar data.

Perhitungan $\bar{x}$ dan R untuk setiap sample pada lembar data.

4. Menghitung nilai rata-rata data.

Menjumlahkan seluruh sample yang diambil kemudian membagi dengan ukuran sample.

5. Menghitung rentang.

Rumus yang digunakan untuk setiap sample adalah

$$R = X_{(terbesar)} - X_{(terkecil)} \quad (2.6)$$

6. Menghitung rata-rata keseluruhan ($\bar{x}$)

Rata-rata keseluruhan merupakan total rata-rata setiap sample yang dibagi dengan jumlah *sample* dengan rumus

$$\bar{x} = \frac{\sum_j^n i \cdot X i_j}{n} \quad (2.7)$$

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.8)$$

Dimana :

$\bar{x}$ = Rata – rata nilai X pada Subgroup sampel ke i

n = banyaknya sampel pada penelitian

$\sum_j^n i$ = jumlah nilai x pada subgroub sampel ke i

Menghitung rata – rata total

$$\bar{X} = (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k) / k \quad (2.9)$$

7. Menghitung rata-rata rentangan (R)

Seluruh nilai R dalam setiap sample dijumlahkan lalu dibagi dengan jumlah *sample* dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (2.10)$$

$\bar{R}$ = Rata – Rata R

k = Banyaknya jumlah sampel

8. Peta kendali $\bar{x}$ dan R chart

Hitung nilai rata – rata seluruh xbar yang merupakan garis tengah atau *center line* (CL), batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) untuk peta kendali xbar.

$$A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad (2.12)$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (2.13)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (2.14)$$

Dimana :

CL = *Center Line* (Garis Tengah)

UCL = *Upper Control Limit* = Batas Pengendalian Atas (BPA)

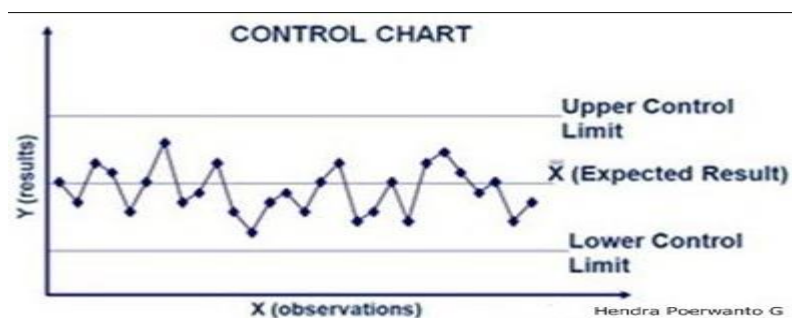
LCL = *Lower Control Limit* = Batas Pengendali Bawah (BPL)

A2 = Nilai Tetapan

UCL dan LCL untuk R :

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2.15)$$

$$LCL = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2.16)$$



Gambar 2.6 **Diagram $\bar{x}$ control chart**

Sumber : Hendra Purwanto G

2.3. Penentuan Kapabilitas

2.3.1 Penentuan Kapabilitas Proses

keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas six sigma ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Oleh karena itu konsep perhitungan kapabilitas proses menjadi sangat penting untuk dipahami dalam implementasi program six sigma. Data adalah catatan tentang sesuatu baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang dipergunakan sebagai petunjuk untuk bertindak. Berdasarkan data kita dapat mempelajari fakta-fakta yang ada kemudian mengambil tindakan yang tepat berdasarkan pada fakta itu. Dalam konteks pengendalian proses statistik dikenal dua jenis, yaitu :

Data Atribut (*attributes data*) merupakan data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan atau *tall* untuk keperluan pencacatan dan analisa. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka catatan itu disebut sebagai “atribut”. Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah : ketiadaan label pada kemasan produk, kesalah proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis cacat karen *coverlap*, dan lain-lain. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit nonkonformans/ketidaksesuaian atau cacat/kegagalan terhadap spesifikasi kualitas yang ditetapkan. (Vincent Gasperz 2002, 14)

Data Variabel (*variables data*) merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah : diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, konsenterseri elektrolit dalam persen, dll. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume, merupakan data variabel. (Vincent Gasperz 2002, 14).

2.3.2 Penentuan Kapabilitas Proses untuk data Variabel.

bayangkan bahwa kita akan menentukan kapabilitas proses industri perpipaan jenis tertentu. Berdasarkan kebutuhan pelanggan diketahui bahwa diameter pipa yang diinginkan adalah 40mm dengan batas toleransi adalah ± 5 mm. pelanggan akan menolak setiap pipa yang diserahkan apabila diketahui berdiameter diatas 45mm dan dibawah 35mm. Dalam konteks program peningkatan kualitas six sigma kita menyertakan bahwa CTQ perlu dikendalikan adalah diameter pipa dengan spesifikasi sebagai berikut.

CTQ (*critical to quality*)

Spesifikasi Target (T) = 40 mm

Batas Spesifikasi Atas (*Upper Spesification Limit*) USL = 37mm

Batas Spesifikasi Bawah (*Lower Spesification Limit*) LSL = 35 mm

Selanjutnya bayangkan bahwa dengan metode pengumpulan data tertentu dan analisis terhadap data CTQ diameter pipa diketahui bahwa proses pembuatan pipa itu menghasilkan :

Nilai rata-rata Contoh (*sempel mean*) $\bar{x}$ = 37mm

Standar deviasi contoh (*sempel standard deviation*) : S = 2mm

Tabel 2.2 cara memperkirakan kapabilitas dua variabel (CTQ = diameter pipa dalam satuan pengukuran mm)

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin tahu?	-	
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (<i>lower spesification limit</i>)	USL	
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (<i>Lower spesification limit</i>)	LSL	
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	
5	Berapa nilai rata-rata (<i>mean</i>) proses	$\bar{x}$	
6	Berapa nilai standar deviasi	S	

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{x}) / S\}$ $\times 1.000.000$	
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq (LSL - \bar{x}) / S\}$ $\times 1.000.000$	
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO) yang dihasilkan oleh proses diatas	= (langkah 7) + (langkah 8)	
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel lampiran 5)	-	
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	
12	Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = (USL - LSL) /$ $\{6$ $\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + s^2}\}$	

Sumber : Vincent Gasperz 2002 ; 15)

dari data diatas didapatkan hasil :

$$p\{z \geq (USL - \bar{x}) / S\} \times 1.000.000 = p\{z \geq (45 - 37) / 2\} \times 1.000.000 = p(z \geq 4,00) \times 1.000.000 = \{1 - p(z \leq 4,00)\} \times 1.000.000 = (1 - 0,999968) \times 1.000.000 = 0,000032 \times 1.000.000 = 32$$

$$p\{z \leq (LSL - \bar{x}) / S\} \times 1.000.000 = p\{z \leq (35 - 37) / 2\} \times 1.000.000 = p(z \leq -1,00) \times 1.000.000 = 0,242038 \times 1.000.000 = 242.038$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kumulatif (lihat tabel lampiran 1) yang dibangkitkan menggunakan formula = normsdist(nilai Z) pada microsoft excel.

Dari tabel lampiran 5 angka DPMO = 158.687 adalah paling dekat dengan DPMO = 158.655 pada nilai sigma = 2,50 sehingga memilih angka ini.

$$C_{pm} = (USL - LSL) / \{ 6 \sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2} \} = (45 - 35) / \{ 6 \sqrt{(37 - 40)^2 + (2)^2} \} = 10 / (6 \sqrt{13}) = 10 / 21,63 = 0,46$$

Tabel 2.3 cara memperkirakan kapabilitas sigma satu variabel (USL) (CTQ = kadar kelembaban : MC, satuan pengukuran %)

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin mengetahui	-	
2	Tentukan batas spesifikasi atas (<i>upper spesification limit</i>)	USL	
3	Tentukan Nilai spesifikasi target	LSL	
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	
5	Berapa nilai rata-rata (<i>mean</i>) proses	$\bar{x}$	
6	Berapa nilai standar deviasi (<i>standard deviation</i>) dari proses	S	
7	Hitung kemungkinan kegagalan yang berada nilai USL per sejuta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq \text{absolut } (USL - \bar{x}) / S\} \times 1000.000$	
8	Hitung kemungkinan kegagalan yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	Tidak perlu dilakukan	
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	= Langkah 7 + langkah 8	
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel lampiran 5)	-	
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran sigma	-	

Sumber : Vincent Gasperz 2002;131

Dari data diatas di dapatkan hasil :

$$P\{z \geq \text{absolut } (USL - \bar{x}) / S\} \times 1.000.000 = P\{z \geq \text{absolut } (14 - 12,57) / 1,182287\} \times 1.000.000 = P(z \geq 1,21) \times 1.000.000 = \{1 - P(z \leq 1,21)\} \times 1.000.000 = (1 - 0,886860) \times 1.000.000 = 0,11314 \times 1.000.000 = 113.140$$

Nilai-nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z diperoleh dari tabel distribusi normal kumulatif (lihat tabel lampiran 1) yang dibangkitkan menggunakan formula : = normdist(nilai Z) pada microsoft excel.

Dari tabel lampiran 5 angka DPMO = 113.140 adalah sesuai dengan nilai sigma = 2,71 sehingga kita menetapkan kapabilitas sigma adalah 2,71 sigma.

Selanjutnya jika kita ingin mengetahui tingkat kegagalan per satujuta kesempatan (DPMO), maka gunakan formula berikut dalam program microsfot excel:

$$=1000000-\text{normsdist}(-1.5+\text{NILAISIGMA})*1000000$$

Untuk NILAI SIGMA = 2,71 maka menggunakan formula sebagai berikut :

$$=1000000-\text{normsdist}(-1.5+2.71)*1000000$$

Maka diperoleh hasil DPMO = 113.140

Konsep kapabilitas proses memberikan prediksi secara kuantitatif mengenai sebuah proses (Gryna & Frank, 1993). Kapabilitas proses (*process capability*) merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Kapabilitas proses ini merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002). Informasi tentang kapabilitas proses memiliki beberapa manfaat, diantaranya :

1. Memprediksi sejauh mana variabilitas proses akan muncul.
2. Memilih proses yang cocok dengan toleransi yang telah ditetapkan.
3. Merencanakan hubungan dari urutan proses.
4. Menyediakan basis kuantitatif dalam membuat jadwal pengendalian proses,

5. Menguji teori penyebab kecacatan pada saat program peningkatan kualitas. Standar formula umum yang secara luas diadopsi untuk mengukur kapabilitas proses adalah 6σ (six sigma).

Tujuan dilakukan perhitungan kapabilitas proses adalah untuk mencapai tingkat kemampuan six sigma. Dilakukannya perhitungan kapabilitas proses adalah untuk mengetahui kemampuan proses perusahaan. Dalam program penentuan sigma, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*) sebagai berikut :

- 1) Jika $Cpm \geq 2$, maka proses dianggap mampu dan kompetitif (perusahaan berkelas dunia).
- 2) Jika $1,00 < Cpm < 1,99$, maka proses dianggap cukup mampu namun perlu upaya peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (zero defect oriented).
- 3) Jika $Cpm < 1$, maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

2.3.3 Analisis DPMO dan Tingkat *Sigma*

Dalam perhitungan *six sigma* terdapat beberapa perhitungan dan istilah yang cukup penting adapun perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Defect per opportunities* (DPO)

Merupakan suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan

$$DPO = \frac{cacat}{unit\ yang\ diproduksi \times CTQ} \quad (2.17)$$

Atau

$$DPO = \frac{cacat}{peluang/ opportunities} \quad (2.18)$$

2. *Deffect per million opportunities (DPMO)*

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2.19)$$

Atau

$$DPMO = \frac{\text{cacat}}{\text{banyak unit yang diproduksi} \times CTQ} \times 1.000.000 \quad (2.20)$$

3. *Sigma level*

Pada program peningkatan kualitas six sigma perhitungan sig sigma level dapat dilakukan dengan beberapa metode.

Adapun metode sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan microsoft excel , maka perhitungan sigma level dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Normsinv} (1.000.000 - DPMO/1.000.000) + 1.5 \quad (2.21)$$

2. Menggunakan tabel konversi nilai DPMO ke nilai sigma berdasarkan konsep motorola oleh (*Vincent Gasperz 2002*)

3. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data *variable*

Menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma untuk data variable (*Gaspersz, 2002*).

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai UCL dengan rumus :

$$P \left[Z \geq \left(\frac{UCL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000 \quad (2.22)$$

Kemungkinnan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus :

$$P \left[Z \leq \left(\frac{LCL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000 \quad (2.23)$$

Sehingga DPMO diperoleh dengan $P(z > UCL) \times 1.000.000 + P(z < LCL) \times 1.000.000$ yang kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel.

Namun jika ingin mengetahui tingkat kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO), gunakan formula berikut dalam program *Microsoft Excel* :

$$= 1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + \text{NILAISIGMA}) * 1000000 \quad (2.24)$$

untuk nilai sigma = 2.5, maka gunakan formula berikut:

$$= 1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + 2.5) * 1000000 \quad (2.25)$$

2.4. Uji Stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses

Proses industri harus dipandang sebagai suatu peningkatan terus menerus yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi atau operasi, umpan balik yang dikumpulkan dari pengguna produk (pelanggan) itu kita dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi/operasi yang ada saat ini.

Pada dasarnya pengendalian dan peningkatan proses industri mengikuti konsep siklus hidup proses. Kita mengetahui bahwa target dari program six sigma adalah membawa proses industri untuk beroperasi, yaitu proses industri yang stabil dan kemampuan, sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defects oriental*). Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu maka kita membutuhkan alat-alat atau metode statistika sebagai alat analisis. Metode-metode statistika dan perilaku proses industri akan mampu meningkatkan kinerja sistem industri secara terus-menerus menuju target kegagalan nol (*zero defects oriental*).

2.4.1 Contoh analisis kapabilitas proses yang memiliki dua batas spesifikasi (USL dan LSL).

Produksi dari industri kayu lapis ini berada dalam stabilitas menghasilkan ketebalan produk $2.40 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ pada tingkat kapabilitas 2,77 sigma? Untuk mengetahui hal ini maka kita dapat membangun peta kontrol melalui mendefinisikan batas-batas pengendalian pada tingkat 2,77 sigma menggunakan six sigma Motorola sebagai berikut :

$UCL = upper\ control\ limit = \text{Batas Kontrol Atas} = T + (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$

$LCL = lower\ control\ limit = \text{Batas Kontrol Bawah} = T - (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$

Pada tingkat kapabilitas 2,77 sigma kita mengetahui melalui lampiran 7 bahwa batas toleransi standar deviasi maksimum dari proses adalah : $0,181818 \times (USL - LSL)$. Catatan : kita mengambil nilai kapabilitas sigma terdekat.

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

Rata – rata (*mean*) proses = $\bar{\bar{x}} = 2,3905$

Standar deviasi proses = $S = \bar{R}/d_2 = 0,0675 / 2,326 = 0,029020$

Nilai d_2 untuk ukuran contoh $n = 5$ adalah 2,326 .

Tingkat kapabilitas 2,77 sigma berdasarkan informasi dari pelanggan kita juga mengetahui bahwa nilai-nilai ketebalan kayu lapis yang diinginkan pelanggan adalah : $T = 2,40\text{mm} \pm 0,05\text{ mm}$ sehingga : $T = 2,40\text{ mm}$ $USL = 2,45\text{ mm}$ dan $LSL = 2,35\text{ mm}$.

Berdasarkan informasi diatas kita mengetahui bahwa batas toleransi standar deviasi maksimum bagi proses produksi kayu lapis pada tingkat 2,77 sigma (kita menggunakan nilai 2,75 sigma) adalah : $0,181818 \times (2,45 - 2,35) = 0,181818 \times 0,10 = 0,0181818$.

$UCL = T + 1,5 S_{maks} = 2,40 + 1,5 (0,0181818) = 2,40 + 0,027 = 2,427 = 2,43\text{ mm}$ (dibulatkan).

$LCL = T - 1,5 S_{maks} = 2,40 - 1,5 (0,0181818) = 2,40 - 0,027 = 2,373 = 2,37\text{ mm}$ (dibulatkan).

Jika ingin mengetahui secara tepat nilai batas toleransi S_{maks} pada tingkat 2,77 sigma maka gunakan formula umum berikut : $S_{maks} = \{ 1 / (2 \times \text{nilai kapabilitas sigma}) \} \times (USL - LSL) = \{ 1 / (2 \times 2,77) \} \times (USL - LSL) = 0,180505 \times (USL - LSL) = 0,180505 \times (2,45 - 2,35) = 0,0180505$. Dengan demikian batas-batas kontrol yang diterapkan pada tingkat kapabilitas 2,77 sigma adalah :

$UCL = T + 1,5 S_{maks} = 2,40 + 1,5 (0,0180505) = 2,40 + 0,027 = 2,427 = 2,43\text{ mm}$ (dibulatkan).

$LCL = T - 1,5 S_{maks} = 2,40 - 1,5 (0,0180505) = 2,40 - 0,027 = 2,373 = 2,37 \text{ mm}$ (dibulatkan).

Jika ingin mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum S_{maks} pada tingkat kapabilitas 2,77 sigma maka kita perlu melakukan pengujian hipotesis berikut :

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{maks})^2 \text{ atau } H_0 : \sigma^2 \geq (0,0180505)^2 = 0,000326$$

$$H_1 : \sigma^2 < (S_{maks})^2 \text{ atau } H_1 : \sigma^2 < (0,0180505)^2 = 0,000326$$

Gunakan kriteria pengujian berikut :

Jika $\{(n-1) S^2 / (S_{maks})^2\} \geq \chi^2 (\alpha ; n-1)$, maka terima H_0 sedangkan jika $\{(n-1) S^2\} < \chi^2 (\alpha ; n-1)$, maka tolak H_0 . Untuk kasus diatas n = ukuran contoh yang dipergunakan untuk menghitung nilai S^2 , yaitu 5 unit per pengamatan X 20 pengamatan = 100 unit produk, sedangkan $\chi^2 (\alpha ; n-1)$ dilihat lampiran 4. Hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\{(n-1) S^2 / (S_{maks})^2\} = \{[(100-1)(0,029020)^2] / (0,000326)\} = 255,7481 . \chi^2 (0,005; 99) = 124,3421 .$$

Karena nilai $\{(n-1) S^2 / (S_{maks})^2\} = 255,7481 > \chi^2 (0,05 ; 99) = 124,3421$ maka kita menolak H_0 dan menyimpulkan bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, variasi ketebalan produk kayu lapis dalam proses pembuatan kayu lapis pada tingkat 2,77 sigma lebih besar daripada batas toleransi maksimum standard deviasi yang diharuskan pada tingkat 2,77 sigma tersebut.

2.4.2 Contoh analisis kapabilitas proses yang memiliki hanya satu batas spesifikasi (USL atau LSL).

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diketahui DPMO : 113.232 dan kapabilitas sigma = 2,71 sigma. Pertanyaanya adalah apakah proses produksi dari industri kayu lapis ini berada dalam stabilitas menghasilkan kandungan MC dala kayu lapis pada tingkat kapabilitas 2,71 sigma ? untuk mengetahui hal ini maka kita dapat membangun peta kontrol melalui mendefinisikan batas pengendalian dalam kasus ini batas kontrol atas (UCL) menggunakan six sigma motorola sebagai berikut :

$UCL = upper\ control\ limit = \text{batas kontrol atas} = T + (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$

Karena nilai target (T) tidak ditentukan oleh pelanggan, maka kita mengganti dengan nilai rata-rata proses ($\bar{X}$), asalkan nilai rata-rata proses itu berada dibawah nilai batas spesifikasi atas yang diterapkan ($\bar{X} < USL$). Jika ditemukan bahwa nilai $\bar{X}$ berada diatas nilai USL yang diterapkan, maka proses harus dihentikan dan diperbaiki, karena akan menimbulkan kecacatan atau kegagalan yang sangat besar. Dalam hal semacam ini analisis kapabilitas proses menjadi tidak dipergunakan lagi karena proses dianggap sangat tidak mampu untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Demikian pula halnya apabila yang ditetapkan hanya batas spesifikasi bawah (LSL), maka persyaratan pengganti nilai target (T)

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

Rata – rata (mean) proses = $\bar{\bar{x}} = 12,57$

Standar deviasi proses = $S = \bar{R} / d_2 = 2,75 / 2,326 = 1,182287$

Nilai d_2 untuk ukuran contoh $n = 5$ adalah 2,326

Untuk kasus diatas : $UCL = \bar{\bar{x}} + (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$. Pada tingkat kapabilitas 2,71 sigma kita mengetahui melalui lampiran 8 bahwa batas toleransi standar deviasi maksimum untuk proses yang hanya memiliki satu batas spesifikasi (SL) adalah $0,370370 \times$ nilai absolut ($SL - T$). Dalam kasus ini karena nilai target (T) tidak diterapkan maka nilai T diganti dengan $\bar{\bar{x}}$. Kita mengambil nilai kapabilitas sigma terdekat yaitu 2,70 sigma untuk tingkat kapabilitas 2,71 sigma. Berdasarkan informasi dari pelanggan kita mengetahui bahwa kandungan kelembaban MC kayu lapis yang diinginkan pelanggan adalah $USL = 14\%$ (batas spesifikasi atas untuk toleransi kandungan MC). Nilai rata-rata proses ($\bar{\bar{x}}$) adalah : $12,57\%$. Karena nilai rata-rata proses ($\bar{\bar{x}} = 12,57\%$) berada dibawah nilai $USL = 14\%$ maka tidak boleh mengganti nilai target (T) yang tidak ditetapkan oleh pelanggan dengan nilai $\bar{\bar{x}} = 12,57\%$.

Berdasarkan informasi diatas, mengetahui bahawa nilai toleransi standar deviasi bagi kandungan MC dalam proses produksi kayu lapis pada tingkat 2,71 sigma (kita menggunakan nilai 2,70 sigma) adalah : $0,370370 (USL - \bar{\bar{x}}) = 0,370370 \times (14\% - 12,57\%) = 0,370370 \times 1,43\% = 0,53\%$.

$UCL = \bar{X} + 1,5 S_{maks} = 12,57 + 1,5 (0,53) = 12,57 + 0,795 = 13,365 = 13,36\%$ (dibulatkan kebawah).

Jika ingin mengetahui secara tepat nilai batas toleransi S_{maks} pada tingkat 2,71 sigma untuk proses yang hanya memiliki satu batas spesifikasi maka gunakan rumus berikut : $S_{maks} = \{1 / (\text{nilai kapabilitas sigma})\} \times \text{absolut } (SL - T) = \{1 / 2,71\} \times (USL - \bar{X}) = 0,369004 \times (USL - \bar{X}) = 0,369004 \times (14\% - 12,57\%) = 0,528\% = 0,53\%$ (dibulatkan).

Jika ingin mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum S_{maks} pada tingkat kapabilitas 2,71 sigma maka perlu :

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{maks})^2 \text{ atau } H_0 : \sigma^2 \geq (0,53)^2 = 0,2809$$

$$H_1 : \sigma^2 < (S_{maks})^2 \text{ atau } H_1 : \sigma^2 < (0,053)^2 = 0,2809$$

Jika $\{(n - 1) S^2 / (S_{maks})^2\} \geq \chi^2 (\alpha ; n - 1)$, maka terima H_0 sedangkan jika $\{(n - 1) S^2\} < \chi^2 (\alpha ; n - 1)$, maka tolak H_0 . Untuk kasus diatas n = ukuran contoh yang dipergunakan untuk menghitung nilai S^2 , yaitu 5 unit per pengamatan X 20 pengamatan = 100 unit produk, sedangkan $\sigma^2 (\alpha ; n - 1)$ dilihat lampiran 4. Hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\{(n - 1) S^2 / (S_{maks})^2\} = [\{(100 - 1)(1,182287)^2\} / (0,2809)] = 897,6063 . \chi^2 (0,005; 99) = 124,3421 .$$

Karena nilai $\{(n - 1) S^2 / (S_{maks})^2\} = 897,6063 > \sigma^2 (0,05 ; 99) = 124,3421$ maka tolak H_0 dan menyimpulkan bahwa tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$

2.5. Uji Statistik

Stabilitas proses yang berarti ketepatan proses dalam mencapai target yang telah ditentukan. Hal ini mempresentasikan keadaan proses yang sedang berlangsung seperti : bahan baku yang datang, mesin-mesin dan skill operator untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam stabilitas, dapat menggunakan peta kontrol dengan cara mendefinisikan batas-batas pengendalian dengan berdasarkan konsep *six sigma mototrola* .

Langkah-langkah perhitungan dengan uji hipotesis

1. Menghitung nilai DPMO kapabilitas sigma
2. Menghitung UCL menggunakan konsep six sigma motorola dengan rumus :

$$UCL = \text{Upper Control Limit} = \text{Batas Kontrol Atas} = T + (1,5 \times S_{\text{maks}})$$

$$LCL = \text{Lower Control Limit} = \text{Batas Kontrol Bawah} = T - (1,5 \times S_{\text{maks}})$$

Dengan catatan :

- a) Jika nilai target (T) tidak ditentukan maka nilai T diganti dengan nilai $\bar{x}$, dengan syarat $\bar{x} < UCL$ dan $\bar{x} > LSL$
 - b) Jika nilai target (T) ditentukan pelanggan, maka nilai target (T) yang digunakan sebagai pedoman / sasaran target bukan nilai $\bar{x}$.
 - c) Menentukan batas toleransi standar deviasi maksimum untuk proses yang hanya memiliki satu batas spesifikasi (SL)
 $SL = \text{tingkat kapabilitas sigma dalam batas toleransi standar deviasi max} \times \text{nilai absolut (SL-T)}$
3. Menghitung nilai batas toleransi dengan rumus :

$$S_{\text{maks}} = \left(\frac{1}{\text{nilai kapabilitas sigma}} \right) \times \text{absolut (SL - T)} \quad (2.26)$$

$$S_{\text{maks}} = \left(\frac{1}{\text{nilai kapabilitas sigma}} \right) \times (\text{USL} - T) \quad (2.27)$$

4. Jika ingin mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi maka standar deviasi maksimu, S_{maks} pada tingkat kapabilitas nilai sigma tertentu maka dilakukan uji hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{\text{maks}})^2 \quad (2.28)$$

$$H_1 : \sigma^2 < (S_{\text{maks}})^2 \quad (2.29)$$

5. Menentukan $\alpha = 5\% = 0,05$
6. Kemudian menentukan statistik uji dengan rumus :

$$\chi^2 = \{(n - 1) S^2 / (S_{\text{maks}})^2\} \quad (2.30)$$

7. Menentukan keputusan

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika } \{(n - 1) S^2 / (S_{\text{maks}})^2\} \geq \chi^2(\alpha ; n - 1) \quad (2.31)$$

$$\text{Terima } H_0 \text{ jika } \{(n - 1) S^2 / (S_{\text{maks}})^2\} < \chi^2(\alpha ; n - 1) \quad (2.32)$$

Dengan catatan :

n : ukuran contoh yang dipergunakan untuk menghitung nilai S^2

S : Standar deviasai

$\chi^2 : (\alpha ; n - 1)$

8. Menentukan kesimpulan

BAB III

METODE PENELITIAN

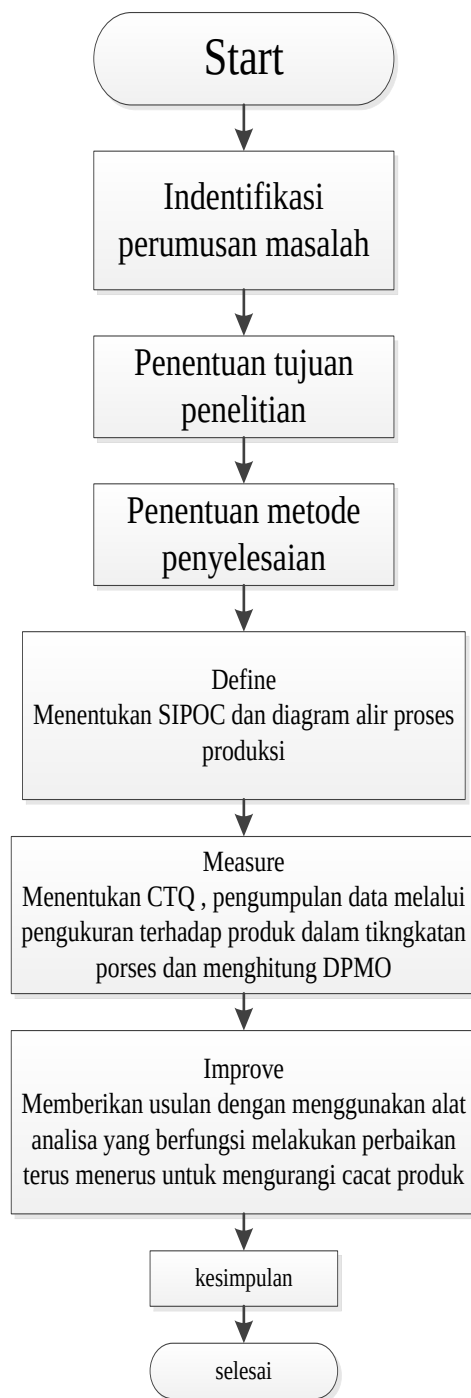
3.1. Objek penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV SINAR ALBASIA UTAMA. Penelitian ini berfokus pada produksi kayu lapis yang cacat. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 15 febuari 2016 sampai 15 maret 2016.

3.2. Studi pustaka

Terdapat dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dandeduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian dan yang diawali dengan penjelasan permasalahan-permasalahan khusus yang diakhiri dengan kesimpulan yang berupa pernyataan umum. Kajian ini diperoleh dari jurnal, seminar, skripsi dan karya tulis yang tertera dalam BAB II. Pada kajian induktif dapat diketahui perkembangan penelitian. Batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan diklasifikasikan dan dihubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan memecahkan masalah penelitian yang juga tertera pada BAB II.

Adapun langkah-langkah penelitian dijelaskan dalam diagram alir kerangka penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 **Diagram Alir Kerangka Penelitian**

3.3. Metode Pengumpulan Data

berdasarkan jenisnya maka data yang diperlukan ada dua macam yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Sedangkan sumbernya maka data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder yaitu sebagai berikut :

a) Data Primer

Yaitu data yang diperoleh langsung melalui pengamatan langsung di perusahaan, yakni mengenai pengawasan banyaknya tingkat produk cacat dalam proses produksi.

1) Observasi

Penelitian melihat secara langsung proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan yang bersangkutan dan mencatat hal-hal penting yang dapat dijadikan sebagai bahan penulisan Tugas Akhir.

2) Interview

Pengumpulan data dengan cara tanya jawab sepihak atau wawancara secara langsung dengan pimpinan perusahaan atau petugas yang ditunjuk oleh perusahaan untuk melengkapi data-data mengenai proses produksi.

b) Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh melalui referensi tertentu atau literatur-literatur mengenai data-data produksi. Dengan melakukan penelitian kepustakaan yaitu memperoleh data melalui buku-buku literatur, diktat, dll.

Adapun data yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- 1) Data proses produksi atau data jumlah produk dalam periode tertentu.
- 2) Data umum perusahaan yang berisi informasi mengenai kondisi perusahaan (company profile).
- 3) Data atribut yang berisi data produk cacat dari setiap proses serta jenis cacat yang terjadi pada proses tersebut.

4) Data penyebab banyaknya jumlah produk cacat atau rendahnya kapabilitas proses. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan dan juga interview langsung terhadap pengawas lapangan.

3.4. Pengolahan Data

Pada pengolahan data analisis yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi secara langsung dan mencari tahu apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

3.4.1 Define

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma* . Pada tahap ini kita perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan :

1. Kriteria pemilihan proyek *six sigma*.
2. Peran dan tanggung jawab dari orang – orang yang terlibat dalam proyek *six sigma* .
3. Kebutuhan pelatihan untuk orang – orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
4. Proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelangganya
5. Kebutuhan spesifikasi dari pelanggan.
6. Pernyataan tujuan proyek *six sigma*.

3.4.2 Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure* yaitu :

1. Menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifikasi dari pelanggan.
2. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses *output* dan *outcome*.

3. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses *output* dan *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal *six sigma*.

3.4.3 *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program ini peningkatan kualitas *six sigma* pada tahap ini kita perlu melakukan beberapa hal berikut :

1. Menentukan stabilitas dan kapabilitas dari proses.
2. Menentukan target – target kinerja karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *six sigma*.
3. Mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan.
4. Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas.

3.4.4 *Improve*

Pada tahap *improve*, hal yang dilakukan adalah menemukan ide-ide atau usulan baru yang mungkin akan membantu untuk mengatasi akar masalah dan mencapai tujuan, menentukan ide mana yang menjadi solusi-solusi potensial, dan memilih solusi yang paling tepat sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor gangguan. Tahap ini merupakan sebuah pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasar hasil analisis dalam tahap sebelumnya. Aktivitas yang direkomendasikan merupakan perbaikan/koreksi terhadap prosedur yang telah dipakai.

3.4.5 *Control*

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini hasil – hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebar, praktek –

praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses di standarisasikan dan disebarluaskan.

3.4.6 Alat – alat yang digunakan

a. Diagram Pareto

Pareto Chart adalah salah satu jenis *chart* yang terdiri dari grafik balok dan juga garis. Namanya sendiri diambil dari nama orang yang menemukan yaitu Vilfredo Pareto. Tujuan dari diagram pareto chart adalah untuk memperjelaskan faktor yang paling penting dari beberapa faktor yang ada dalam *quality control*. Hal ini sering mempersentasikan sumber *defect* yang paling sering ditemui. Jenis *defect* yang sering muncul. Ataupun alasan – alasan yang paling sering muncul saat terjadi complain dari konsumen dan banyak lagi hal lain yang sejenis (suwandi 2015) .

b. Fishbone

Fishbone diagram atau juga dikenal sebagai diagram Ishikawa merupakan sebuah diagram sebab-akibat yang diciptakan oleh Kaoru Ishikawa (1968) yang menunjukkan penyebab-penyebab dari event-event yang spesifik. Diagram Ishikawa digunakan dalam perencanaan suatu produk untuk mencegah terjadinya cacat atau penurunan kualitas, dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat yang potensial yang menyebabkan efek tertentu. Setiap penyebab ketidaksempurnaan merupakan sumber terjadinya variasi. Penyebab-penyebab biasanya dikelompokkan dalam kategori utama untuk mengidentifikasi sumber-sumber variasi tersebut. Kategori-kategori utama ini biasanya berupa:

1. Manusia: siapapun yang terlibat dalam proses.
2. Metode: bagaimana proses berjalan dan beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum proses berjalan, seperti policy, prosedur, aturan, regulasi dan hukum.
3. Mesin: peralatan, equipment, komputer, tools, dll., yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan.
4. Material: raw material, part, kertas, pulpen, dll. yang dicunakan untuk memproduksi barang jadi.

5. Measurements: data yang diambil dari proses yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas proses tersebut.
6. Lingkungan: kondisi lingkungan seperti lokasi, waktu, temperatur, dan kultur dimana proses beroperasi.

c. Peta kendali

Peta pengendali atau peta kontrol adalah alat untuk mempelajari perbedaan. Diagram tersebut akan memperlihatkan variasi yang stabil. Proses yang stabil sering disebut dengan proses dalam kendali (*in-control process*), proses yang dapat diprediksi atau proses dengan “penyebab-penyebab umum”. Terdapat 3 peta pengendali yang digunakan yaitu peta pengendali $\bar{x}$ dan p.

3.5. Analisis Data

Untuk menganalisis data yang telah diolah, maka digunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) dan juga diagram pareto. *Fishbone* adalah alat yang digunakan untuk menemukan penyebab timbulnya persoalan serta akibat yang ditimbulkannya. Diagram ini penting untuk mengidentifikasi secara tepat hal-hal yang menyebabkan *defect* dan kemudian mencoba untuk mengatasinya. Ditinjau dari faktor tenaga kerja, material, mesin, metode kerja, dan lingkungan kerja. Sedangkan *Pareto Chart* adalah grafik yang memuat urutan klasifikasi suatu data mulai dari urutan yang terbesar hingga yang terkecil .

3.6. Kesimpulan dan saran

Bagian ini merupakan bagian penutup yang berisi kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan. Penarikan kesimpulan sangat berguna dalam merangkum hasil penelitian dan saran yang memacu pada kesimpulan merupakan masukan penting bagi perusahaan sesuai dengan pemahaman dan pengamatan peneliti.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Profil perusahaan

4.1.1 Identitas perusahaan

Nama Perusahaan : CV Sinar Albasia Utama

Alamat : Jl. Cangkringan – Kalasan km 4 Yogyakarta

Bidang usaha : Pembuatan kayu lapis

Tahun berdiri : 2010

Pemilik Perusahaan : Pak Sutono

Jumlah karyawan : $\pm$ 300 buruh pabrik dan $\pm$ 30 karyawan tetap

Customer : Perusahaan / industri luar negeri

Klasifikasi Produk : Kayu lapis

Sistem Manufaktur : *Make To Order*

4.1.2 Disiplin Kerja

Karyawan CV Sinar Albasia Utama sangat mengutamakan kerjasama antar atasan karyawan dan buruh pabrik dan mendahulukan keselamatan bagi pekerja karena keselamatan sangat penting untuk berjalannya proses produksi. Penarikan karyawan CV Sinar Albasia Utama

melalui media online dengan membuka website atau dengan membuka spanduk di depan pabrik. Tes dilakukan sesuai prosedur perusahaan dengan kualitas dan kedisiplinan calon karyawan baru dan memiliki pengalaman di sesuai bidangnya. Pengaturan jam kerja dan jam istirahat di CV Sinar Albasia Utama sebagai berikut :

- a. Hari kerja dilaksanakan pada hari senin sampai dengan sabtu.
- b. Jam kerja hari senin sampai hari kamis dimulai pada pukul 07.00 sampai 15.00
- c. Jam kerja pada hari jumat dimulai pada pukul 07.00 sampai 15.30
- d. Jam kerja pada hari sabtu dimulai pada pukul 07.00 sampai jam 12.00
- e. Jam istirahat pada pukul 12.00 sampai 13.00

4.1.3 Kebijakan perusahaan

Kebijakan perusahaan CV Sinar Albasia Utama adalah mempunyai komitmen untuk menghasilkan produk kayu lapis yang berkualitas dan mampu bersaing dengan produk dari dalam negeri maupun luar negeri dan senantiasa menghasilkan produk yang berkualitas sehingga mampu memberikan kepuasan kepada pelanggan.

Untuk memenuhi komitmen tersebut perusahaan melakukan upaya perbaikan secara terus menerus dalam hal :

1 Quality

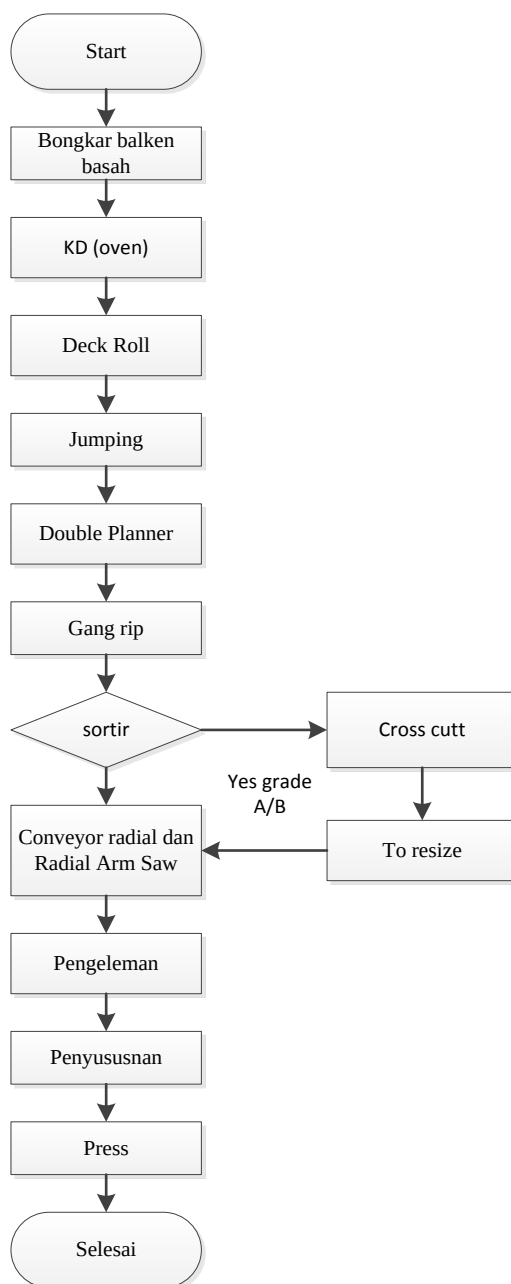
- a. Menjamin seluruh karyawan untuk memahami dan menerapkan standar kualitas yang sudah ditetapkan.
- b. Menghasilkan barang atau jasa yang sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan
- c. Mengembangkan sistem manajemen mutu secara berkesinambungan.

2 Cost

- a. Menjamin ketersediaan bahan baku sesuai standar harga dan kualitas yang sudah ditetapkan.
- b. Menetapkan standar perhitungan biaya untuk proses realisasi produk / jasa (biaya mesin, tenaga kerja, material, dll).
- c. Menjamin sarana dan prasarana untuk dapat mencapai standar yang sudah ditetapkan.

Kebijakan Mutu ini disosialisasikan dan diterapkan dalam lingkungan CV Sinar Albasia Utama untuk mencapai sasaran mutu yang sudah ditetapkan. Selanjutnya kebijakan mutu ini dievaluasi secara berkala dan dikembangkan secara terus-menerus, sesuai dengan tuntutan dan perkembangan dunia industri.

4.1.4 Proses Produksi



Gambar 4.1 **Diagram alir Proses Produksi**

Proses Produksi di CV Sinar Albasia Utama secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Balken*

Balken adalah jenis kayu sengon yang menjadi bahan utama pembuatan kayu lapis dan pemilihan kayu di bagi menjadi 2 bagian yaitu T5 = 5cm dan T6 = 6cm

2. *KD*

KD adalah tempat pengovenan kayu yang dimasak di suatu ruangan selama 199jam atau selama 5 hari

3. *Deck roll*

Mengeringkan kayu lapis, kadar air maksimal yang harus dicapai .

4. *Jumping*

Jumping adalah proses pemotongan atau pencucian untuk mengambil siku kayu lapis.

5. *Double Planner*

Double Planner mesin yang di gunakan untuk mencari penampang pada proses pembuatan kayu lapis.

6. *Gang Rip*

Gang Rip merupakan tempat pemotongan kayu balen menjadi *corepiece*.

7. *Sortir*

Sortir adalah pengklasifikasian produk kayu lapis sesuai dengan bentuk dan kualitas kayu. Klasifikasi kayu di bagi menjadi 4 yaitu produk A , B , *Resize* dan sampah. Jika kayu lapis tidak sesuai dengan kriteria maka di tempatkan disampah karena tidak layak untuk proses lanjutan.

8. *Finger joint*

Finger joint di pilih menjadi 2 bagian sortir dan *shaper* untuk proses selanjutnya.

9. *Conveyor radial*

Conveyor radial adalah proses penyusunan *corepiece* di jadikan satu sesuai dengan ukuran sesuai dengan perusahaan.

10. *Radial Arm Saw*

Radial Arm Saw adalah tempat proses pemotongan yang dimana proses penyusunan di *corepiece* jika ada yg kurang atau yang bolong di tambahkan sesuai ukuran sehingga produk tidak ada yg rata atau cacat.

11. Pengeleman

Proses pengelman untuk merekatkan sisi kayu agar kayu tidak patah saat terjadi benturan.

12. Penyusunan

Potongan-potongan kecil finir yang dihasilkan dan di susun diatas papan alas siap untuk di press .

13. Press

Pengepressan dibagi menjadi 2 yaitu hot press dan cold press hot press anel rakitan yang telah melalui pengepresan dingin dan telah dilakukan inspeksi untuk menghindari terjadinya cacat-cacat yang tidak diinginkan, akan diteruskan ke bagian pengepresan panas pada mesin Hot Press. Tekanan, suhu dan lamanya pengepresan sesuai dengan standar operasi yang ditentukan dan cold press Tumpukan kayu lapis yang telah tersusun menjadi panel rakitan dengan jumlah tertentu, diberikan perlakuan pengepresan awal di mesin Cold Press. Jumlah panel rakitan dalam satu tumpukan (unit) berbeda-beda tergantung ketebalannya.

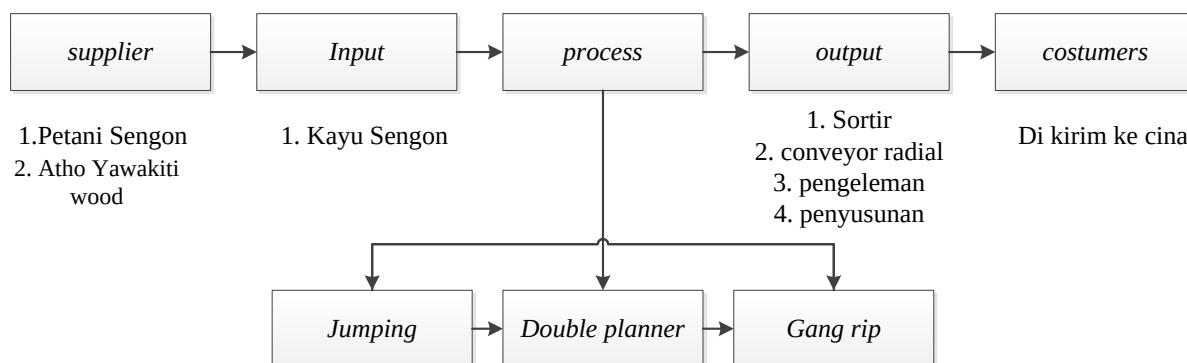
14. Bongkar

Produk akhir yang akan dikirim kepada para pelanggan, ditangani dan dikemas sedemikian rupa sehingga dapat terhindar dari kerusakan-kerusakan selama dalam penanganan, penyimpanan sampai pengirimannya.

4.2. Pengolahan Data

4.2.1 Tahap *Define* (Definisi)

Tahap ini mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *six sigma* kita perlu menggunakan diagram SIPOC. SIPOC merupakan alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam peningkatan proses (Gaspersz; 47, 2002).



Gambar 4.2 Diagram SIPOC

Penjelasan dari diagram SIPOC adalah :

a. *Supplier*

Supplier di CV Sinar Albasia Utama adalah petani sengon yang berasal dari sulawesi. Bahan dasar kayu lapis ini adalah kayu yang tahana lama dan cocok menjadi bahan kayu lapis dan sudah di uji kualitas kayu sengon. Atho Yawakiti wood adalah salah satu suppliers di CV Sinar Albasia Utama yang sudah lama bekerja sama di bidang pembuatan kayu lapis. Bahan baku yang sudah di terima dari supplier di masukan ke dalam *warehouse*.

b. *Input*

Input dalam tahapan ini adalah berupa kayu sengon yang masih basah dan masih ada kulit batang pohon sengon. Bahan baku kayu sengon setelah datang dari *suppliers* harus di cek kualitas kayu tersebut sesuai dengan permintaan atau tidak dan layak di produksi apa tidak. Sebagian kau yang tidak layak pakai biasanya tidak di buang dipergunakan untuk bahan bakar pengering kayu sengon untuk dimasukan kedalam oven selama 5 hari sesuai dengan proses kualitas kayu tersebut.

c. *Process*

Dalah tahapan *process* produksi kayu lapis dilakukan dengan sesuai alur pengerjaanya dan petunjuk kerja dilaukan sesuai dengan perintah dari atasan. Tahap pembuatan kayu lapis adalah sebagai berikut :

1. Bongkar balken basah

Dalam proses ini membongkar dari tempat penyimpanan kayu lapis adalah berupa kayu yang masih mentah dan belum diolah. Material yang masuk akan diperiksa kualitas bahan

tersebut layak apa tidak untuk proses selanjutnya jika tidak layak akan di letakan di tempat pembakaran.

2. KD (oven)

KD atau *klim dry* adalah ruang pengering untuk proses pengeringan kayu sengon. Dalam pengeringan ini dilakukan pengeringan selama 119 jam atau selama 5 hari. Proses pengeringan ini dilakukan agar kayu pada saat di potong atau di amplas tidak dalam keadaan basah. Manfat untuk pengeringan kayu untuk mengurangi kadar air kayu sengon, memperbaiki warna kayu, membunuh jamur dan serangga perusak kayu.

3. Deck Roll

Deck Roll adalah Roller Dryer berfungsi untuk mengeringkan finir core yang umumnya lebih tebal jika dibandingkan dengan ketebalan face/back hingga tercapai kadar air finir sesuai dengan yang dipersyaratkan. Finir-finir yang akan dikeringkan berjalan diantara rol-rol yang memberikan tekanan terhadap finir tersebut, sehingga finir kering yang keluar tidak akan bergelombang.

4. Jumping

Proses *jumping* adalah proses pemotongan atau pencucian untuk mengambil sisi siku kayu lapis. Proses ini adalah pemotongan kayu yang masih kasar lalu di haluskan sisi kasar tersbut untuk dicari sisi siku.

5. Doble planner

Double Planner adalah berupa mesin serut untuk mencari penampang kayu lapis. Sebelum menjalankan mesin selalu dilakukan pengecekan bahwa mata pisau tersebut masih tajam atau sudah tumpul. Proses *double planner* ini dilakukan dorongan kayu kedepan pada kecepatan yang sesuai dan stabil. Apabila terlalu cepat mendorong akan mengakibatkan noda seperti bekas terbakar karena putaran pisau tidak mengiris kayu sama sekali.

6. Gang rip

Proses *Gang Rip* adalah proses pemotongan balken menjadi *corpice*. *Corpice* adalah kayu yang berbentuk seperti balok. Kayu ini adalah bahan jadi sebelum dilakukan perekatan atau penyatuan kayu lapis.

7. Sortir

Penyortiran adalah pengklasifikasian kayu yang terdiri dari grade a,b atau di resize. Dalam penyortiran ini dilakukan pengecekan apakah ada yang cacat atau tidak untuk proses selanjutnya. Kalau ada proses cacat maka akan di tempatkan bagian pembuangan atau sampah untuk menambah bahan bakar untuk pengovenan. Sedangkan pada tahap resize adalah tahap pengulangan proses yang masih ada yang kurang pada saat penyortiran atau saat pengukuran kayunya kurang pas.

8. *Conveyor radial and radial arm saw*

Proses ini adalah penyusunan kayu *corpiece*. Potongan-potongan kayu di susun melebar dan panjang sesuai dengan ukuran dari perusahaan. Lalu melakukan pemotongan jika ada yang melebihi ukuran. Jika ukuran kayu kurang maka dilakukan pengambilan berupa potongan kayu kecil untuk disesuaikan dengan panjang dan lebar pada kayu lapis.

9. Penyusunan

Dalam proses penyusunan kayu lapis potongan-potongan kayu lapis di susun dan di lem.

10. pengeleman

Proses pengelman perakitan lembaran kayu lapis. Permukaan kayulapis dilaburi campuran lem pada sisi atas dan sisibawah dengan cara dioleskan secara bertahap.

11. Press

Pengepressan dibagi menjadi 2 yaitu hot press dan cold press hot press anel rakitan yang telah melalui pengepresan dingin dan telah dilakukan inspeksi untuk menghindari terjadinya cacat-cacat yang tidak diinginkan, akan diteruskan ke bagian pengepresan panas pada mesin Hot Press. Tekanan, suhu dan lamanya pengepresan sesuai dengan standar operasi yang ditentukan dan cold press Tumpukan kayu lapis yang telah tersusun menjadi panel rakitan dengan jumlah tertentu, diberikan perlakuan pengepresan awal di mesin Cold Press. Jumlah panel rakitan dalam satu tumpukan (unit) berbeda-beda tergantung ketebalannya.

Berdasarkan dari hasil pengidentifikasian dengan menggunakan metode SIPOC di atas maka diketahui bahwa unsur penyebab terjadinya banyak cacat yang sering terjadi pada produk adalah pada tahapan sortir. Berdasarkan hasil wawancara dan survei lapangan bahwa tahapan tersebut merupakan tahapan yang memiliki keterkaitan dalam kualitas pembuatan

kayu lapis tersebut. Dalam proses ini lah yang sering menjadu penyebab terjadinya cacat produk.

4.2.2 Tahap *Measure*

4.2.2.1 Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

PT Sinar Albasia Utama peneliti menemukan beberapa karakteristik dalam kualitas atau *Critical to Quality* (CTQ) untuk jenis cacat pada produksi kayu lapis berupa cc busuk, retak, pecah, tidak rata dan reject. Data cacat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data cacat dari produksi kayu lapis selama satu bulan yaitu bulan januari 2015.

Menentukan jenis produk dengan menghitung presentase dari masing-masing jenis produk dan menggunakan alat bantu diagram pareto untuk mengetahui jenis produk dengan tingkat kecacatan yang terbesar. Adapun presentas ketidaksesuaian masing-masing jenis produk.

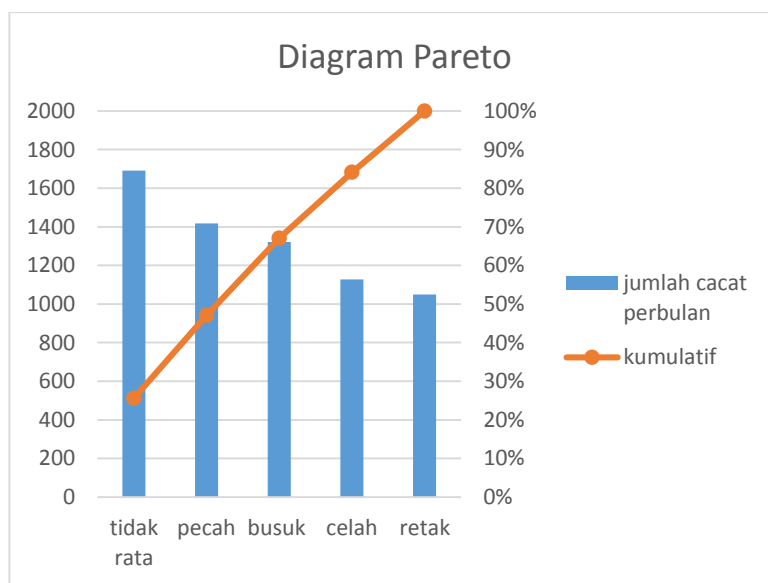
Tabel 4.1 tabel *Critical To Quality* (CTQ)

No	jenis cacat	jumlah cacat perbulan	presentase	kumulatif
1	tidak rata	1692	26%	26%
2	pecah	1418	21%	47%
3	busuk	1321	20%	67%
4	celah	1128	17%	84%
5	retak	1050	16%	100%
jumlah		6609	100%	

Keterangan :

1. Tidak rata kayu lapis berada pada pengepresan kayu lapis pada proses setelah pengeleman dan pada saat dilakukan penyusunan barang lalu di press. Karena pengeleman kurang rapat maka ada bagian kayu yang tidak rata.

2. Pecah pada kayu lapis diakibatkan pada saat pemotongan. Proses ini sama seperti cacat retak tetapi pecah pada kayu karena kayu sudah tidak kuat untuk di potong atau kena getaran pada saat pemotongan.
3. Cc busuk ini apabila pada bagian kayu lapis ada bagian yang warnanya coklat ketuaan dan berbentuk seperti bulatan pada bagian sisi kayu maka produk kayu lapis tersebut tidak layak di produksi karena cc busuk bisa bolong pada saat tertentu karena sudah busuk dan pada saat penyusunan kayu menjadi tidak rapi.
4. celah pada kayu rongga yang terdapat pada dua bagian yang berdampingan masih ada celah pada sisi kayu yang terjadi kaibat kurang rapatnya pada sambungan kayu lapis.
5. Retak pada kayu lapis terjadi pada saat pemotongan kayu lapis dari beberapa bagian kayu lapis. Karena pada saat pemotongan ada gergaji yang tumpul atau terlalu kuat tekanan pendorong untuk memotong kayu.



Gambar 4.3 Diagram presentase cacat kayu lapis

Pada gambar diagram pareto diatas dapat diketahui tidak rata pada kayu lapis sebesar 26%. Maka untuk penelitian ini hanya berfokus pada cacat tidak rata. Karen presentase cacatnya paling banyak.

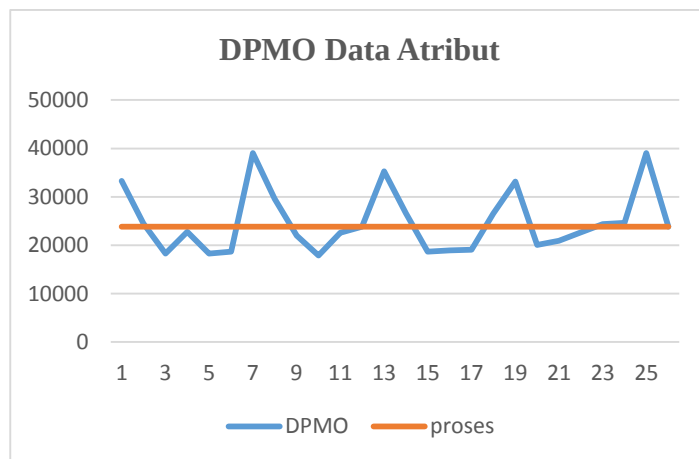
4.2.2.2 Perhitungan data atribut

Pengolahan data dalam perhitungan DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut pada tabel 4.2

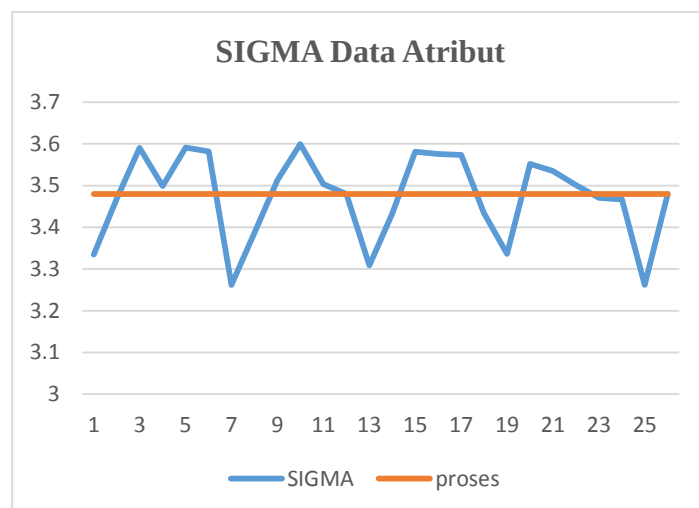
Tabel 4.2 pengolahan data atribut perhitungan DPMO dan tingkat sigma

NO	jumlah produk di inspeksi	jumlah cacat	banyaknya CTQ	proporsi(c/n)	DPMO	SIGMA
1	1580	263	5	0,166455696	33291,13924	3,334483341
2	2280	279	5	0,122368421	24473,68421	3,469049837
3	2490	228	5	0,091566265	18313,25301	3,589903089
4	2378	271	5	0,113961312	22792,26241	3,499220284
5	2662	243	5	0,091284748	18256,94966	3,59115804
6	2184	204	5	0,093406593	18681,31868	3,581779256
7	1377	269	5	0,195352215	39070,44299	3,261576449
8	2150	318	5	0,147906977	29581,39535	3,386981673
9	2380	262	5	0,110084034	22016,80672	3,513770698
10	2750	246	5	0,089454545	17890,90909	3,599398144
11	2560	289	5	0,112890625	22578,125	3,503196045
12	2297	274	5	0,119286025	23857,20505	3,47990317
13	1588	280	5	0,176322418	35264,48363	3,308498389
14	2289	305	5	0,133245959	26649,19179	3,432495446
15	2374	222	5	0,093513058	18702,61163	3,581313468
16	2288	217	5	0,094842657	18968,53147	3,575534088
17	2589	247	5	0,095403631	19080,72615	3,573116355
18	2395	318	5	0,132776618	26555,32359	3,434020176
19	1579	262	5	0,165927802	33185,56048	3,335908969
20	2450	246	5	0,100408163	20081,63265	3,552065829
21	2579	270	5	0,104691741	20938,3482	3,534743424
22	2399	272	5	0,113380575	22676,11505	3,501372796
23	1927	235	5	0,12195122	24390,2439	3,470505303
24	2252	277	5	0,123001776	24600,35524	3,466848229
25	1599	312	5	0,195121951	39024,39024	3,262121446
proses	55396	6609	5	0,119304643	23860,92859	3,479836913

Berbagai nilai DPMO dan Kapabilitas sigma dalam tabel 4.2, apabila digambarkan kedalam grafik, maka akan tampak seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.4 Grafik pola DPMO data atribut



Gambar 4.5 Grafik pola SIGMA data atribut

Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan bahwa grafik DPMO dan tingkat SIGMA kayu lapis masih menunjukkan nilai yang bervariasi dan belum menunjukkan nilai yang konsisten. Proses yang dikendalikan secara terus menerus dapat menurunkan nilai DPMO dan menaikkan tingkat sigma. perhitungan DPMO dan tingkat sigma. perhitungan DPMO dan tingkat sigma secara rinci dipaparkan pada tabel 4.3 .

Tabel 4.3 perhitungan DPMO dan tingkat SIGMA data atribut

No	Tindakan	Persamaan	Hasil
1	Proses apa yang ingin anda ketahui?		Pembuatan kayu lapis
2	Berapa banyak produk yang dikerjakan melalui proses?		55.396
3	Berapa banyak produk yang cacat atau gagal?		6.609
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	Langkah 3/ langkah 2	0,119304
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat	Banyaknya CTQ	5
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	Langkah 4/ langkah 5	0,0238608
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta DPMO	Langkah 6 x 1000000	23860,9
8	Nilai Sigma	(langkah 7) kedalam nilai sigma microsoft Excel: $\text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO})/1000000) + 1,5$	3,4798369

4.2.2.3 Pembuatan Peta Kendali p

peta kendali p dibuat berdasarkan data cacat produksinya pada bulan januari 2016 yang dipaparkan pada tabel 4.4 .

Tabel 4.4 Data peta kendali p

NO	data inspeksi	jumlah cacat	proporsi	UCL	CL	LCL
1	1580	263	0,166455696	0,143769024	0,119304643	0,094840262
2	2280	279	0,122368421	0,139670156	0,119304643	0,09893913
3	2490	228	0,091566265	0,138792456	0,119304643	0,09981683
4	2378	271	0,113961312	0,139246099	0,119304643	0,099363187

NO	data inspeksi	jumlah cacat	proporsi	UCL	CL	LCL
5	2662	243	0,091284748	0,13815236	0,119304643	0,100456926
6	2184	204	0,093406593	0,140112936	0,119304643	0,098496349
7	1377	269	0,195352215	0,145510346	0,119304643	0,09309894
8	2150	318	0,147906977	0,140276822	0,119304643	0,098332464
9	2380	262	0,110084034	0,139237718	0,119304643	0,099371568
10	2750	246	0,089454545	0,137848345	0,119304643	0,100760941
11	2560	289	0,112890625	0,138524174	0,119304643	0,100085111
12	2297	274	0,119286025	0,139594654	0,119304643	0,099014632
13	1588	280	0,176322418	0,143707323	0,119304643	0,094901963
14	2289	305	0,133245959	0,13963008	0,119304643	0,098979206
15	2374	222	0,093513058	0,139262891	0,119304643	0,099346395
16	2288	217	0,094842657	0,139634521	0,119304643	0,098974765
17	2589	247	0,095403631	0,13841623	0,119304643	0,100193056
18	2395	318	0,132776618	0,139175199	0,119304643	0,099434087
19	1579	262	0,165927802	0,14377677	0,119304643	0,094832516
20	2450	246	0,100408163	0,138950896	0,119304643	0,09965839
21	2579	270	0,104691741	0,138453247	0,119304643	0,100156039
22	2399	272	0,113380575	0,139158626	0,119304643	0,099450659
23	1927	235	0,12195122	0,141457101	0,119304643	0,097152185
24	2252	277	0,123001776	0,139796371	0,119304643	0,098812915
25	1599	312	0,195121951	0,143623242	0,119304643	0,094986044
jumlah	55396	6609	0,119304643			

Peta kendali p dibuat dengan menentukan UCL (*Upper Control Limit*), CL (*Central Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) untuk masing-masing sub grub. Contoh perhitungan pada nomer 1 yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Proporsi} &= \frac{\text{Jumlah cacat ke-}i}{\text{jumlah produk inspeksi ke-}i} & (4.1) \\ &= \frac{263}{1580} = 0,1664556\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{p} &= \frac{\Sigma \text{total cacat}}{\Sigma \text{total produk inspeksi}} & (4.2) \\ &= \frac{6609}{55396} = 0,1193046\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{CL} &= \bar{p} & (4.3) \\ &= 0,1193046\end{aligned}$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4.4)$$

$$= 0,1193046 + 3 \sqrt{\frac{0,1193046 \times (1-0,1193046)}{1580}}$$

$$= 0,1193046 + 0,0244643$$

$$= 0,143768$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4.5)$$

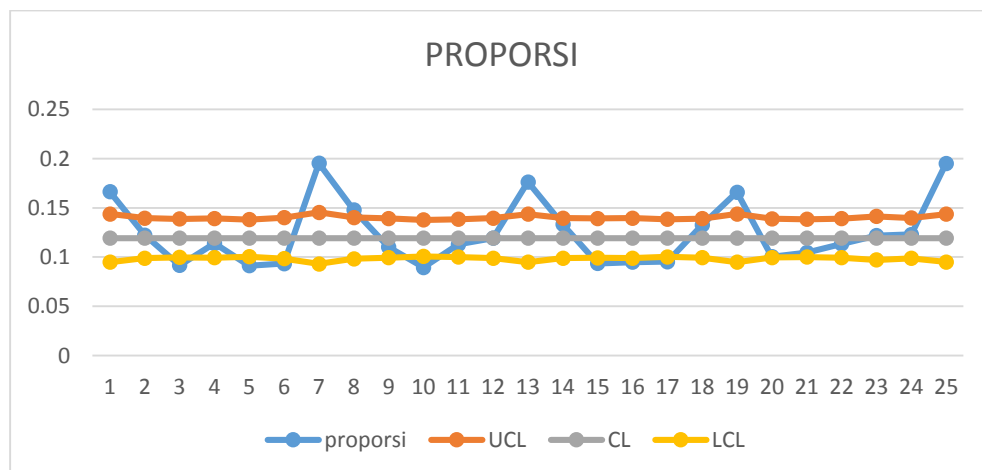
$$= 0,1193046 - 3 \sqrt{\frac{0,1193046 \times (1-0,1193046)}{1580}}$$

$$= 0,1193046 - 0,0244643$$

$$= 0,0948403$$

Keterangan :

$\bar{p}$ = rata – rata proporsi cacat n= rata-rata banyaknya jumlah produk yang diamati. Peta kendali p dari data atribut dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4.6 Peta kendali p data atribut

Berdasarkan pada grafik atau gambar peta kendali diatas dapat dilihat nilai proporsi ada yang melewati batas UCL dan LCL terdapat 5 titik. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa proses produksi kayu lapis dalam keadaan belum terkendali sepenuhnya karena proses yang berada diluar batas kendali.

4.2.2.4 Data Variabel

Data variabel yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah panjang , lebar dan tebal kayu lapis.

1. Variabel Panjang Kayu Lapis

a. Pengukuran panjang kayu lapis

Variabel panjang kayu lapis dengan spesifikasi $T = 244$, $USL = 244,5$ dan $LSL = 243,5$.

Tabel 4.5 pengolahan data variabel panjang kayu lapis

n=5, Xdalam (cm)									
NO	x1	x2	x3	x4	x5	Jumlah	x-bar	R	S=R/d2
1	243,7	244	244,2	243,9	244	1219,8	243,960	0,5	0,215
2	244	244,5	243,8	243,5	244	1219,8	243,960	1	0,430
3	244,5	244,3	243,5	243,5	243,9	1219,7	243,940	1	0,430
4	244	243,5	244	243,4	244,2	1219,1	243,820	0,8	0,344
5	244,4	244	243,6	244,2	244,5	1220,7	244,140	0,9	0,387
6	243,8	244	244,5	244,4	244	1220,7	244,140	0,7	0,301
7	243,7	244	243,4	244,2	244	1219,3	243,860	0,8	0,344
8	244,1	243,5	244,3	244,1	244,1	1220,1	244,020	0,8	0,344
9	244	244,2	244	243,4	243,5	1219,1	243,820	0,8	0,344
10	243,9	244,1	243,7	244	244,2	1219,9	243,980	0,5	0,215
11	243,5	244,5	244,2	243,8	244	1220,0	244,000	1	0,430
12	244	243,9	243,5	244	243,8	1219,2	243,840	0,5	0,215
13	244	244,1	243,2	243,5	244,2	1219,0	243,800	1	0,430
14	244,5	244	244	244,1	243,6	1220,2	244,040	0,9	0,387
15	244	244,1	244,2	244,3	244,5	1221,1	244,220	0,5	0,215
16	244	244,2	244,6	244	244,5	1221,3	244,260	0,6	0,258
17	244	243,6	244,4	244	244,1	1220,1	244,020	0,8	0,344
18	243,6	243,5	244	244,3	244,4	1219,8	243,960	0,9	0,387
19	244,4	244	244,1	243,7	243,9	1220,1	244,020	0,7	0,301

n=5, Xdalam (cm)									
NO	x1	x2	x3	x4	x5	Jumlah	x-bar	R	S=R/d2
20	244,1	244,5	243,5	244,5	243,5	1220,1	244,020	1	0,430
21	243,5	244	244	243,8	244,1	1219,4	243,880	0,6	0,258
22	243,6	243,5	244,7	244,7	244,4	1220,9	244,180	1,2	0,516
23	244	244	244,3	244,6	244,7	1221,6	244,320	0,7	0,301
24	244,1	244	244,2	244,1	244,5	1220,9	244,180	0,5	0,215
25	243,2	244,2	244,1	243,7	244	1219,2	243,840	1	0,430
jumlah							6100,220	19,7	8,469
rata - rata							244,009	0,788	0,339

Perhitungan untuk proses keseluruhan :

$$\text{Rata - rata (mean)} = \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{6100,220}{25} = 244,009 \text{ cm} \quad (4.6)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{19,7}{25} = 0,788 \text{ cm} \quad (4.7)$$

$$\text{Nilai } d_2 \text{ untuk ukuran } n = 5 \text{ adalah } 2,326 \quad (4.8)$$

$$\text{Standar deviasi proses} = S = \bar{R}/d_2 = 0,788 / 2,326 = 0,339 \quad (4.9)$$

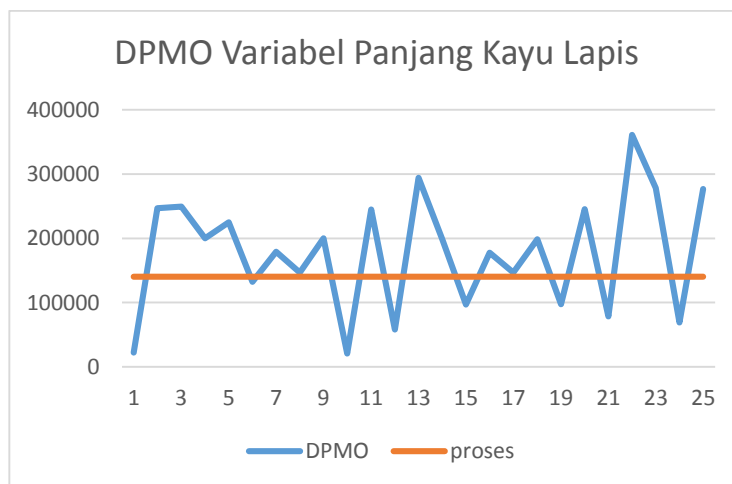
b. Menentukan DPMO dan Tingkat SIGMA

Tabel 4.6 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis

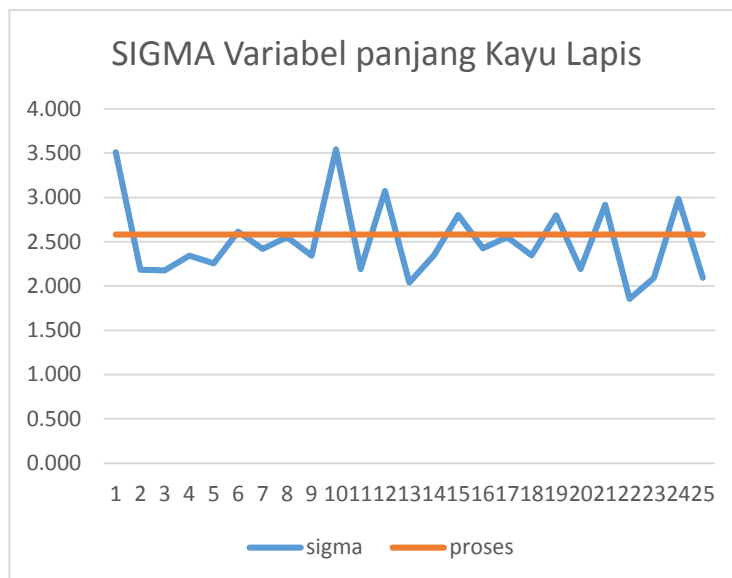
No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
1	243,960	0,5	0,215	22181,7101	3,511
2	243,960	1	0,430	246869,391	2,184
3	243,940	1	0,430	249412,438	2,176
4	243,820	0,8	0,344	200097,173	2,341
5	244,140	0,9	0,387	225141,251	2,255
6	244,140	0,7	0,301	132529,165	2,615
7	243,860	0,8	0,344	179005,195	2,419
8	244,020	0,8	0,344	146697,143	2,551
9	243,820	0,8	0,344	200097,173	2,341
10	243,980	0,5	0,215	20556,5556	3,542
11	244,000	1	0,430	244829,502	2,191

No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
12	243,840	0,5	0,215	57930,468	3,072
13	243,800	1	0,430	294392,382	2,041
14	244,040	0,9	0,387	198667,934	2,346
15	244,220	0,5	0,215	96767,3861	2,800
16	244,260	0,6	0,258	177690,184	2,424
17	244,020	0,8	0,344	146697,143	2,551
18	243,960	0,9	0,387	198667,934	2,346
19	244,020	0,7	0,301	97363,6706	2,797
20	244,020	1	0,430	245339,929	2,189
21	243,880	0,6	0,258	78476,2867	2,915
22	244,180	1,2	0,516	361281,784	1,855
23	244,320	0,7	0,301	278099,419	2,088
24	244,180	0,5	0,215	69070,893	2,983
25	243,840	1	0,430	276890,948	2,092
proses	244,009	0,788	0,339	140107,557	2,580

Berdasarkan pada tabel 4.6 terdapat nilai DPMO dan SIGMA digambarkan pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.7 DPMO variabel panjang kayu lapis



Gambar 4.8 SIGMA variabel panjang kayu lapis

Dapat dilihat gambar diatas gambar 4.7 DPMO variabel panjang kayu lapis dan 4.8 SIGMA variabel panjang kayu lapis. Dapat diketahui bahwa pola DPMO dan SIGMA belum konsisten, masih bervariasi naik turun. Sekaligus proses produksi pembuatan kayu lapis untuk panjang kayu lapis belum dikelola dengan tepat dan tingkat sigma yang telah dihasilkan oleh variabel panjang kayu lapis masih bervariasi. Apabila suatu proses dikendalikan dan tingkatan terus menerus maka akan menunjukkan pola DPMO yang terus menurun dan pola kapabilitas sigma yang meningkat terus menerus. Sebagai *baseline* kinerja dari panjang kayu lapis dalam produksi kayu lapis nilai DPMO = 140107,557 dan kapabilitas sebesar sigma = 2,580.

Perhitungan DPMO dan kapabilitas sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti tabel berikut:

Tabel 4.7 cara memperkirakan DPMO dan Kapabilitas SIGMA variabel panjang kayu lapis.

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
1	Proses apa yang ingin anda tahu?	-	Pembuatan kayu lapis
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	244,5 cm
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	243,5 cm
4	Tentukan nilai spesifikasi target (T)	T	244 cm
5	Berapa nilai rata-rata proses	$\bar{X}$	244,009
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,339
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{x}) / S\} \times 1.000.000 *$	73.541,434
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq \{LSL - \bar{x}\} / S\} \times 1.000.000 **$	66.566,12
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan yang dihasilkan dari proses diatas	= (langkah 7) + (langkah 8)	140107,5571
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,580
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,580 sigma (rata-rata industri di indonesia)
12	Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}\}}$	0,491796887

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan

Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$\begin{aligned}
 &= P \{ z \geq (USL - \bar{\bar{x}}) / S \} \times 1.000.000 & (4.10) \\
 &= P \{ z \geq (244,5 - 244,009) / 0,339 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \geq (1,450) \} \times 1.000.000 \\
 &= \{ 1 - P (z \leq 1,450) \} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,92645856) \times 1.000.000 = 73.541,434 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 8

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$\begin{aligned}
 &= p \{ z \leq (LSL - \bar{\bar{x}}) / S \} \times 1.000.000 & (4.11) \\
 &= P \{ z \leq (243,5 - 244,009) / 0,339 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \leq -1,501 \} \times 1.000.000 \\
 &= (0,06656612) \times 1.000.000 \\
 &= 66.566,12 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 9

$$\text{Langkah 7} + \text{langkah 8} = 73.541,434 + 66.566,12 = 140107,5571$$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{\bar{x}}-T)^2 + S^2}\}} & (4.12) \\
 &= \frac{(244,5-243,5)}{6\sqrt{(244,009-244)^2 + 0,339^2}} \\
 &= \frac{1}{6\sqrt{(0,000081)+(0,114921)}} = 0,491796887
 \end{aligned}$$

2. Variabel lebar kayu lapis

a. Pengukuran lebar kayu lapis dengan spesifikasi T = 122, USL = 122,5 dan LSL = 121,5.

Tabel 4.8 pengolahan data untuk variabel lebar kayu lapis

n=5, X dalam (cm)									
NO	x1	x2	x3	x4	x5	jumlah	x-bar	R	S=R/d2
1	121,9	121,5	122	122,4	122	609,8	121,96	0,9	0,387
2	122	122,4	122,1	121,6	121,9	610	122	0,8	0,344
3	122,4	122,6	121,5	121,6	121,4	609,5	121,9	1,2	0,516
4	122	122	122,2	122,4	121,9	610,5	122,1	0,5	0,215
5	121,5	121,7	121,9	122,5	122	609,6	121,92	1	0,430
6	121,4	121,9	122	121,9	121,9	609,1	121,82	0,6	0,258
7	122	122,1	122,4	122,4	122,6	611,5	122,3	0,6	0,258
8	122	122	122,3	122,1	121,5	609,9	121,98	0,8	0,344
9	122,5	122,4	122	121,6	121,9	610,4	122,08	0,9	0,387
10	122,4	122,1	121,9	121,5	121,4	609,3	121,86	1	0,430
11	121,6	121,9	122	122,4	122	609,9	121,98	0,8	0,344
12	122,1	122,4	122	122	122,5	611	122,2	0,5	0,215
13	121,5	122	121,9	122,1	122	609,5	121,9	0,6	0,258
14	122	122,3	122,5	122,3	122,1	611,2	122,24	0,5	0,215
15	121,4	121,5	121,9	122	122,4	609,2	121,84	1	0,430
16	122	122	121,8	121,9	122,3	610	122	0,5	0,215
17	122,5	121,5	122	122,3	122,1	610,4	122,08	1	0,430
18	121,3	121,5	122,7	121,7	121,5	608,7	121,74	1,4	0,602
19	122	122	122,1	122,5	121,9	610,5	122,1	0,6	0,258
20	122,3	122,4	122	122,5	121,5	610,7	122,14	1	0,430
21	121,5	122	122	122,4	122,3	610,2	122,04	0,9	0,387
22	121,7	122	122,1	122,5	122	610,3	122,06	0,8	0,344
23	121,9	121,5	121,8	122	122,4	609,6	121,92	0,9	0,387
24	122	122	121,5	122,5	122	610	122	1	0,430
25	121,7	122,5	122,3	122	122,5	611	122,2	0,8	0,344
jumlah						3050,36	20,6	8,85640585	
Rata - rata						122,0144	0,824	0,35425623	

Perhitungan proses secara keseluruhan :

$$\text{Rata - rata (mean)} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{3050,36}{25} = 122,0144 \text{ cm} \quad (4.13)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{20,6}{25} = 0,824 \text{ cm} \quad (4.14)$$

$$\text{Nilai } d_2 \text{ untuk ukuran } n = 5 \text{ adalah } 2,326 \quad (4.15)$$

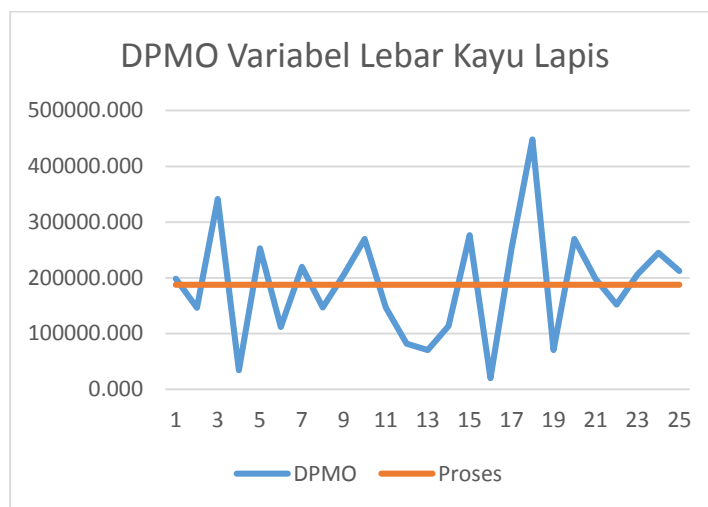
$$\text{Standar deviasi proses} = S = \bar{R}/d_2 = 0,824 / 2,326 = 0,354 \quad (4.16)$$

b. Menentukan DPMO dan tingkat SIGMA.

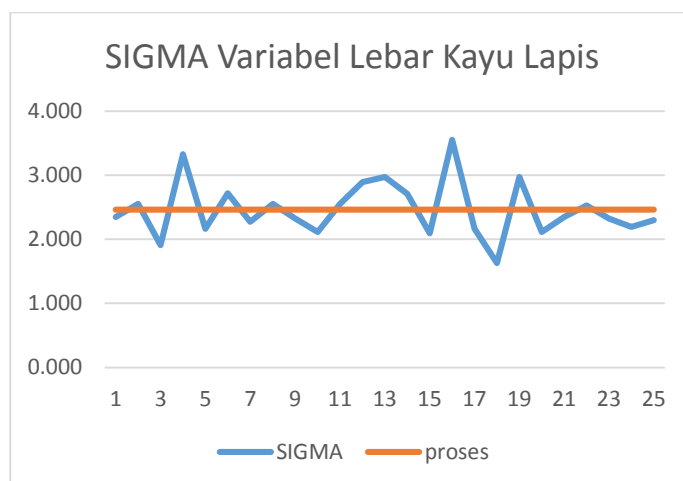
Tabel 4.9 perhitungan DPMO dan Tingkat SIGMA variabel lebar kayu lapis

NO	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
1	121,96	0,9	0,387	198667,934	2,346
2	122	0,8	0,344	146015,630	2,554
3	121,9	1,2	0,516	341486,110	1,908
4	122,1	0,5	0,215	34011,863	3,325
5	121,92	1	0,430	252960,016	2,165
6	121,82	0,6	0,258	111581,935	2,718
7	122,3	0,6	0,258	220034,615	2,272
8	121,98	0,8	0,344	146697,143	2,551
9	122,08	0,9	0,387	205797,208	2,321
10	121,86	1	0,430	269486,218	2,114
11	121,98	0,8	0,344	146697,143	2,551
12	122,2	0,5	0,215	81981,665	2,892
13	121,9	0,6	0,258	70500,069	2,972
14	122,24	0,5	0,215	113519,769	2,708
15	121,84	1	0,430	276890,948	2,092
16	122	0,5	0,215	20018,551	3,553
17	122,08	1	0,430	252960,016	2,165
18	121,74	1,4	0,602	448392,418	1,630
19	122,1	0,6	0,258	70500,069	2,972
20	122,14	1	0,430	269486,218	2,114
21	122,04	0,9	0,387	198667,934	2,346
22	122,06	0,8	0,344	152136,959	2,527
23	121,92	0,9	0,387	205797,208	2,321
24	122	1	0,430	244829,502	2,191
25	122,2	0,8	0,344	212448,866	2,298
proses	122,014	0,824	0,354	187662,640	2,464

Berdasarkan nilai DPMO dan nilai SIGMA dalam tabel 4.9 apabila digambarkan kedalam suatu grafik maka akan dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.9 Grafik DPMO variabel lebar kayu lapis



Gambar 4.10 Grafik SIGMA variabel lebar kayu lapis

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas grafik DPMO dan SIGMA bahwa pola DPMO dan pencapaian sigma belum konsisten. Masih bervariasi naik dan turun. Sekaligus proses produksi pembuatan kayu lapis untuk lebar kayu lapis belum dikelola secara tepat dan tingkat sigma yang telah dihasilkan oleh variabel lebar kayu lapis masih bervariasi naik turun sepanjang periode produksi. Apabila suatu proses dikendalikan dan ditingkatkan terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO yang terus menurun dan pola kapabilitas

sigma yang meningkat terus menerus. Sebagai *baseline* kinerja pada lebar kayu lapis dapat digunakan nilai DPMO = 187662,640 dan kapabilitas sebesar sigma = 2,464 sigma.

Perhitungan DPMO dan kapabilitas sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 cara memperkirakan DPMO dan Kapabilitas sigma variabel lebar kayu lapis

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
1	Proses apa yang ingin anda tahu?	-	Pembuatan kayu lapis
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	122,5 cm
3	Tentukan nilai (LSL)	LSL	121,5 cm
4	Tentukan nilai spesifikasi target (T)	T	122 cm
5	Berapa nilai rata-rata	$\bar{\bar{X}}$	122,014
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,354
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{\bar{X}}) / S\} \times 1.000.000 *$	85.225,0131
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq \{LSL - \bar{\bar{X}}\} / S\} \times 1.000.000 **$	73.242,97426
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan yang dihasilkan dari proses diatas	= (langkah 7) + (langkah 8)	158467,9874
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,464
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,464 sigma (industri indonesia)
12	Hitung kapabilitas proses kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}}$	0,470081058

Perhitungan untuk proses seluruhnya :

Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$= P \{ z \geq (USL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 \quad (4.17)$$

$$= P \{ z \geq (122,5 - 122,014) / 0,354 \} \times 1.000.000$$

$$= P \{ z \geq (1,370) \} \times 1.000.000$$

$$= \{ 1 - P (z \leq 1,370) \} \times 1.000.000$$

$$= (1 - 0,91477498) \times 1.000.000 = 85.225,0131 \text{ unit}$$

Langkah 8

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$= p \{ z \leq (LSL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 \quad (4.18)$$

$$= P \{ z \leq (121,5 - 122,014) / 0,354 \} \times 1.000.000$$

$$= P \{ z \leq -1,152 \} \times 1.000.000$$

$$= (0,073242974) \times 1.000.000$$

$$= 73.242,97426 \text{ unit}$$

Langkah 9

$$\text{Langkah 7} + \text{langkah 8} = 85.225,0131 + 73.242,97426 = 158467,9874$$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned} C_{pm} &= \frac{(USL - LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}\}} \quad (4.19) \\ &= \frac{(122,5 - 121,5)}{6\sqrt{(122,014 - 122)^2 + 0,354^2}} \\ &= \frac{1}{6\sqrt{(0,000196) + (0,125316)}} = 0,470081058 \end{aligned}$$

3. Pengolahan Data Variabel Tebal Kayu Lapis

a. Pengukuran Teabl Kayu Lapis

Variabel tebal kayu lapis dengan spesifikasi $T = 13$ mm, $USL = 13,5$ mm dan $LSL = 12,5$ mm.

Tabel 4.11 pengolahan data variabel tebal kayu lapis

n = 5, X dalam (mm)									
NO	x1	x2	x3	x4	x5	jumlah	x-bar	R	S=R/d2
1	13,2	13	12,8	12,5	12,5	64	12,80	0,7	0,301
2	13	13,3	12,9	12,7	13	64,9	12,98	0,6	0,258
3	12,9	13,7	13	13	12,9	65,5	13,10	0,8	0,344
4	13	13,2	12,8	12,5	13,4	64,9	12,98	0,9	0,387
5	12,5	13	13,1	12,9	13	64,5	12,90	0,6	0,258
6	12,7	12,8	13,4	13	13,5	65,4	13,08	0,8	0,344
7	13	13	12,5	12,7	13	64,2	12,84	0,5	0,215
8	13	12,6	13	12,8	13,1	64,5	12,90	0,5	0,215
9	13,7	12,8	12,5	13,4	12,9	65,3	13,06	1,2	0,516
10	13	13,4	13,4	12,7	13	65,5	13,10	0,7	0,301
11	12,6	12,9	13	13	12,9	64,4	12,88	0,4	0,172
12	13	12,9	13,1	13	12,4	64,4	12,88	0,7	0,301
13	13,5	12,7	13	13,5	13,9	66,6	13,32	1,2	0,516
14	12,8	13	12,5	13,1	13,5	64,9	12,98	1	0,430
15	13,2	12,5	12,8	13	13	64,5	12,90	0,7	0,301
16	12,5	13,1	12,9	13,1	12,6	64,2	12,84	0,6	0,258
17	13	13	12,9	13	12,6	64,5	12,90	0,4	0,172
18	13,4	12,9	12,6	12,9	13,3	65,1	13,02	0,8	0,344
19	12,6	12,9	13,3	13,7	13	65,5	13,10	1,1	0,473
20	13	13,5	12,7	13	12,9	65,1	13,02	0,8	0,344
21	12,9	13,1	13,4	12,9	13	65,3	13,06	0,5	0,215
22	13,3	12,5	13,3	13,2	12,8	65,1	13,02	0,8	0,344
23	13,5	13,5	13,1	12,9	13	66	13,20	0,6	0,258
24	13	12,6	13,3	13	12,5	64,4	12,88	0,8	0,344
25	13	12,9	12,7	12,9	13,5	65	13,00	0,8	0,344
jumlah							324,74	18,5	7,954
Rata - rata							12,99	0,74	0,32

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

$$\text{Rata - rata (mean)} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{324,74}{25} = 12,99 \text{ cm} \quad (4.20)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{18,5}{25} = 0,74 \text{ cm} \quad (4.21)$$

$$\text{Nilai } d_2 \text{ untuk ukuran } n = 5 \text{ adalah } 2,326 \quad (4.22)$$

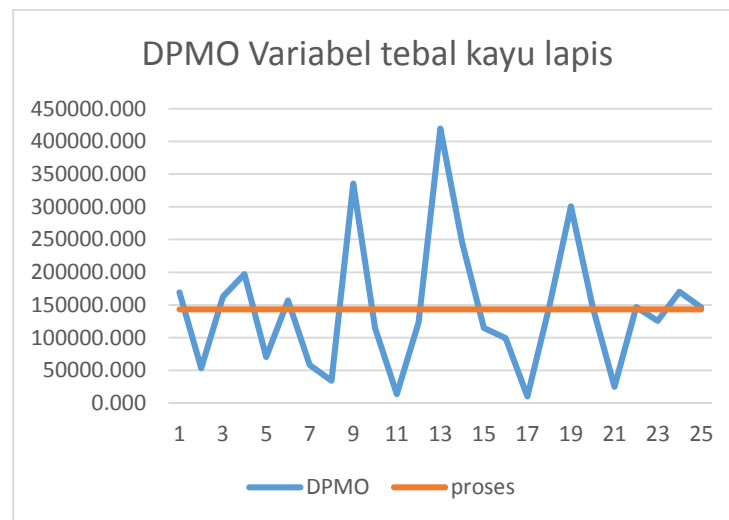
$$\text{Standar deviasi proses} = S = \bar{R}/d_2 = 0,74 / 2,326 = 0,32 \quad (4.23)$$

b. Menentukan DPMO dan Tingkat SIGMA

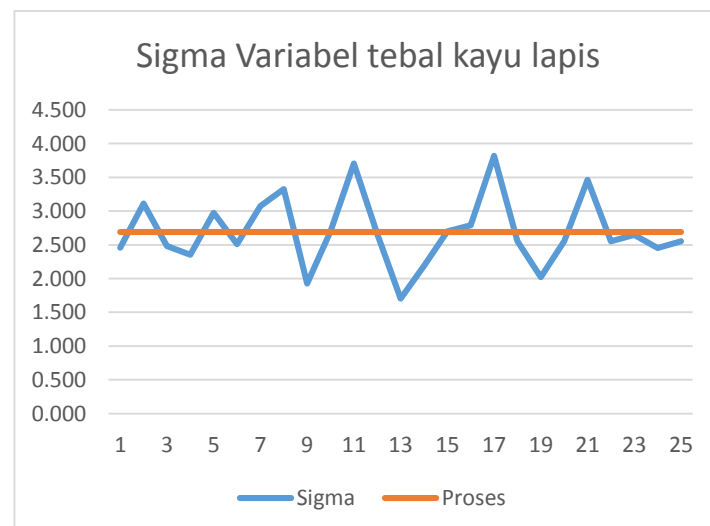
Tabel 4.12 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis

No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
1	12,80	0,7	0,301	169426,204	2,456
2	12,98	0,6	0,258	53293,173	3,114
3	13,10	0,8	0,344	162950,722	2,482
4	12,98	0,9	0,387	196877,663	2,353
5	12,90	0,6	0,258	70500,069	2,972
6	13,08	0,8	0,344	156878,819	2,507
7	12,84	0,5	0,215	57930,468	3,072
8	12,90	0,5	0,215	34011,863	3,325
9	13,06	1,2	0,516	335724,134	1,924
10	13,10	0,7	0,301	114992,065	2,700
11	12,88	0,4	0,172	13718,891	3,705
12	12,88	0,7	0,301	123042,153	2,660
13	13,32	1,2	0,516	419563,490	1,703
14	12,98	1	0,430	245339,929	2,189
15	12,90	0,7	0,301	114992,065	2,700
16	12,84	0,6	0,258	98995,395	2,787
17	12,90	0,4	0,172	10251,691	3,817
18	13,02	0,8	0,344	146697,143	2,551
19	13,10	1,1	0,473	301096,266	2,021
20	13,02	0,8	0,344	146697,143	2,551
21	13,06	0,5	0,215	24927,038	3,461
22	13,02	0,8	0,344	146697,143	2,551
23	13,20	0,6	0,258	125741,905	2,647
24	12,88	0,8	0,344	170333,895	2,453
25	13,00	0,8	0,344	146015,630	2,554
proses	12,990	0,740	0,318	143467,798	2,690

Berdasarkan nilai DPMO dan SIGMA diatas apabila digambarkan kedalam grafik maka akan terlihat seperti grafik berikut ini :



Gambar 4.11 Grafik DPMO variabel tebal kayu lapis



Grafik 4.12 Sigma variabel tebal kayu lapis

Dapat dilihat dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa pola DPMO dan SIGMA belum konsisten. Masih bervariasi naik turun, sekaligus proses produksi pembuatan kayu lapis untuk variabel tebal kayu lapis belum dikelola dengan baik. Apabila suatu proses dikendalikan dan ditingkatkan terus menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO terus menurun dan pola kapabilitas sigma yang meningkat terus menerus. Sebagai *baseline* kinerja dari tebal kayu lapis dalam produk kayu lapis dapat digunakan nilai DPMO = 143467,798 dan kapabilitas sigma = 2,690 sigma.

Tabel 4.13 cara memperkirakan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis.

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
1	Proses apa yang ingin anda tahu?	-	Pembuatan kayu lapis
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	13,5 mm
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	12,5 mm
4	Tentukan nilai spesifikasi target (T)	T	13 mm
5	Berapa nilai rata-rata proses	$\bar{X}$	12,990
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,318
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 *$	54.322,72011 unit
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 **$	61.910,4622 unit
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan	= (langkah 7) + (langkah 8)	116233,1823
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,690
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,690 sigma (rata-rata industri di indonesia)

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
12	Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}\}}$	0,523594187

Perhitungan untuk proses seluruhnya :

Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$= P \{ z \geq (USL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 \quad (4.24)$$

$$= P \{ z \geq (13,5 - 12,990) / 0,318 \} \times 1.000.000$$

$$= P \{ z \geq (1,604) \} \times 1.000.000$$

$$= \{1 - P(z \leq 1,604)\} \times 1.000.000$$

$$= (1 - 0,94567728) \times 1.000.000 = 54.322,72011 \text{ unit}$$

Langkah 8

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO) :

$$= p \{ z \leq (LSL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 \quad (4.25)$$

$$= P \{ z \leq (12,5 - 12,990) / 0,318 \} \times 1.000.000$$

$$= P \{ z \leq -1,538 \} \times 1.000.000$$

$$= (0,061910462) \times 1.000.000$$

$$= 61.910,4622 \text{ unit}$$

Langkah 9

$$\text{Langkah 7} + \text{langkah 8} = 54.322,72011 + 61.910,4622 = 116233,1823$$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}} & (4.26) \\
 &= \frac{(13,5-12,5)}{6\sqrt{(12,990-13)^2 + 0,318^2}} \\
 &= \frac{0,2}{6\sqrt{(0,0001)+(0,101124)}} = 0,523594187
 \end{aligned}$$

BAB V

PEMBAHASAN

CV Sinar Albasia Utama adalah perusahaan yang bergerak dibidang kayu lapis yang berbahan baku dari kayu sengon yang didatangkan dari pulau sulawesi. Dipilihnya kayu sengon karena kayu tersebut lebih kuat dan tahan lama. Banyak peminat dari kayu sengon ini karena mempunyai tekstur kayu yang agak lembut dan kuat pada bagian daging kayu. Selain itu kayu sengon juga diminati banyak konsumen karena sesuai dengan kriteria permintaan konsumen. Untuk memenuhi kepuasan pelanggan perusahaan dituntut untuk mampu memenuhi standar kualitas dari produk kayu lapis dan mampu bersaing dengan perusahaan kayu lapis lainnya.

5.1 Analisis Data Variabel

Data variabel dalam penelitian ini adalah berupa panjang kayu lapis, lebar kayu lapis dan tebal kayu lapis. Penelitian ini dilakukan sebanyak 25 kali pada bulan januari 2016 di CV Sinar Albasia Utama. Dari sampel penelitian ini adalah 5, ($n=5$) berikut ini adalah hasil dari pengolahan data sebagai berikut :

1. Variabel Panjang Kayu Lapis

Dari tabel 4.6 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis diperoleh hasil perhitungan DPMO proses sebesar 140.107,557 unit dan nilai sigma proses yang diperoleh adalah sebesar 2,580 sigma. pada gambar 4.7 dan 4.8 menunjukkan pola DPMO dan pencapaian sigma masih belum konsisten, masih bervariasi naik dan turun sekligus menunjukkan bahwa proses pembuatan kayu lapis belum dikelola dengan tepat. Dari hasil DPMO 140.107,557 unit mengintrepretasikan bahwa apabila dilakukan produksi kayu lapis

sebanyak 1.000.000 unit, maka kemungkinan cacat produksi kayu lapis pada variabel panjang kayu lapis sebesar 140.107,557 unit/ satu juta kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,580 sigma menunjukkan bahwa perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri di indonesia.

2. Variabel Lebar Kayu Lapis

Dari tabel 4.9 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis diperoleh hasil perhitungan DPMO proses sebesar 18.7662,640 unit dan nilai sigma proses yang diperoleh adalah sebesar 2,464 sigma. pada gambar 4.9 dan 4.10 menunjukkan pola DPMO dan pencapaian sigma masih belum konsisten, masih bervariasi naik dan turun sekaligus menunjukkan bahwa proses pembuatan kayu lapis belum dikelola dengan tepat. Dari hasil DPMO 18.7662,640 unit menginterpretasikan bahwa apabila dilakukan produksi kayu lapis sebanyak 1.000.000 unit, maka kemungkinan cacat produksi kayu lapis pada variabel lebar kayu lapis sebesar 18.7662,640 unit/ satu juta kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,464 sigma menunjukkan bahwa perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri di indonesia.

3. Variabel Tebal Kayu Lapis

Dari tabel 4.12 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis diperoleh hasil perhitungan DPMO proses sebesar 143.467,798 unit dan nilai sigma proses yang diperoleh adalah sebesar 2,690 sigma. pada gambar 4.11 dan 4.12 menunjukkan pola DPMO dan pencapaian sigma masih belum konsisten, masih bervariasi naik dan turun sekaligus menunjukkan bahwa proses pembuatan kayu lapis belum dikelola dengan tepat. Dari hasil DPMO 143.467,798 unit menginterpretasikan bahwa apabila dilakukan produksi kayu lapis sebanyak 1.000.000 unit, maka kemungkinan cacat produksi kayu lapis pada variabel tebal kayu lapis sebesar 143.467,798 unit / satu juta kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,690 sigma menunjukkan bahwa perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri di indonesia.

5.2 Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses

5.2.1 Tahap Analyze

Dalam tahap analyze penulis akan menentukan stabilitas dan kapabilitas proses yang terjadi dalam pembuatan kayu lapis .

5.2.2.1 Data Variabel

1. Variabel Panjang Kayu Lapis

a. Uji hipotesis

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta kendaliu dengan mendefinisikan batas-batas pengendaliannya

$$UCL = T + 1,5 S_{max}$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max}$$

$$\text{Nilai Sigma} = 2,580$$

$$USL = 244,5$$

$$T = 244$$

$$LSL = 243,5$$

$$S = 0,339$$

$$\bar{\bar{x}} = 244,009$$

maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

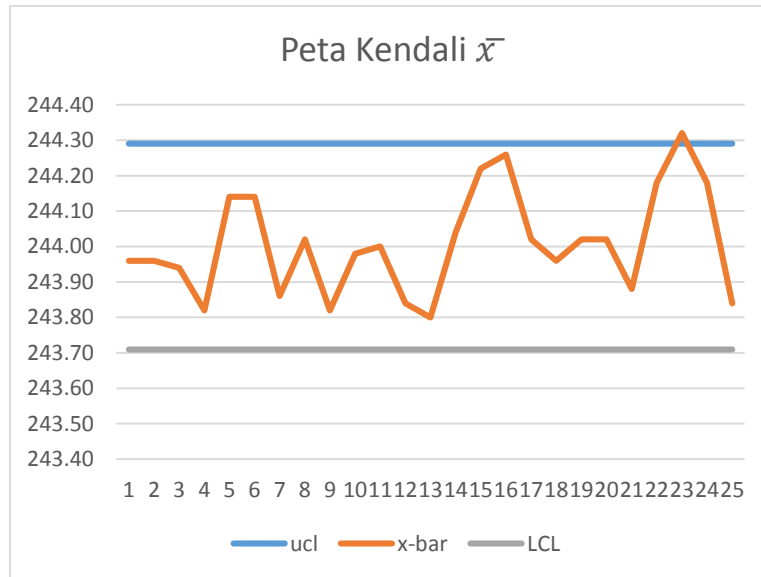
$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x \text{ Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL) \quad (5.1)$$

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x 2,580} \right] \times (244,5 - 243,5) = 0,193810752$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 244 + 1,5 (0,193810752) = 244,29 \quad (5.6)$$

$$LCL = T - 1,5 S_{\max} = 244 - 1,5 (0,193810752) = 243,71 \quad (5.7)$$

Grafik peta kendali $\bar{x}$ panjang kayu lapis pada gambar 4.13 dalam keadaan tidak terkendali karena ada proses yang berada diluar kendali.



Gambar 5.1 peta kendali $\bar{x}$ variabel panjang kayu lapis

b. Indeks performansi

$$CPK = \text{Miniumum} \left[\frac{usl - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - lsl}{3s} \right] \quad (5.6)$$

$$= \text{Minimum} \left[\frac{244,5 - 244,009}{3(0,339)}, \frac{244,009 - 243,5}{3(0,339)} \right]$$

$$= \text{Minimum} [0,48330423, 0,50062132] = 0,48330423$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$CPMK = \frac{cpk}{\sqrt{1 + ((\bar{x} - T)/S)^2}} \quad (5.7)$$

$$= \frac{0,48330423}{\sqrt{1 + ((244,009 - 244)/0,339)^2}}$$

$$= \frac{0,48330423}{\sqrt{1 + 0,0007048}} = 0,483141262$$

2. Variabel lebar kayu lapis

a. Uji hipotesis

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta kendali dengan mendefinisikan batas-batas pengendaliannya.

$$UCL = T + 1,5 S_{max}$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max}$$

$$\text{Nilai Sigma} = 2,464$$

$$USL = 122,5$$

$$T = 122$$

$$LSL = 121,5$$

$$S = 0,354$$

$$\bar{\bar{x}} = 122,014$$

Maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

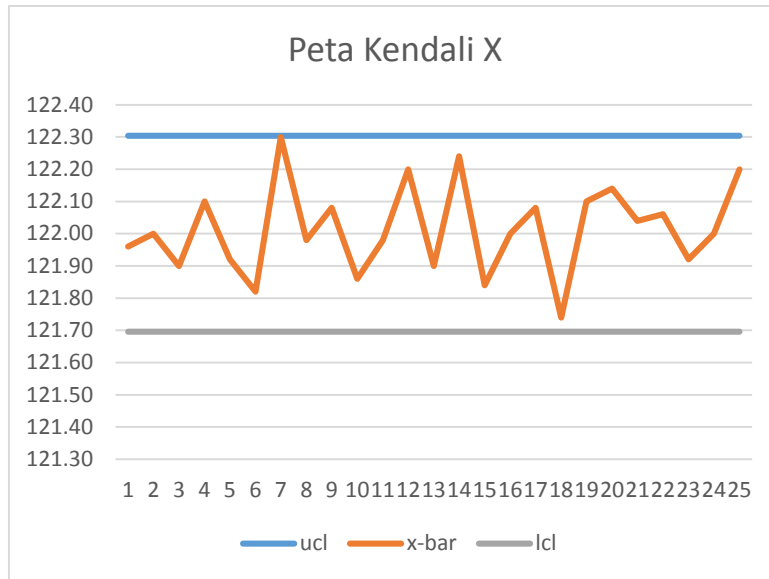
$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x \text{ Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL) \quad (5.8)$$

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x 2,464} \right] \times (122,5 - 121,5) = 0,202895631$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 122 + 1,5 (0,202895631) = 112,30 \quad (5.9)$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max} = 122 - 1,5 (0,202895631) = 121,70 \quad (5.10)$$

Grafik peta kendali $\bar{x}$ lebar kayu lapis pada gambar 4.14 dalam keadaan tidak terkendali karena ada proses berada diluar batas kendali.



Gambar 5.2 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel lebar kayu lapis

$$\text{b. CPK} = \text{Miniumum} \left[\frac{usl - \bar{\bar{x}}}{3s}, \frac{\bar{\bar{x}} - lsl}{3s} \right] \quad (5.11)$$

$$= \text{Minimum} \left[\frac{122,5 - 122,014}{3(0,354)}, \frac{122,014 - 121,5}{3(0,354)} \right]$$

$$= \text{Minimum} [0,456919741, 0,484018770] = 0,456919741$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$\text{CPMK} = \frac{cpk}{\sqrt{1 + ((\bar{\bar{x}} - T)/S)^2}} \quad (5.12)$$

$$= \frac{0,456919741}{\sqrt{1 + ((122,014 - 122)/0,354)^2}}$$

$$= \frac{0,456919741}{\sqrt{1 + 0,0015640}} = 0,456542723$$

3. Varibel tebal kayu lapis

a. Uji hipotesis

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta kendali dengan batas-batas pengendaliannya.

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{\max}$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max}$$

$$\text{Nilai Sigma} = 2,690$$

$$USL = 13,5$$

$$T = 13$$

$$LSL = 12,5$$

$$S = 0,318$$

$$\bar{\bar{x}} = 12,990$$

Maka nilai toleransi maksimum adalah :

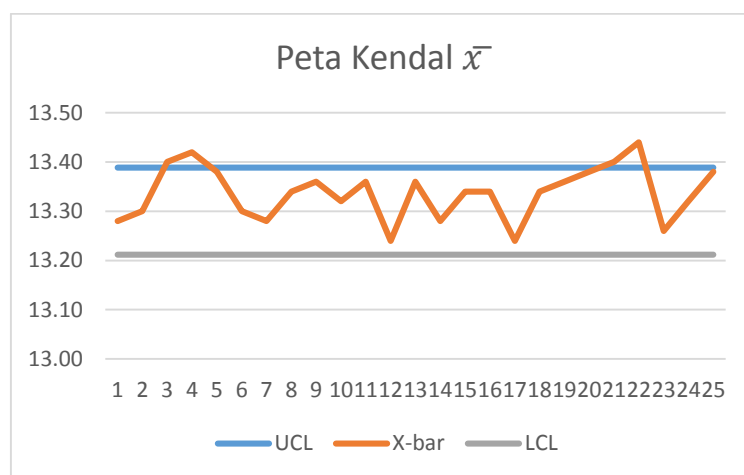
$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x \text{ Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL) \quad (5.13)$$

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2x 2,690} \right] \times (13,5 - 12,5) = 0,185855433$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 13 + 1,5 (0,185855433) = 13,28 \quad (5.14)$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max} = 13 - 1,5 (0,185855433) = 12,72 \quad (5.15)$$

Grafik peta kendali $\bar{x}$ pada tebal kayu lapis pada gambar 4.15 dalam keadaan tidak terkendali karena ada proses yang berada diluar batas kendali.



Gambar 5.3 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel tebal kayu lapis

b. Indeks performansi

$$\begin{aligned}
 \text{CPK} &= \text{Miniumum} \left[\frac{usl - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - lsl}{3s} \right] \\
 &= \text{Minimum} \left[\frac{13,5 - 12,990}{3(0,318)}, \frac{12,990 - 12,5}{3(0,318)} \right] \\
 &= \text{Minimum} [0,53477045, 0,512977297] = 0,512977297
 \end{aligned}
 \tag{5.16}$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$\begin{aligned}
 \text{CPMK} &= \frac{cpk}{\sqrt{1 + ((\bar{x} - T)/S)^2}} \\
 &= \frac{0,512977297}{\sqrt{1 + ((12,990 - 13)/0,318)^2}} \\
 &= \frac{0,512977297}{\sqrt{1 + 0,000988}} = 0,512703428
 \end{aligned}
 \tag{5.17}$$

Hasil rekapitulasi proses dari setiap variabel yang dihitung dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 5.1 kapabilitas proses produksi kayu lapis

No	Variabel	Cpm	Cpk	Cpmk	Spesifikasi
1	Panjang	0,491796887	0,48330423	0,483141262	± 0,5
2	Lebar	0,470081058	0,456919741	0,456542723	± 0,5
3	Tebal	0,523594187	0,512977297	0,512703428	± 0,5

Berdasarkan pada tabel diatas bahwa dari keseluruhan kapabilitas proses produksi kayu lapis dengan variabel panjang, lebar dan tebal kayu lapis menghasilkan Cpm < 1,00. Cpm adalah indeks kapabilitas proses untuk mengukur pada tingkat mana output suatu porses berada pada nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan pelanggan (Gasperz,16;2002). Hasil ini menunjukan bahwa proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing dipasar global. Namun memerlukan upaya yang sangat giat untuk meningkatkan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan atau kecacatan sangat kecil nol (*zero defect oriented*). Nilai indeks Perfomansi Kane (Cpk) dan Indeks Kapabilitas Kane (Cpmk) dari kedua variabel menunjukan nilai dibawah satu <1 . Cpk dan Cpmk digunakan untuk mengukur tingkat output suatu proses itu berada dalam batas toleransi (batas spesifikasi

USL dan LSL) (gasperz, 19;2002). Hasil ini menunjukkan bahwa proses pembuatan kayu lapis tidak mampu memenuhi batas toleransi (UCL dan LCL) spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Dari hasil perhitungan tahan *analyze* pada tahap sebelumnya diketahui bahwa proses produksi kayu lapis dianggap tidak terkendali artinya masih terdapat berbagai produk yang cacat. Selain menggunakan grafik $\bar{x}$ perlu dilakukan uji hipotesis apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum, $S_{\max}$ pada tingkat sigma proses masing- masing variabel. Sebagai contoh salah satu uji hipotesis chi kuadrat untuk variabel panjang kayu lapis seperti dibawah ini:

Diketahui :

$$\text{Nilai Sigma} = 2,580$$

$$\text{USL} = 244,5$$

$$T = 244$$

$$\text{LSL} = 243,5$$

$$S = 0,339$$

Maka nilai maksimum adalah :

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2x \text{ Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL}) \quad (5.18)$$

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2x 2,580} \right] \times (244,5 - 243,5) = 0,193810752$$

$$\text{BKA} = T + 1,5 S_{\max} = 244 + 1,5 (0,193810752) = 244,29 \quad (5.19)$$

$$\text{BKB} = T - 1,5 S_{\max} = 244 - 1,5 (0,193810752) = 243,71 \quad (5.20)$$

Uji hipotesis chi-kuadrat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuat hipotesis

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{\max})^2 \rightarrow \text{keadaan tidak stabil}$$

$$H_1 : \sigma^2 \leq (S_{\max})^2 \rightarrow \text{keadaan stabil}$$

Dan apabila

$$x^2_{\text{hitung}} \geq x^2_{\text{tabel}} \text{ maka } H_0 \text{ diterima} \quad (5.21)$$

$$x^2_{\text{hitung}} \leq x^2_{\text{tabel}} \text{ maka } H_0 \text{ ditolak}$$

2. Menghitung nilai-nilai chi-kuadrat (x^2_{hitung})

$$x^2_{\text{hitung}} = \left\{ \frac{(n-1)S^2}{(S_{\max})^2} \right\} = \left\{ \frac{(125-1) \times 0,339^2}{(0,193810752)^2} \right\} = 378,878 \quad (5.22)$$

3. Mencari nilai chi-kuadrat tabel pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ x^2_{tabel} pada $(\alpha ; n - 1)$
 $= x^2_{\text{tabel}}$ pada $(0,05 ; 125 - 1) = 150,9$ (5.23)

Bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$

4. Membandingkan nilai x^2_{hitung} dengan x^2_{tabel} $x^2_{\text{hitung}} = 378,878 > x^2_{\text{tabel}} = 150,9$

5. Membuat keputusan

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan $x^2_{\text{hitung}} > x^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan menyimpulkan bahwa kondisi ini tidak stabil sehingga perusahaan harus secara serius melakukan reduksi terhadap variasi proses yang ada.

Pengujian stabilitas proses dilakukan terhadap keseluruhan variabel. Hasil uji stabilitas dari ke 3 variabel yang diuji dalam penelitian ini dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2 uji hipotesis chi-kuadrat data variabel

No	Variabel	Chi kuadrat hitung (hitung)	Chi kuadrat tabel (tabel)	Perbandingan	Keterangan
1	Panjang	378,878	150,9	$x^2_{\text{hitung}} > x^2_{\text{tabel}}$	Tidak stabil
2	Lebar	378,016	150,9	$x^2_{\text{hitung}} > x^2_{\text{tabel}}$	Tidak stabil
3	Tebal	363,341	150,9	$x^2_{\text{hitung}} > x^2_{\text{tabel}}$	Tidak stabil

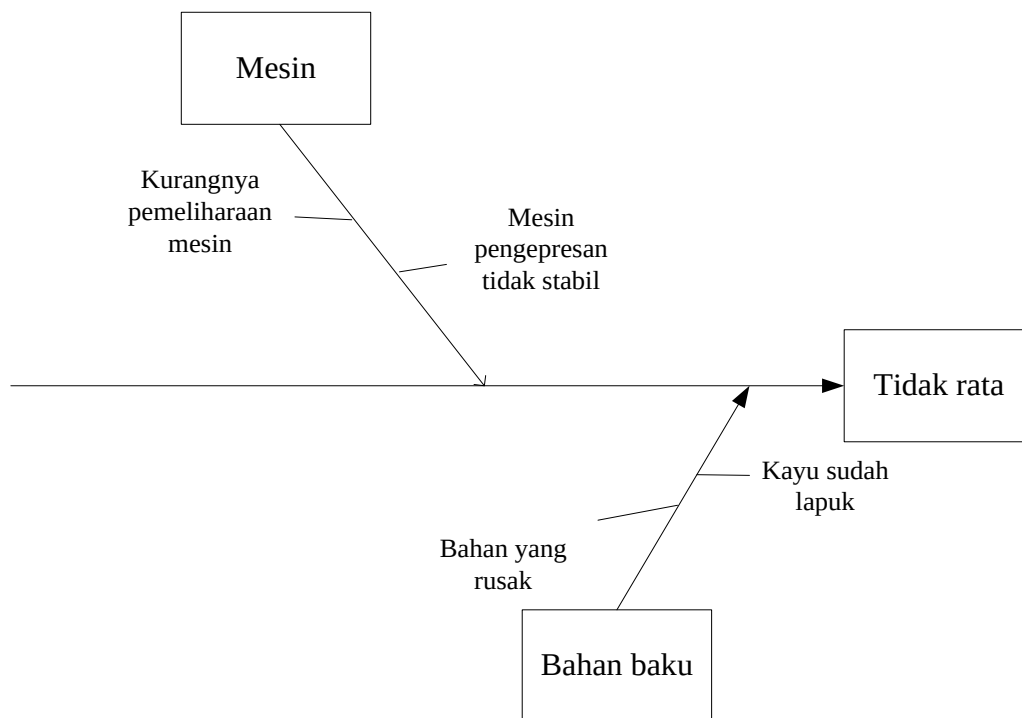
5.3 Analisis data atribut

Analisis data atribut yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data banyaknya penyebab *defect* yang berpotensi pada pembuatan kayu lapis. Terdapat 5 jenis cacat karakteristik CTQ potensial yaitu : tidak rata, pecah, cc busuk, reject dan retak. Kelima jenis CTQ tersebut merupakan jenis cacat yang paling berpengaruh dalam pembuatan proses produksi kayu lapis sehingga memerlukan tindakan khusus terhadap kelima cacat tersebut. Penelitian ini dilakukan sebanyak 25kali dengan jumlah kayu lapis yang diperiksa sebesar 55396 unit dan jumlah kayu lapis yang cacat sebanyak 6609. Berdasarkan gambar 4.3 diagram presentase cacat kayu lapis cacat yang paling tinggi adalah cacat tidak rata sebesar 26% berdasarkan pada tabel 4.7 perhitungan DPMO proses data atribut sebesar 23.860,9 dan nilai sigma data atribut sebesar 3,479 sigma. kemudian pada grafik 4.4 grafik polda DPMO data atribut dan grafik 4.5 grafik pola sigma data atribut masih naik dan turun sepanjang periode proses produksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data atribut memiliki 23.860,9 unit per cacat satu juta produksi dan nilai sigma perusahaan sebesar 3,479 sigma yang berarti perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri indonesia.

Tidak ratanya pada produk kayu lapis banyaknya tingkat perbaikan karena permukaan kayu lapis banyak yang berongga pada sisi kayu lapis dan harus dilakukan perbaikan. Analisis sumber kecacatan tersebut digambarkan menggunakan diagram *fishbone* yang disajikan pada gambar 5.1

5.4 Analisis sumber dan akar penyebab kecacatan produk

Pada tahap ini membahas bagaimana terjadinya kecacatan pada produk kayu lapis. Cacat yang paling sering terjadi adalah tidak ratanya kayu lapis dapat dilihat pada diagram *fishbone* di bawah ini :



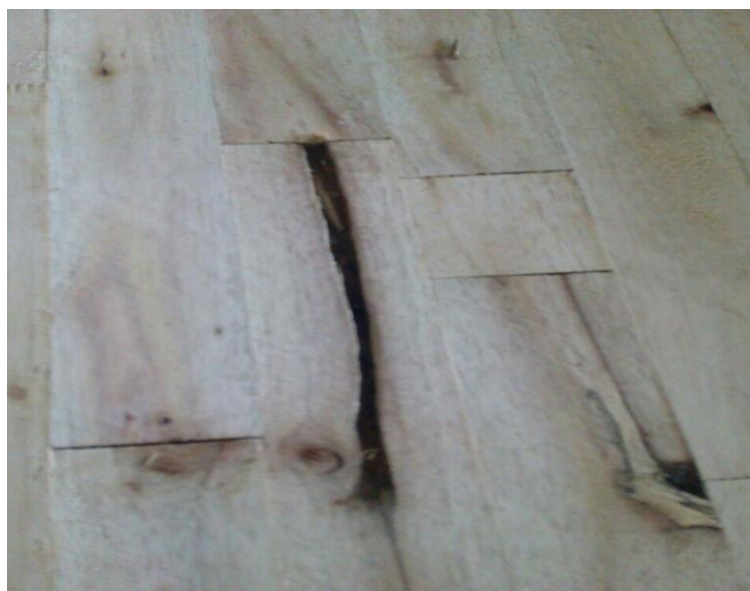
Gambar 5.4 diagram *fishbone* penyebab cacat

Dalam diagram *fishbone* diatas dapat diketahui apa penyebab kecacatan tidak rata sebagai berikut :

a. Bahan Baku

Pada faktor bahan baku kayu lapis yang menjadi salah satu penyebab kecacatannya. Kayu lapis diuji mutu melalui visual lembar demi lembar berdasarkan adanya cacat alami dan cacat teknis sesuai dengan kualitas. Pada gambar 5.5 adalah cacat material kayu lapis terdapat rongga pada sisi kayu lapis. Karena bahan baku yang sudah lapuk dan bahan yang sudah rusak adalah penyebab kayu lapis tidak rata karena disebabkan oleh jamur yang masih menempel pada bagian kayu *corepice*. Pada penelitian Dicky Handes yang berjudul *Statistical Quality Control (SQC)* pada Proses Produksi Produk “ E “ di PT DYN, TBK permasalahan pada bahan baku adalah biji plastik dan *master batch* tercampur dengan kotoran. Hal ini mungkin dapat terjadi karena bahan baku yang dikirim dari pemasok sudah kotor atau pada penyimpanan dan saat proses produksi berlangsung bahan baku tercampur dengan kotoran berupa debu. Pada penelitian Achmad Muhaemin yang berjudul Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma pada harian tribun timur permasalahan yang terjadi pada bahan baku adalah tingkat kepekatan tinta yang berbeda-beda disinyalir juga merupakan

penyebab kecacatan ini karena mengakibatkan percampuran suatu warna menjadi tidak merata dan adanya plate cacat/ rusak juga dapat mengakibatkan warna menjadi kabur karena tidak dapat dibaca secara sempurna oleh mesin solusinya memeriksa kembali bahan baku yang diterima dari pemasok dengan lebih teliti dan memeriksa apakah sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan atau tidak. Memisahkan bahan baku yang rusak/ mengalami cacat dengan bahan baku berkualitas. Pada penelitian Chauliah Fatma Putri yang berjudul Upaya Menurunkan jumlah cacat produksi *Shuttlecock* dengan metode six sigma. Permasalahan yang terjadi pada batang bulu rusak terjadi karena ukuran bulu tidak merata yang berakibat pengolahan mencakup *washing* pencucian dengan deterjen dengan menggunakan mesin *drying* kurang bersih serta pengeringan tidak maksimal yang mengakibatkan batang buluh rusak pada pengolahan lanjut.



Gambar 5.5 cacat pada material kayu lapis

b. Mesin

Permasalahan pada mesin *pressing* terjadi penyebab tidak rata ada 2 permasalahan yaitu dibagian *hot press* dan *cold press*. *Hot press* dilakukan dengan bahan baku *corepice* suhu 120 °C selama hampir 10 menit, tingginya tekanan dan temperatur sangat penting pada proses ini. Sedangkan permasalahan yang dialami pada pengepressan hot press pada mesin ini ukuran waktu dan suhu tidak sesuai dengan standar. Pada pengepres kayu telah melebihi suhu dan waktu yang ditentukan sehingga pengepres menjadi tidak setabil dan mengakibatkan

permukaan kayu lapis menjadi tidak rata. Pada penelitian Albert Stevanus (1997) yang berjudul Strategi Produksi Dalam Mencapai Optimalisasi Produk Kayu lapis Kulit Ekspor mengalami kendala pada target *plywood* kualitas ekspor 1 tidak tercapai disebabkan oleh gangguan mesin didalam suatu proses produksi bahwa gangguan mesin persentase gangguannya cukup besar bila dikaitkan dengan jumlah *plywood* yang dibuat dan dengan jumlah kerja yaitu rata-rata 19,6%, sehingga dapat dikatakan cukup besar pengaruhnya dengan pencapaian target. Pada penelitian Dicky Handes yang berjudul *Statistical Quality Control* (SQC) pada proses produk “E” di PT DYN, TBK permasalahan pada mesin tekanan yang rendah sehingga biji parison yang keluar tidak mengikuti cetakan, permukaan cetakan yang sudah tidak halus dan tidak rata. Permasalahan metode adalah kesalahan setting mesin. Kesalahan ini biasanya terjadi pada setting temperatur dan tekanan yang tidak sesuai dengan standar, kelebihan atau kekurangan pada satting sangat mempengaruhi hasil di produksi. Permasalahan manusia terjadi karena keteldoran dan kurang telitinya operator pada saat pengecekan kondisi mesin dan kondisi cetakan.

Dari hasil diagram *fishbone* diatas dapat diketahui penyebab cacat pada kayu lapis adalah bagian mesin dan bahan baku. Banyaknya jamur pada bahan baku kayu lapis yang mengakibatkan produksi kayu lapis tidak di produksi secara maksimal. Solusi yang diberikan untuk bahan baku adalah. Mengecek kembali kayu yang ingin diproduksi dan memilih kayu yang berkualitas sesuai dengan standar perusahaan, memberikan obat anti jamur pada kayu lapis di tempat penyimpanan/ gudang agar tidak ada lagi kayu yang membusuk. Pada bagian mesin pengepressan solusi yang tepat untuk mengurangi cacat tidak rata kayu lapis dengan cara selalu melakukan pengecekan mesin dan perawatan pada mesin sehingga tidak ada lagi kayu lapis yang tidak rata.

5.5 Kelemahan Penelitian

- a. Objek penelitian terbatas hanya boleh di teliti pada produk jadi kayu lapis. Masih banyak produk dasar pembuatan kayu lapis seperti bahan mentah berupa kayu sengon yang harus di teliti lebih lanjut agar peneliti lebih mengetahui kualitas kayu tersebut layak apa tidak untuk proses produksi kayu lapis.

- b. Penelitian ini hanya mengambil data cacat kayu lapis dan tidak mengambil aspek biaya keuangan modal, biaya produksi dan biaya pemasaran. Sehingga peneliti tidak mengetahui berapa keuntungan dan kerugian bagi perusahaan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis yang telah didapat pada bab sebelumnya, maka dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Data atribut cacat paling besar terdapat pada tidak rata kayu lapis, yaitu tidak rata sebesar 26%. Hasil perhitungan data atribut didapatkan hasil DPMO sebesar 23860,92859 dan nilai sigma sebesar 3,4798 sigma. kemudian pada pola DPMO dan SIGMA atribut masih naik dan turun sepanjang periode proses produksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data memiliki 23.860,9 unit cacat per satu juta produk dan nilai sigma perusahaan sebesar 3,4798 sigma yang berarti perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri Indonesia sedangkan target yang dicapai adalah di bawah 1% dan nilai DPMO harus mencapai 3,4 agar bisa bersaing di industri internasional.
2. Faktor yang berpengaruh pada tidak rata kayu lapis adalah Pada faktor bahan baku kayu lapis yang menjadi salah satu penyebab kecacatannya. Kayu lapis diuji mutu melalui visual lembar demi lembar berdasarkan adanya cacat alami dan cacat teknis sesuai dengan mutunya. cacat material kayu lapis terdapat rongga pada sisi kayu lapis. Karena bahan baku yang sudah lapuk dan bahan yang sudah rusak adalah penyebab kayu lapis tidak rata karena disebabkan oleh jamur yang masih menempel pada bagian kayu *corepice*. Pada bagian mesin *Hot press* dilakukan dengan bahan baku *corepice* suhu 120 °C selama hampir 10 menit, tingginya tekanan dan temperatur sangat penting pada proses ini. Sedangkan permasalahan yang dialami pada pengepressan hot press pada mesin ini

ukuran waktu dan suhu tidak sesuai dengan standar. Solusi yang tepat untuk mengatasi masalah tidak rata kayu lapis dengan cara memeriksa setiap mesin pengepresan dan dilakukan perawatan terhadap mesin pada saat selesai beroperasi agar suhu dan waktunya tetap stabil saat proses produksi. Pada bahan baku saat masuk tempat penyimpanan harus dilakukan pengecekan dan memberikan obat anti jamur agar jamur tidak merusak pada bagian permukaan kayu lapis

6.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, peneliti merekomendasikan beberapa saran yang ditunjukkan kepada perusahaan yaitu:

1. Perlu ditekankan kepada operator bagaimana mengaplikasikan proses produksi pada tahap inspeksi awal hingga inspeksi akhir secara teliti dan tidak terburu-buru agar proses produksi berjalan sesuai dengan prosedur yang diberikan perusahaan dan bahan produksi tidak terbuang dengan sia-sia.
2. Diharapkan pihak perusahaan khususnya pihak QC (Quality Control) melakukan kontrol atau pengawasan secara berkala terhadap kualitas dari produk dan juga kinerja operator agar dapat meningkatkan level sigma perusahaan ke level yang lebih baik dan menambahkan alat produksi seperti mesin pengelem dan perawatan mesin pengepresan agar barang produksi tidak banyak yang cacat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brue, G., (2002) . *Six Sigma for Managers* , Canary , Jakarta.
- Davis and Goetch, (1995). Pengertian Kualitas Menurut Para Ahli . <http://blog-definisi.blogspot.co.id/> . Akses 11 agustus 2015.
- Gasperz, Vincent.(2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000, MBNQA & HACCP*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, Vincent (2005). *Total Quality Management*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, Vincent, (2001). *Total Quality Management* , Gramedia pustaka Utama, Jakarta.
- Heizer and Reinder ,(2006). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat .
- Kadir, (2001). Pengertian Kualitas Menurut Para Ahli . <http://blog-definisi.blogspot.co.id/> . Akses 11 agustus 2015.
- Kemper, B.P.H., Koning,S., Luijben, T.C.W, and Does, R.J.M.M, *Cost and Quality in Postal Service, Quality Engineering*, 23(3), 2011, pp. 302-308.
- Kho, Dckson ,(2015). Pengertian Diagram Pareto dan Cara Membuatnya. <http://ilmumanajemenindustri.com/> . Akses 27 oktober 2015.
- Kusnadi, Eris, (2011).Fishbone Diagram dan Langkah Pembuatanya. <https://eriskusnadi.wordpress.com>. akses 24 desember 2014.
- Loh, (2001). Pengertian Kualitas Menurut Para Ahli . <http://blog-definisi.blogspot.co.id/> . Akses 11 agustus 2015.
- Poerwanto, Hendra, (2013). Peta Kendali p Chart. <https://sites.google.com> . akses 18 september 2013.
- Purba, (2008). Fishbone Diagram dan Langkah Pembuatanya. <https://eriskusnadi.wordpress.com>. akses 24 desember 2014.
- Scarvada, A.J., Tatiana Bouzdine-Chameeva, Susan Meyer Goldstein, Julie M. Hays, Arthur V. Hill. 2004. *A Review of The Causal Mapping Practice and Research Literature*. Second
- Stampel, Robert C., (2001). Pengertian Kualitas Menurut Para Ahli. <http://blog-definisi.blogspot.co.id/> . Akses 11 Agustus 2015 .
- Suwandi, (2015). Six Sigma Pareto Chart. <http://sixsigmaindonesia.com/> . akses 5 april 2016.
- Tague ,(2005). Fishbone Diagram dan Langkah Pembuatanya. <https://eriskusnadi.wordpress.com> akses 24 desember 2014.
- Tjiptono, (2004). Pengertian Kualitas Menurut Para Ahli. <http://blog-definisi.blogspot.co.id/> . Akses 11 agustus 2015.

World Conference on Pom 15 Annual POM Conference, Cancun, Mexico, april 30 – may 3, 2004.

LAMPIRAN

Variabel Panjang Kayu Lapis

n=5, X dalam (cm)					
NO	X1	X2	X3	X4	X5
1	243,7	244	244,2	243,9	244
2	244	244,5	243,8	243,5	244
3	244,5	244,3	243,5	243,5	243,9
4	244	243,5	244	244,1	244,2
5	244,4	243,9	243,6	244,2	244,5
6	243,8	244	244,5	244,4	244
7	243,7	244	243,4	244,2	244
8	244,1	243,5	244,3	244,1	244,1
9	244	244,2	244	243,4	243,5
10	243,9	244,1	243,7	244	244,2
11	243,5	244,5	244,2	243,8	244
12	244	243,9	243,5	244	243,8
13	244	244,1	243,2	243,5	244,2
14	244,5	244	244	244,1	243,6
15	244	244,1	244,2	244,3	244,5
16	244	244,2	244	244	244,5
17	244	243,6	244,4	244	244,1
18	243,6	243,5	244	244,3	244,4
19	244,4	244	244,1	243,7	243,9
20	244,1	244,5	243,5	244,5	243,5
21	243,5	244	244	243,8	244,1
22	243,6	243,5	244	244	244,4

23	244	244	244,3	244,5	243,5
24	244,1	244	244,2	244,1	244,5
25	243,2	244,2	244,1	243,7	244

Variabel Lebar Kayu Lapis

n=5, X dalam (cm)					
NO	X1	X2	X3	X4	X5
1	121,9	121,5	122	122,4	122
2	122	122,4	122,1	121,6	121,9
3	122,4	122,6	121,5	121,6	121,4
4	122	122	122,2	122,4	121,9
5	121,5	121,7	121,9	122,5	122
6	121,4	121,9	122	121,9	121,9
7	122	122,1	122,4	122,4	122,6
8	122	122	122,3	122,1	121,5
9	122,5	122,4	122	121,6	121,9
10	122,4	122,1	121,9	121,5	121,4
11	121,6	121,9	122	122,4	122
12	122,1	122,4	122	122	122,5
13	121,5	122	121,9	122,1	122
14	122	122,3	122,5	122,3	122,1
15	121,4	121,5	121,9	122	122,4
16	122	122	121,8	121,9	122,3
17	122,5	121,5	122	122,3	122,1
18	121,3	121,5	122,7	121,7	121,5
19	122	122	122,1	122,5	121,9
20	122,3	122,4	122	122,5	121,5

21	121,5	122	122	122,4	122,3
22	121,7	122	122,1	122,5	122
23	121,9	121,5	121,8	122	122,4
24	122	122	121,5	122,5	122
25	121,7	122,5	122,3	122	122,5

Variabel Tebal Kayu lapis

n = 5, X dalam (mm)					
NO	x1	x2	x3	x4	x5
1	13,2	13	12,8	12,5	12,5
2	13	13,3	12,9	12,7	13
3	12,9	13,7	13	13	12,9
4	13	13,2	12,8	12,5	13,4
5	12,5	13	13,1	12,9	13
6	12,7	12,8	13,4	13	13,5
7	13	13	12,5	12,7	13
8	13	12,6	13	12,8	13,1
9	13,7	12,8	12,5	13,4	12,9
10	13	13,4	13,4	12,7	13
11	12,6	12,9	13	13	12,9
12	13	12,9	13,1	13	12,4
13	13,5	12,7	13	13,5	13,9
14	12,8	13	12,5	13,1	13,5
15	13,2	12,5	12,8	13	13
16	12,5	13,1	12,9	13,1	12,6
17	13	13	12,9	13	12,6
18	13,4	12,9	12,6	12,9	13,3
19	12,6	12,9	13,3	13,7	13

20	13	13,5	12,7	13	12,9
21	12,9	13,1	13,4	12,9	13
22	13,3	12,5	13,3	13,2	12,8
23	13,5	13,5	13,1	12,9	13
24	13	12,6	13,3	13	12,5
25	13	12,9	12,7	12,9	13,5

Data Atribut Kayu Lapis

NO	jumlah produksi	jumlah data inspeksi	jenis cacat					jumlah produk cacat
			busuk	retak	pecah	tidak rata	celah	
1	1580	1580	51	57	50	75	30	263
2	2280	2280	40	53	60	80	46	279
3	2490	2490	45	49	54	55	25	228
4	2378	2378	68	25	75	65	38	271
5	2662	2662	54	30	50	50	59	243
6	2184	2184	35	35	40	58	36	204
7	1377	1377	48	41	49	80	51	269
8	2150	2150	59	54	55	83	67	318
9	2380	2380	53	44	43	71	51	262
10	2750	2750	51	39	50	63	43	246
11	2560	2560	65	28	63	85	48	289
12	2297	2297	44	57	75	58	40	274
13	1588	1588	41	49	48	83	59	280
14	2289	2289	50	56	78	55	66	305
15	2374	2374	47	31	54	59	31	222
16	2288	2288	60	38	40	50	29	217
17	2589	2589	60	25	49	79	34	247

18	2395	2395	68	54	70	79	47	318
19	1579	1579	72	38	55	51	46	262
20	2450	2450	55	34	61	70	26	246
21	2579	2579	57	28	69	59	57	270
22	2399	2399	49	53	35	80	55	272
23	1927	1927	38	27	64	65	41	235
24	2252	2252	50	54	61	68	44	277
25	1599	1599	61	51	70	71	59	312
jumlah produksi	55396	55396	1321	1050	1418	1692	1128	6609