

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PRODUK KAYU LAPIS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

(Studi kasus pada PT. Asia Forestama Raya)

TUGAS AKHIR

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



Di susun oleh :

Nama : Ridho Tryatma Yuliandra Putra
No. Mahasiswa : 11522307

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

PERNYATAAN KEASLIAN

i

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, 25 Oktober 2016



Ridho Tryatma Yuliandra Putra

SURAT KETERANGAN**PT. ASIA FORESTAMA RAYA**

Jl. Terminal lama No. 75
Desa Limbungan Rumbai 28261
Pekanbaru Riau - Indonesia
Phone : (0761) 51422 (5 Lines) Fax : (0761) 52937

SURAT KETERANGAN

No : 150 / AFR / VIII / 2016

Pimpinan PT. Asia Forestama Raya Pekanbaru dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: RIDHO TRYATMA Y P
NIM	: 11522307
Jurusan	: TEKNIK INDUSTRI

adalah benar bahwa nama tersebut di atas telah melakukan Kegiatan Penelitian di PT. Asia Forestama Raya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Pekanbaru, 11 Agustus 2016

PT. ASIA FORESTAMA RAYA
PEKANBARU

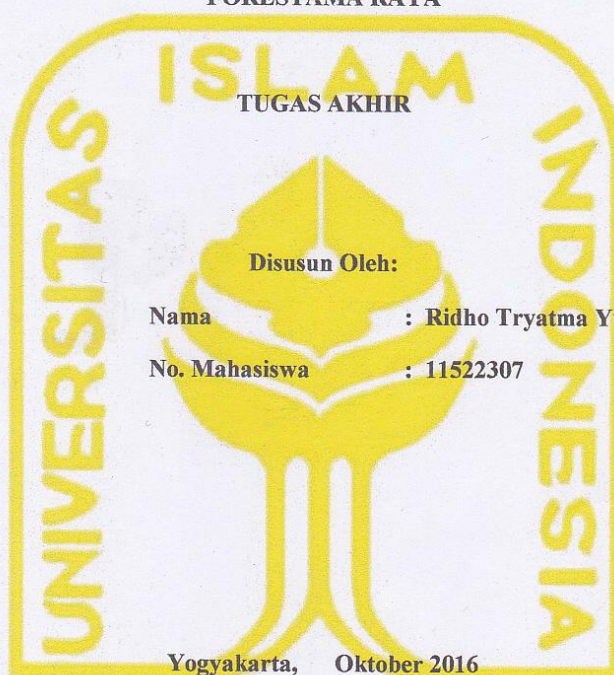
Rian Septian
Adm. Ga&HR

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

iii

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PRODUK KAYU LAPIS
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA PADA PT. ASIA
FORESTAMA RAYA



Disusun Oleh:

Nama : Ridho Tryatma Yuliandra P

No. Mahasiswa : 11522307

Yogyakarta, Oktober 2016

Pembimbing,

(Drs. H. Mohammad Ibnu Mastur, MSIE.)

4/10/2016

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

iv

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PRODUK KAYU LAPIS
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA PADA PT. ASIA
FORESTAMA RAYA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ridho Tryatma Yuliandra P

No. Mahasiswa : 11522307

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Strata – 1

Teknik Industri

Yogyakarta, Oktober 2016

Tim Penguji

Drs. H. Mohammad Ibnu Mastur, MSIE.

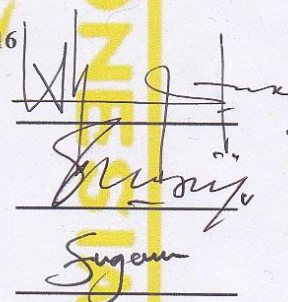
Ketua

Sunaryo, Ir., M.P.

Anggota I

Muhammad Sugarindra, S.T., MTI.

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

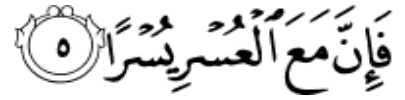


Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini aku persembahkan untuk Bapak dan Ibu Tercinta yang selalu memberikan
Do'a, kasih sayang, bimbingan, nasehat dan motivasi yang tiada hentinya.
Serta teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan semangat

MOTTO



“Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al – Insyirah ayat 5)



Allah SWT tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya...

(cuplikan QS. Al – Baqarah: 286)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dalam pelaksanaan pengambilan dan sekaligus penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Serta shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam sebagai agama Rahmatan Lil'alamin. Alhamdulillah atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Kayu Lapis Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT. Asia Forestama Raya”

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. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Drs. Imam Jati Widodo M.Eng.Sc selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Drs. H. Muhammad Ibnu Mastur, MSIE selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tri Susanta selaku manager produksi pada PT. Asia Forestama Raya yang membimbing dilapangan dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT. Asia Forestama Raya.
5. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doanya, perhatian, semangat, materi dan nasihat-nasihat yang berharga bagi penulis.
6. Selvi Mailisa, S.Kep yang selalu memberikan motivasi dan penyemangat bagi penulis.
7. Serta teman-teman industri 2011 yang mendukung penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca demi penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 25 Oktober 2016

Ridho Tryatma Yuliandra Putra

ABSTRAK

Kualitas merupakan karakteristik pada suatu barang atau jasa yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan melalui tahapan-tahapan proses. PT. Asia Forestama Raya adalah perusahaan yang bergerak di pembuatan kayu lapis tujuan utamanya adalah memproduksi keluar negeri dan dalam negeri. Berdasarkan hasil survei ada beberapa produk cacat seperti cacat lapuk, retak, pecah, lubang mata kayu dan kasar. 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 produk cacat 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 dan jumlah produksi 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 define 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 menentukan 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 pecahnya pada kayu lapis sebesar 21% hasil DPMO 17.436,2 dan tingkat sigma 3,609. Berdasarkan diagram fishbone penyebab kecacatan produk pada mesin dryer dan manusia. Langkah perbaikan untuk mengurangi kecacatan produk adalah mesin: melakukan maintenance rutin terhadap mesin dryer, manusia: diberikan pelatihan dan 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, Kualitas, Fishbone, DPMO

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
SURAT KETERANGAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN	
PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Kajian Induktif	6
2.2 Kajian Deduktif	9
2.2.1 Pengertian Kualitas.....	9
2.2.2 Pengendalian Kualitas	9
2.2.3. <i>Six Sigma</i>	9
2.2.4 <i>Define</i>	12
2.2.5 <i>Measure</i>	12
2.2.6 <i>Analyze</i>	12
2.2.7 <i>Improvement</i>	13
2.2.8 <i>Control</i>	13
2.2.9 <i>Tools</i> dalam <i>Six Sigma</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Objek Penelitian	23
3.2 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian	23
3.3 Pengumpulan Data	23
3.3.1 Jenis-jenis Data.....	23
3.4 Pengolahan Data.....	24
3.4.1 <i>Define</i>	24
3.4.2 <i>Measure</i>	25
3.4.3 <i>Analyze</i>	25
3.4.4 <i>Improve</i>	25
3.4.5 <i>Control</i>	26
3.4.5 Alat – alat yang digunakan	26
3.5 Analisis hasil	27
3.6 Kesimpulan dan Saran.....	27
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	29

4.1	Profil Perusahaan.....	30
4.1.1	Sejarah Singkat Perusahaan.....	30
4.1.2	Letak Perusahaan.....	30
4.1.3	Struktur organisasi perusahaan.....	31
4.1.4	Proses produksi.....	32
4.2	Pengolahan data.....	34
4.2.1	Tahap <i>Define</i> (Definisi).....	34
4.2.2	Tahap <i>Measure</i>	35
BAB V	PEMBAHASAN.....	59
5.1	Tahap Analisa (<i>Analyze</i>)	59
5.1.1	Analisa Data Variabel	59
5.1.2	Analisa Stabilitas dan Kapabilitas Proses	62
5.1.3	Analisa Data Atribut.....	69
5.1.4	Analisis akar penyebab kecacatan produk.....	69
5.2	Tahap <i>Improve</i>	71
5.2.1	Usulan perbaikan.....	71
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
6.1	Kesimpulan.....	73
6.2	Saran	74
	DAFTAR PUSTAKA.....	75
	LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan true 6-sigma dengan Motorola 6-sigma.....	11
Tabel 4.1 Persentase Kecacatan Produk kayu lapis.....	36
Tabel 4.2 pengolahan data atribut perhitungan DPMO dan tingkat sigma.....	37
Tabel 4.3 perhitungan DPMO dan tingkat SIGMA data atribut.....	39
Tabel 4.4 Data peta kendali p.....	40
Tabel 4.5 pengolahan data variabel panjang kayu lapis.....	42
Tabel 4.6 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis.....	44
Tabel 4.7 cara memperkirakan DPMO dan Kapabilitas SIGMA.....	46
Tabel 4.8 pengolahan data untuk variabel lebar kayu lapis.....	48
Tabel 4.9 perhitungan DPMO dan Tingkat SIGMA variabel lebar kayu lapis.....	49
Tabel 4.10 memperkirakan DPMO dan Kapabilitas sigma lebar kayu lapis.....	52
Tabel 4.11 pengolahan data variabel tebal kayu lapis.....	54
Tabel 4.12 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis.....	55
Tabel 4.13 cara memperkirakan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis.....	57
Tabel 5.1 kapabilitas proses produksi kayu lapis.....	67
Tabel 5.2 uji hipotesis chi-kuadrat data variabel.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep six sigma Motorola	12
Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto.....	16
Gambar 2.3 Diagram Sebab-akibat.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan	30
Gambar 4.2 Flowchart Alur Produksi PT.AFR.....	32
Gambar 4.3 Diagram SIPOC	34
Gambar 4.4 Diagram pareto cacat kayu lapis	36
Gambar 4.5 Grafik pola DPMO data atribut.....	37
Gambar 4.6 grafik pola SIGMA data atribut	38
Gambar 4.7 peta kendali p data atribut	41
Gambar 4.8 DPMO variabel panjang kayu lapis	45
Gambar 4.9 SIGMA variabel panjang kayu lapis	45
Gambar 4.10 grafik DPMO variabel lebar kayu lapis	51
Gambar 4.11 grafik SIGMA variabel lebar kayu lapis	51
Gambar 4.12 grafik DPMO variabel tebal kayu lapis	57
Gambar 4.13 Grafik Sigma variabel tebal kayu lapis	57
Gambar 5.1 peta kendali $\bar{x}$ variabel panjang kayu lapis	62
Gambar 5.2 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel lebar kayu lapis	64
Gambar 5.3 grafik peta kendali $\bar{x}$ variabel tebal kayu lapis	66
Gambar 5.4 Kurva Chi-Kuadrat.....	68
Gambar 5.5 diagram fishbone penyebab cacat	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi saat ini semakin berkembang ilmu pengetahuan yang mendorong munculnya berbagai teknologi baru dan inovasi produk yang terus berkembang. Perkembangan dunia industri saat ini sangatlah pesat sehingga tiap-tiap industri harus mampu bersaing terutama dalam segi kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas merupakan hal yang paling penting dan berkaitan erat dengan proses produksi dimana setiap kegiatannya meliputi aktivitas pemeriksaan atau pengujian karakteristik kualitas yang dimiliki produk tersebut. Pengendalian kualitas itu sendiri bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sebuah perusahaan dengan cara mengurangi faktor kesalahan, cacat produk, kegagalan, dan ketidaksesuaian spesifikasi (Phenter & Safa, 2004).

Menurut Kholik (2008), kualitas merupakan kunci keberhasilan bagi sebuah industri agar mampu bersaing dan memimpin pasar. Dengan standar kualitas tinggi yang diterapkan oleh perusahaan terhadap produknya membuat produk yang dipasarkan akan mampu bersaing dengan produk lainnya. Dengan adanya peningkatan permintaan yang tinggi dari konsumen, membuat persaingan produk di pasar menjadi meningkat. Hal ini membuat industri-industri khususnya industri tekstil melakukan perbaikan-perbaikan dalam proses produksi guna memperoleh kepuasan pelanggan terhadap produk yang diproduksi. Hal penting untuk pengembangan daya saing perusahaan

adalah melakukan peningkatan kualitas produk. Apabila kualitas produk yang diproduksi tidak baik maka konsumen kurang berkesan untuk membeli atau menggunakan produk tersebut begitu juga dengan sebaliknya. Proses ini berpengaruh terhadap kuantitas penjualan dan keuntungan perusahaan. Konsumen lebih memilih produk yang mempunyai kualitas baik karena dengan kualitas yang baik dapat memberikan kepuasan bagi mereka. (Kholik, 2008)

PT. Asia Forestama Raya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perindustrian pembuatan kayu lapis. PT. Asia Forestama Raya berlokasi di desa limbungan rumbai pesisir, Pekanbaru, Riau. Perusahaan ini banyak memperkerjakan buruh di sekitaran wilayah pabrik agar mengurangi jumlah pengangguran di daerah setempat. PT. Asia Forestama Raya 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 pecah, lubang mata kayu, lapuk, retak dan kasar 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 *dryer* 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.

Adapun dalam pengendalian kualitas itu sendiri, *Six sigma* merupakan salah satu metode baru paling populer sebagai salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas yang merupakan terobosan dalam bidang manajemen kualitas (Gasperzs, 2005). Dengan konsep statistik yang mengukur suatu proses yang berkaitan dengan cacat mencapai enam *sigma* yang berarti proses menghasilkan 3,4 juta cacat per

sejuta kemungkinan (DPMO). Menurut Vanany dan Emilasari (2007), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas *six sigma* terdiri dari lima fase yaitu menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*). Dengan menerapkan metode Six Sigma secara tepat, diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk tersebut. Dengan konsep DMAIC nya, metode Six Sigma mengupayakan untuk mencapai tingkat kegagalan nol. Konsep DMAIC yang dikenal dengan *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. (Gasperzs, 2005)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengendalian kualitas pada produk kayu lapis dengan menggunakan metode *six sigma* ?
2. Atribut apa saja yang termasuk dalam *Critical To Quality* ?
3. Berapa nilai *Defect per milion Opportunities* dan nilai *sigma* ?
4. Dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan cacat kayu lapis ? dan bagaimana solusinya ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasar Latar bekang dan pertanyaan penelitian di atas supaya masalah dapat berjalan baik, maka diberi batasan ruang lingkup dan kajian sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan pada proses produksi produk kayu lapis yang ada di PT. Asia Forestama Raya.
2. Penelitian menggunakan metode *six sigma* dan *DMAIC*.
3. Penelitan tidak menghitung biaya produksi dan biaya *defect*.
4. Data jumlah cacat yang diambil untuk penelitian ini adalah data jumlah cacat bulan Agustus 2016.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian maka dapat disusun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui atribut – atribut yang termasuk *Critical To Quality* pada perusahaan.
2. Mengetahui nilai *Defect Per milion opportunities* dan tingkat berapa nilai *Sigma* perusahaan.
3. Mengetahui faktor apa saja yang sering muncul yang mempengaruhi kualitas produk dan menentukan solusi apa yang paling tepat.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitaian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi :

- a. Bagi perusahaan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan sumbangan pemikiran dalam menyusun suatu kebijakan menyangkut peningkatan kualitas produksi pada perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini dituangkan dalam suatu karya tulis ilmiah agar lebih sistematis dan dimengerti oleh pembaca. Sistematika penulisan karya tulis ilmiah adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi mengenai konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga membuat uraian tentang hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Memuat obyek penelitian, data yang digunakan dan tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini dapat meliputi

metode pengumpulan data, DMAI (*Define , Measure , Analyze ,Improve*) dan alat pengendalian kualitas.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan tentang cara pengambilan dan pengolahan data, analisis dan hasil yang diperoleh dari penggunaan *Six Sigma*.

BAB V PEMBAHASAN

Pembahasan berisi tentang hasil dari pengolahan data dari penelitian dan kesesuaian hasil penelitian dengan tujuan penelitian untuk memperoleh hasil penelitian sebagai acuan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran yang menjabarkan hasil penelitian yang dilakukan, harus menjawab rumusan permasalahan dan beberapa rekomendasi dan pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan topik pengendalian kualitas yang dijadikan sebagai literatur.

Penelitian dengan judul "Peningkatan Kualitas Produk Kertas Dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma di Pabrik Kertas Y" oleh Singgih Moses L dan Renanda pada tahun 2008. Tujuan dari penelitian ini ingin meningkatkan kualitas produk sehingga menghasilkan produk yang bermutu dengan harga yang kompetitif. Metode yang digunakan berupa *Six Sigma* dengan proses DMAIC. Dengan menggunakan *tools* yang berada di *six sigma* sehingga dapat mengetahui tindakan perbaikan yang cocok untuk produk tersebut (Moses L & Renanda, 2008)

Pada penelitian Rangga Ramdhoni (2009), peneliti menganalisis kecacatan produk yang ada dengan menggunakan analisis *Six Sigma* dan FMEA, dari hasil analisis FMEA didapatkan nilai urutan RPN tertinggi yang akan menjadi prioritas perbaikan. Rencana perbaikan diuraikan dalam formulir 5W-1H, usulan perbaikan dan pengendalian diberikan dengan nilai RPN pada analisis FMEA. (Ramdhoni, 2009)

Penelitian yang dilakukan oleh E.V dan Jiju Anthony (2011) menerapkan metode *Lean Six Sigma* pada sebuah departemen rawat jalan di India. Proses yang diamati yaitu mulai dari proses pendaftaran pasien hingga mendapatkan obat. *Non-Value Added* dalam proses identifikasi diketahui diagram *fishbone* untuk waktu tunggu pasien yang

tinggi divalidasi dengan menggunakan data yang dikumpulkan. Hasil yang diperoleh adalah berkurangnya rata-rata waktu tunggu dari 57 menit menjadi 24,5 menit. Hal ini dapat membantu pihak rumah sakit untuk melayani pasien lebih baik dan lebih cepat. (E.V & Anthony, 2011)

Achmad Muhaimin (2011) melakukan penelitian pada perusahaan *Tribun Timur* yang merupakan salah satu koran daerah Kompas Gramedia yang dikelola PT Indopersda Primamedia (Persda Network), Divisi Koran Daerah Kompas Gramedia. Untuk menerbitkan *Tribun Timur* juga berusaha untuk terus meningkatkan kualitas dengan menekan angka produk cacat dalam proses produksinya. Dengan menggunakan metode *six sigma* dapat diketahui bahwa kualitas koran yang dihasilkan oleh perusahaan cukup baik yaitu 3,20 sigma dengan tingkat kerusakan 44.679 untuk sejuta produksi (DPMO). Implementasi peningkatan kualitas *six sigma* pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada tiga penyebab produk cacat tertinggi yaitu: warna kabur sebanyak 78%, tidak register sebanyak 12% dan terpotong 10%. (Muhaemin, 2011)

Penelitian jurnal dengan judul “Penerapan Metode Six Sigma dengan konsep DMAIC sebagai Alat Pengendali Kualitas” oleh Widhy Wahyani, Abdul Chobir dan Denny Dwi Rahmanto pada tahun 2013. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengendalian kualitas adalah Six Sigma dengan konsep DMAIC. Six Sigma dipilih sebagai pendekatan terhadap masalah yang terjadi di perusahaan rokok “X” karena selain sebagai alat manajemen terkini dan sifatnya yang flexible, dimana bertujuan untuk menghilangkan cacat produksi, memangkas waktu pembuatan produk dan menghilangkan biaya yang tidak perlu. Six Sigma merupakan comprehensive system, karena merupakan strategi dan alat yang berkonsep disiplin ilmu untuk mencapai dan mendukung kesuksesan bisnis, dimana terfokus pada peningkatan kepuasan pelanggan. Adapun kesuksesan peningkatan kualitas dan kinerja bisnis perusahaan ini, tergantung dari kemampuan dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang terjadi, sehingga dengan penerapan filosofi Six Sigma di perusahaan rokok “X”, diharapkan bisa menurunkan produk cacat. (Wahyani, Chobir, & Rahmanto, 2013)

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan karakteristik pada suatu barang dan/atau jasa yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan melalui tahapan-tahapan proses. Secara umum kualitas bagi perusahaan merupakan strategi untuk menguasai pasar, sedangkan untuk masyarakat kualitas merupakan sebuah alat untuk mencapai rasa kepuasan yang dimana kebutuhan yang diinginkan telah terpenuhi melalui barang yang diinginkan. Kualitas yang baik menurut perusahaan yaitu produk yang dihasilkan sesuai standarisasi yang diatur perusahaan untuk produk tersebut. Berbagai ilmu tentang kualitas banyak dikemukakan oleh para ahli, menurut (Gasperzs, 2005) delapan dimensi kualitas yang digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang yaitu :

1. Performa (*performance*)
Berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
2. Keistimewaan (*features*)
Merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Keandalan (*reliability*)
Berkaitan dengan kemungkinan suatu produk melaksanakan fungsinya secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu.
4. Konformasi (*conformance*)
Berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. Daya tahan (*durability*)
Merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
6. Kemampuan pelayanan (*serviceability*)
Merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, kemahiran atau kesopanan, kompetisi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan.
7. Estetika (*esthetics*)

Merupakan karakteristik yang bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual.

8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*)

Bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengonsumsi produk tersebut.

2.2.2 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 (Haizer, Jay, & Barry, 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

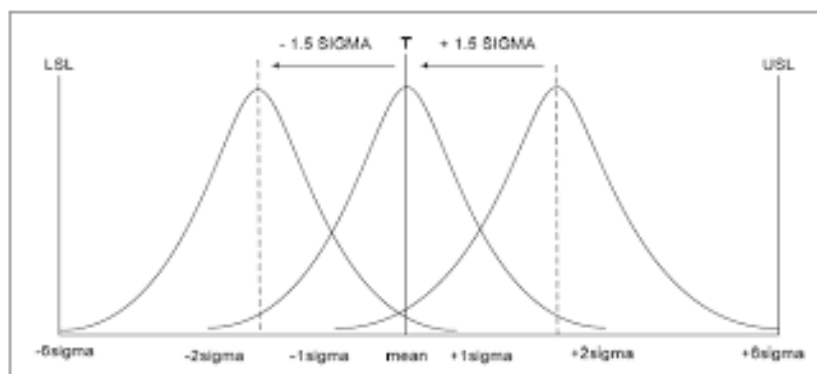
2.2.3. *Six Sigma*

Six Sigma merupakan metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat penggunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan hasil dari investasi yang lebih baik dari segi produksi dan pemasaran (Evans & Lindsay, 2007). Menurut Evan dan Lindsay dalam penerapan *Six Sigma* terdapat beberapa inti dan filosofi penting yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Selalu berpikir dalam kerangka proses bisnis utama serta kebutuhan pelanggan dengan tetap berfokus ada tujuan strategis perusahaan.

- Memusatkan perhatian pada para pendukung perusahaan yang bertanggung jawab mensukseskan proyek-proyek penting mendukung kerja kelompok, membantu mengatasi keinginan untuk berubah dan menggalang sumber daya.
- Menekankan sistem pengukuran yang bisa dikuantifikasi, seperti cacat per satu juta kemungkinan (*Defect Per Million Opportunities – DPMO*) yang bisa diterapkan di setiap bagian perusahaan: produksi, rekayasa, administrasi, peranti lunak dan lain-lain.
- Memastikan bahwa sistem pengukuran yang tepat dapat teridentifikasi di awal setiap proses serta memastikan bahwa sistem tersebut berfokus pada pencapaian bisnis, sehingga dapat memberikan sistem insentif dan akuntabilitas.
- Menyediakan pelatihan menyeluruh yang diikuti dengan penugasan tim proyek untuk meningkatkan profitabilitas, mengurangi aktifitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activity*) serta mencapai pengurangan waktu siklus.
- Menciptakan ahli-ahli peningkatan proses berkualitas tinggi yang dapat menerapkan aneka alat untuk meningkatkan kinerja serta dapat memimpin tim.
- Menganalkan tujuan jangka panjang untuk perbaikan.

Konsep *Six Sigma* berakar dari konsep sistem manajemen Motorola. Sasaran dari *Six Sigma* adalah peningkatan kemampuan proses untuk mencapai *zero defects* dan menghilangkan variasi yang ada. Konsep *Six Sigma* Motorola merupakan suatu metode/teknik pengendalian kualitas yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan Motorola pada tahun 1986 di Amerika Serikat sebagai terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. *Six Sigma* mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Terbukti perusahaan Motorola selama 10 tahun setelah mengimplementasikan konsep *Six Sigma* mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) kegagalan per sejuta kesempatan atau kesempatan 99,99966% dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu (Gaspersz, 2002). Namun dalam pendekatan pengendalian proses 6-Sigma Motorola (*Six Sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar $\pm 1,5$ -Sigma. Dengan demikian berdasar konsep *Six Sigma* Motorola, berlaku toleransi penyimpangan:



Gambar 2.1 **Konsep Six Sigma Motorola dengan Distribusi Normal Bergeser 1.5 Sigma**

Sumber : (Vincennt Gasperz 2002 ; 11)

Proses *Six Sigma* Motorola dengan distribusi normal yang mengijinkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser 1,5-Sigma ($1,5 \times$ standar deviasi maksimum atau S_{maks}) dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan ditunjukkan dalam bagan I, berbeda dengan *True-Six Sigma* yang berdistribusinormal (distribusi normal terpusat) tanpa mengijinkanpergeseran nilai rata-rata (*mean*) proses (Gaspersz, 2002).

Adapun perbedaannya sebagai berikut:

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

True-6 sigma Process			Motorola 6-sigma Process		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	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	99,999998%	0,002	± 6 -sigma	99,99966%	3,4

Sumber : (Vincent Gasperz 2002;11)

Six Sigma biasanya ditemukan pada organisasi sebagai sebuah metode perbaikan kualitas (*quality improvement*) untuk reputasi organisasinya dengan menggunakan alat-alat statistik untuk mengukur kualitas dan ketetapan dari produk atau jasa. *Six Sigma* memberikan nilai lebih pada pelanggan dan shareholders dengan memfokuskan pada perbaikan kualitas dan produktivitas perusahaan (Gaspersz, 2007). Dalam *Six Sigma* untuk memperbaiki kualitas proses dapat diimplementasikan dengan 5 tahap yang disebut dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). Dalam 5 tahap ini dapat memberikan perbaikan yang menyeluruh dalam permasalahan yang terjadi pada setiap proses sehingga memberikan keuntungan dalam perusahaan. Oleh karena itu penting untuk mengetahui lebih dalam tentang metode DMAIC.

2.2.4 Define

Dalam tahap *define* yang akan dilakukan adalah menentukan masalah yang telah diidentifikasi terhadap proses produksi mulai dari awal hingga akhir menjadi produk. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2007). Dalam tahap *define*, juga menentukan 7 pemborosan (*waste*) dalam setiap produksinya dengan menggolongkan setiap proses ke bagian pemborosan.

2.2.5 Measure

Dalam tahap *measure* yang akan dilakukan adalah memvalidasi atau menyaring masalah dan memulai meneliti akar masalah dalam proses tersebut. *Measure* merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Menurut (Pete & Holpp, 2002) langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama, yang pertama adalah mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasikan masalah dan peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi dasar proyek yang pertama. Yang kedua yaitu memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

2.2.6 Analyze

Dalam tahap *analyze* merupakan menganalisa akar permasalahan terhadap proses dan masalah, serta mengidentifikasi akar permasalahan tersebut. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa baik proses yang berlangsung dan mengidentifikasi akar permasalahan yang mungkin menjadi penyebab timbulnya variasi dalam proses (Juran, 1962). Menurut (Pande, Peter, Neuman, Robert, Cavanagh, & Roland, 2000), tujuan dari tahap ini adalah mengidentifikasi langkah-langkah apa yang dibutuhkan untuk dilaksanakan dalam meningkatkan suatu proses dan menurunkan sumber-sumber utama penyebab variasi.

2.2.7 Improvement

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.

2.2.8 Control

Tahap *control* yaitu melakukan pengendalian terhadap proses secara terus-menerus untuk meningkatkan kapabilitas, selain itu memastikan perbaikan terhadap proses tersebut dengan sekali diterapkan akan dipertahankan. Tahap ini merupakan tahap terpenting karena perbaikan ulang terhadap proses tidak diinginkan dan keuntungan dari perbaikan yang terus-menerus harus didapatkan. Pada bagian ini dilakukan rencana pengendalian (*control plan*) terhadap proses.

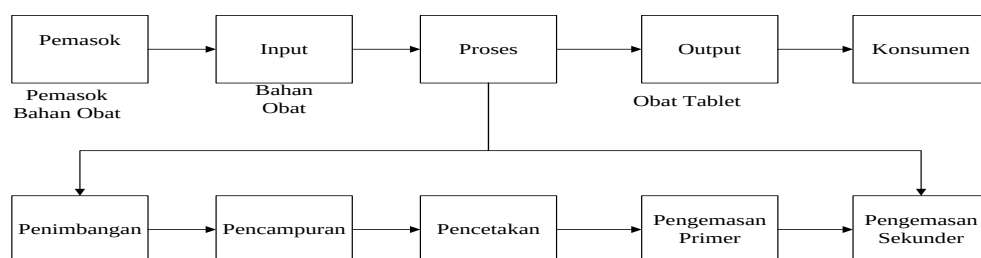
2.2.9 Tools dalam Six Sigma

Dalam *six sigma* terdapat *tools*, yang merupakan *tools* perbaikan untuk diterapkan dalam peningkatan kualitas dan *tools* untuk menganalisa masalah, berikut ini adalah *tools* yang digunakan :

1. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

Diagram SIPOC merupakan salah satu cara untuk mengetahui urutan informasi proses pada organisasi tingkat tinggi dengan metode yang terstruktur (Khekale, Chatpalliwar, & Thakur, 2010). Adapun menurut Evan dan Lindsay (2007) diagram SIPOC merupakan peta tingkat tinggi yang digunakan untuk menentukan batasan proyek dengan cara mengidentifikasi proses yang sedang dipelajari, input dan output proses tersebut serta pemasok dan pelanggannya. SIPOC merupakan singkatan dari *Supplier, Input, Process, Output* dan *Customer*. Kriteria dari SIPOC dijabarkan sebagai berikut

- a. *Supplier* adalah orang, proses, perusahaan yang menyalurkan dan menyediakan bahan atau segala sesuatunya yang dibutuhkan oleh proses selanjutnya atau bisa disebut pemasok.
- b. *Inputs* adalah input yang digunakan dalam proses, diantaranya termasuk material, jasa, informasi, SDM, dan sebagainya yang diproses untuk menghasilkan output.
- c. *Process* adalah proses yang berlangsung atau serangkaian aktivitas yang dapat memberikan nilai bagi input untuk memproduksi output bagi pelanggan.
- d. *Outputs* adalah hasil dari proses untuk pelanggan internal dan eksternal. Output ini bisa berupa produk, jasa, informasi, hingga laporan dan dokumen.
- e. *Customers* adalah bagian yang menerima hasil dari proses atau disebut pelanggan.



Gambar 2.2 Contoh SIPOC dari Proses Pembuatan Obat

Sumber: Vincent Gasperz, 2002

2. *Critical To Quality*

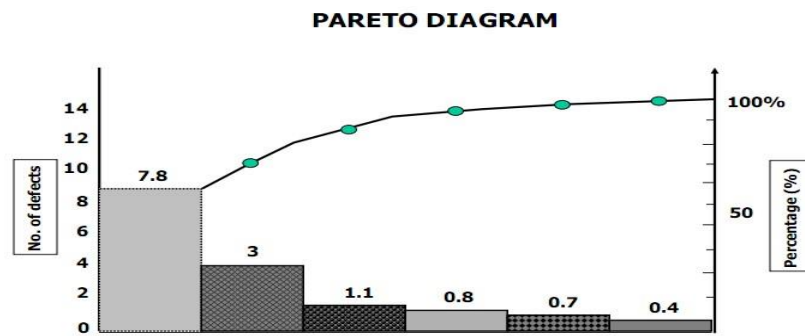
Output dari sebuah proses dapat berupa produk maupun jasa. Variabel *output* dapat berupa waktu *delivery* atau dimensi dari produk itu sendiri. Kunci penting dari *output* (*important key process output*) biasanya dikategorikan berdasarkan pengaruhnya (*area of impact*), yaitu *critical to quality*, *critical to cost*, *critical to delivery* dan *critical to process*. *Critical to Quality* adalah atribut yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan element yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan. (Pusporini & Andesta, 2009)

3. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah grafik yang memuat urutan klasifikasi suatu data mulai dari urutan yang terbesar hingga yang terkecil, dimulai dari kiri ke kanan. Diagram Pareto juga menentukan *waste* yang kritis dari ke tujuh *waste* tersebut. Menurut Ishikawa (1992), penggunaan diagram pareto mengenai berbagai macam kegagalan dari proses produksi dapat diketahui mana yang paling tinggi frekuensi kegagalannya sehingga dapat segera dilakukan usaha perbaikan. (Ishikawa, 1992).

Menurut (Ariani, 2005) langkah dalam penyusunan diagram pareto adalah:

- a. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik tersebut.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- d. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terendah.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang.



Gambar 2.3 Contoh Diagram Pareto

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

4. Peta Pengendali

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”. Sedangkan proses yang tidak stabil disebut dengan proses di luar kendali (*out of control*), tidak dapat diprediksi atau proses “penyebab umum dan khusus”.(Gaspersz, 2002).

Peta pengendali (*Control Chart*) dapat dibedakan menjadi 2:

1) Peta pengendali untuk data variabel (*Continuous*)

Pada peta pengendali variabel data diperluas harus dapat diukur dan karakteristik kualitas akan ditentukan oleh besar kecilnya penyimpangan terhadap ukuran yang distandarkan untuk hasil proses kerja yang berlangsung. Termasuk didalamnya peta kendali $\bar{x}$ dan R

a) Peta Pengendali $\bar{x}$

Langkah-langkah dalam pembuatan peta $\bar{x}$ adalah

- Pengumpulan data

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

- Menghitung rata-rata

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Menghitung rata-rata total

$$\bar{\bar{X}} = (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k) / k \dots \dots \dots (2.2)$$

- Menghitung nilai *range* atau rentang (R)

$$R = X_{(\text{terbesar})} - X_{(\text{terkecil})} \dots \dots \dots (2.3)$$

- Menghitung rata-rata dari *range*

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Menentukan batas kendali

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

b) Peta Pengendali R

Untuk peta kendali R langkah-langkahnya hampir sama dengan langkah-langkah pada peta kendali $\bar{x}$, sedangkan untuk nilai batas kendalinya sebagai berikut:

- CL = $\bar{R}$
- UCL = $D_4 \bar{R}$
- LCL = $D_3 \bar{R}$

2) Peta pengendali untuk data atribut (diskrit)

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. Peta pengendali atribut ini terdiri dari peta p. Langkah – langkah dalam peta pengendali P adalah:

- Menentukan *subgroup*
- Menghitung proporsi cacat pada setiap subgroup

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

p = proporsi cacat

x = banyak nya cacat pada subgroup

n = banyaknya jumlah produk yang diamati

- c. Menghitung Standar deviasi

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

$\bar{p}$ = proporsi cacat

n = banyak jumlah produk yang diamati

- d. Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

$$\text{BPA} = \bar{p} + 3\sigma$$

$$\text{BPB} = \bar{p} - 3\sigma$$

5. Kapabilitas Proses

Kapabilitas Proses adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi atau kebutuhan yang diinginkan dan biasanya dinyatakan dalam indeks kapabilitas proses. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan pelanggan.

Indeks Kapabilitas proses (C_{pm}) digunakan untuk mengukur sampai tingkat mana *output* proses berada pada nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan pelanggan. Semakin tinggi nilai C_{pm} menunjukkan bahwa *output* proses semakin mendekati target kualitas yang diinginkan. Hal itu juga berarti bahwa tingkat kegagalan dari proses semakin berkurang menuju target tingkat kegagalan (*no zero defect oriented*) (Gaspersz, 2002) :

- 1) Untuk 2 batas spesifikasi (USL dan LSL)

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}}$$

Dalam upaya peningkatan kualitas *Six Sigma*, biasanya digunakan aturan sebagai berikut :

- $C_{pm} \geq 2$, maka proses dianggap memenuhi target spesifikasi kualitas pelanggan dan dianggap kompetitif.
- $1,00 \leq C_{pm} \leq 1,99$ maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya untuk peningkatan kualitas menuju tingkat kegagalan nol.

- c. $C_{pm} \leq 1$, maka proses dianggap tidak mampu untuk mencapai target kualitas dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasaran global.

6. Indeks Performansi Kane (Cpk)

Indeks performansi kane (C_{pk}), digunakan untuk merefleksikan kedekatan nilai rata-rata dari proses saat ini terhadap suatu batas. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3S}, \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3S} \right]$$

USL = Batas Spesifikasi Atas

LSL = Batas Spesifikasi Bawah

$\bar{\bar{X}}$ = Nilai rata-rata sampel karakteristik ketidaksesuaian dari proses

S = Standard deviasi

7. Indeks Kapabilitas Proses (CPmk)

Indeks kapabilitas proses kane digunakan untuk mengukur sampai mana tingkat *output* berada dalam batas-batas toleransi (batas spesifikasi atas atau bawah yang diinginkan konsumen).

Indeks Kapabilitas Proses Kane dihitung menggunakan rumus :

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + ((\bar{\bar{X}} - T)/S)^2}}$$

T = spesifikasi target yang diinginkan

$\bar{\bar{X}}$ = nilai rata-rata *sample* dari proses

S = Standard deviasi

8. Analisis DPMO

Tingkat sigma memiliki tujuan untuk mengetahui posisi sebuah perusahaan berada pada level ke berapa. Untuk menentukan tingkat sigma terlebih dahulu dilakukan perhitungan *Defect per Opportunity* (DPMO). Adapun persamaan dari DPMO (Gaspersz, 2007):

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \times 1.000.000$$

1) Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data variable

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

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL dengan rumus :

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

Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus :

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

Sehingga DPMO diperoleh dengan $P(z > USL) \times 1.000.000 + P(z < LSL) \times 1.000.000$ 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 :

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

Untuk nilai sigma = 2.5, maka gunakan formula berikut:

$$= 1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + 2.5) \times 1000000$$

2) Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut

Adapun rumus perhitungan tingkat sigma untuk data atribut yang digunakan dalam program *Microsoft Excel* adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2002).

$$\text{Nilai sigma} = \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5$$

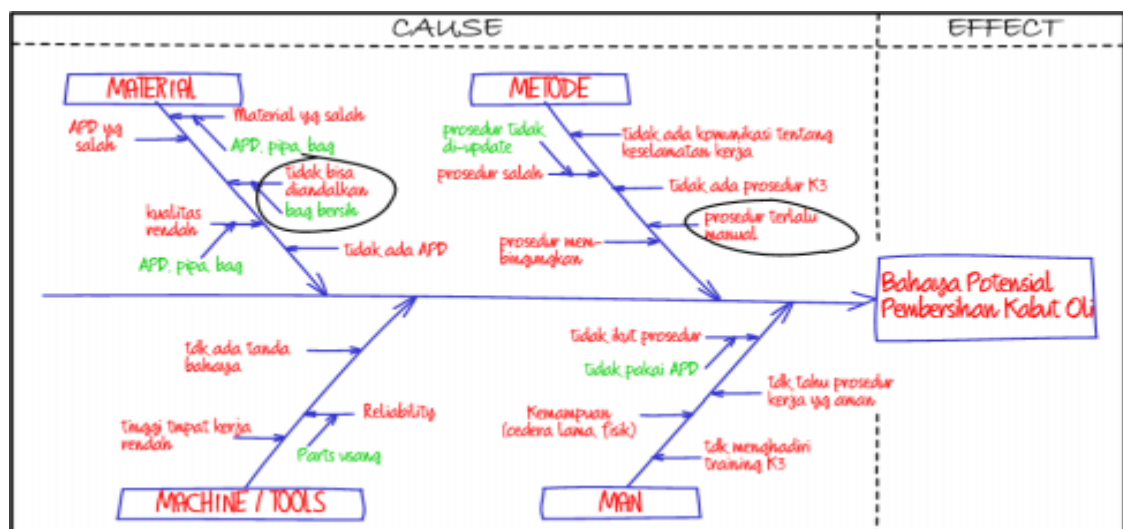
9. Fishbone Diagram

Diagram *Fishbone* sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Mengapa diagram ini dinamai diagram *fishbone*? Penyebutan diagram ini sebagai diagram *fishbone* karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.

Diagram *fishbone* merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Menurut Scarvada (2004), konsep dasar dari

diagram *fishbone* adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. 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* Scarvada, (2004).

Diagram *fishbone* ini umumnya digunakan pada tahap mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut. Selain digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan penyebabnya, diagram *fishbone* ini juga dapat digunakan pada proses perubahan.



Gambar 2.4 Contoh Diagram Sebab – Akibat

Sumber: Eris ksnadi

10. Stabilitas Proses

Stabilitas proses dalam analisis *Six Sigma* digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi yang ada berada dalam stabilitas (*stability*) untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Berikut beberapa rumus yang digunakan (Gaspersz, 2002) :

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

$$BPB = T - 1,5 S_{\max}$$

Nilai S diperoleh dengan formulasi :

1. Untuk 2 batas spesifikasi :

$$S_{\max} = \left[\frac{C_{pk}}{2 \times \text{Nilai Sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

2. Untuk 1 batas spesifikasi :

$$S_{\max} = \left[\frac{C_{pk}}{2 \times \text{Nilai Sigma}} \right] \times (USL - \bar{X})$$

Keterangan :

S_{max} = Nilai batas toleransi maksimum

USL = Batas Spesifikasi Atas

LSL = Batas Spesifikasi Bawah

11. Uji Hipotesis Stabilitas Proses

Untuk mengetahui variasi proses sudah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum dapat dilakukan dengan uji hipotesis berikut ini ;

$$H_0 : \sigma^2 \geq (s_{\max})^2$$

$$H_1 : \sigma^2 < (s_{\max})^2$$

Dengan kriterium pengujian sebagai berikut :

Jika $[(n - 1) S^2 / (S_{\max})^2] \geq \chi^2 (\alpha; n-1)$, maka H_0 diterima; sedangkan jika

$[(n - 1) S^2 / (S_{\max})^2] < c^2 (\alpha; n-1)$, maka H_0 ditolak.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan PT. Asia Forestama Raya di Pekanbaru, Riau. Penelitian ini berfokus pada produksi kayu lapis yang cacat.

3.2 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Identifikasi masalah sangat penting untuk dilakukan dalam rangka menentukan langkah-langkah yang akan diambil dalam pemecahan masalah. Identifikasi masalah yang dilakukan di PT. Asia Forestama Raya menunjukkan bahwa terdapat permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu masih banyaknya produk kayu lapis yang cacat. Oleh karena itu perusahaan mengambil langkah-langkah untuk mengendalikan cacat produksi dengan mengidentifikasi bagian proses produksi yang memiliki cacat yang paling besar yang membutuhkan pengontrolan dan perbaikan lebih lanjut.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Jenis-jenis Data

3.3.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli. Data-data primer dalam penelitian ini meliputi :

- a) Wawancara yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab secara langsung kepada obyek penelitian.
- b) Observasi yaitu pengumpulan data dengan pengamatan langsung terhadap sejumlah acuan yang berkenaan dengan masalah *quality* produk.

3.3.1.2 Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari dokumen perusahaan mengenai data-data produksi. Data ini berfungsi sebagai penunjang data-data primer yang akan diambil dalam penelitian ini. Data ini bisa diperoleh dari keterangan nara sumber ataupun dari buku atau literatur.

Data yang diambil yaitu :

- 1. Data produksi bulan agustus 2016
- 2. Data atribut berupa data produk cacat dari setiap proses dan jenis cacat pada kayu lapis
- 3. Data proses Produksi
- 4. Data umum perusahaan

3.4 Pengolahan Data

Setelah melakukan dan mendapatkan data langkah selanjutnya yaitu pengolahan data. Pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

3.4.1 *Define*

Pada tahap ini merupakan tahap dimana mengetahui proses produksi dengan menggunakan diagram SIPOC. Kemudian dilakukannya proses identifikasi penyimpangan kualitas produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. kemudian agar mudah dalam membaca dan menjelaskan data dengan cepat, maka data tersebut perlu disajikan dalam bentuk grafis balok yang memperlihatkan distribusi nilai yang diperoleh dalam bentuk angka yaitu dengan menggunakan diagram histogram.

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

3.4.5 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.

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 digunakan 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.

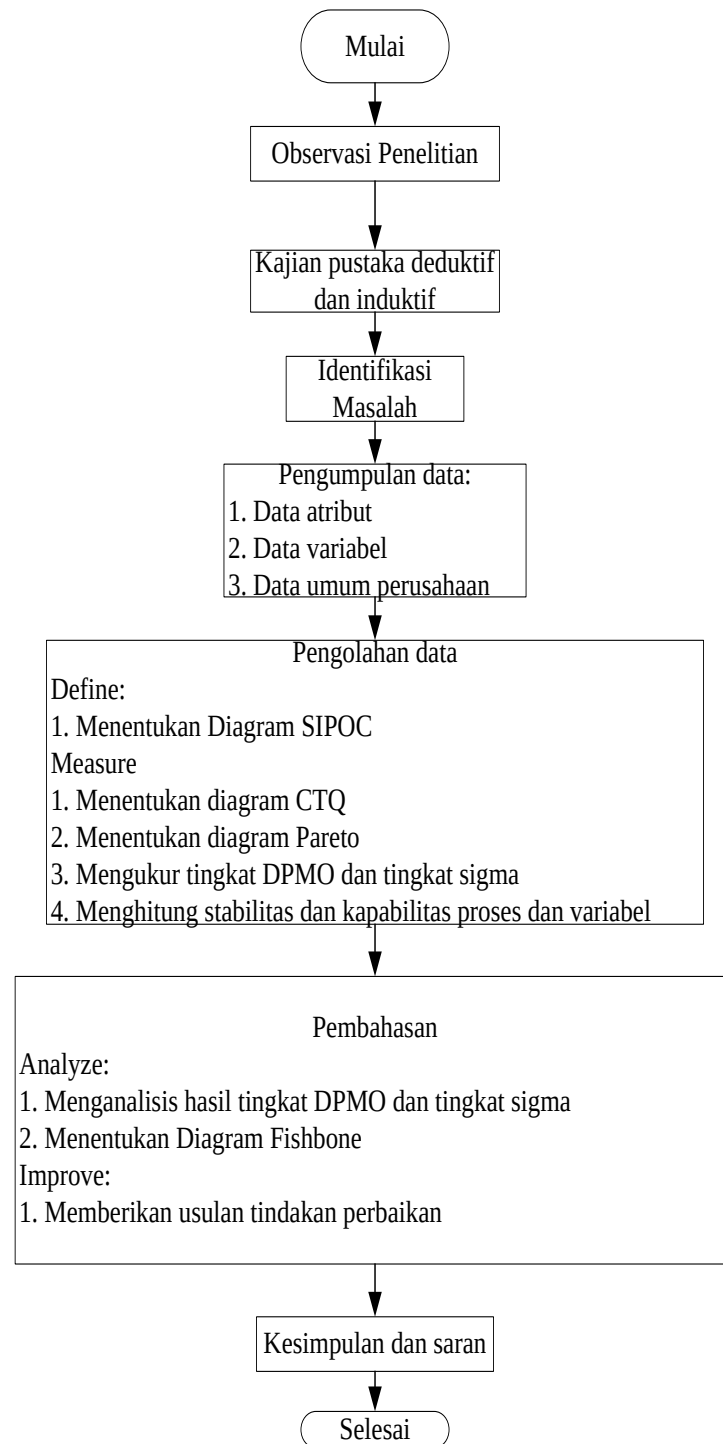
3.5 Analisis hasil

Tahap ini berisi tentang penjelasan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya meliputi analisa tingkat DPMO dan tingkat sigma. Analisa kapabilitas proses dan analisa diagram *fishbone*. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran lengkap mengenai penelitian yang telah dilakukan. Serta untuk mengembangkan dan memperbaiki tingkat proses dan menghilangkan atau mengurangi penyebab kecacatan pada produk.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan, dan analisi data pada bab-bab sebelumnya dengan memperhatikan penggunaan teori yang ada dan penerapannya pada perusahaan. Kesimpulan dapat memberikan gambaran umum mengenai pengendalian kualitas dari produk yang dihasilkan. Peneliti juga memberikan saran-saran secara obyektif kepada pihak perusahaan dalam masalah pengendalian kualitas.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 **Diagram Alir Penelitian**

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

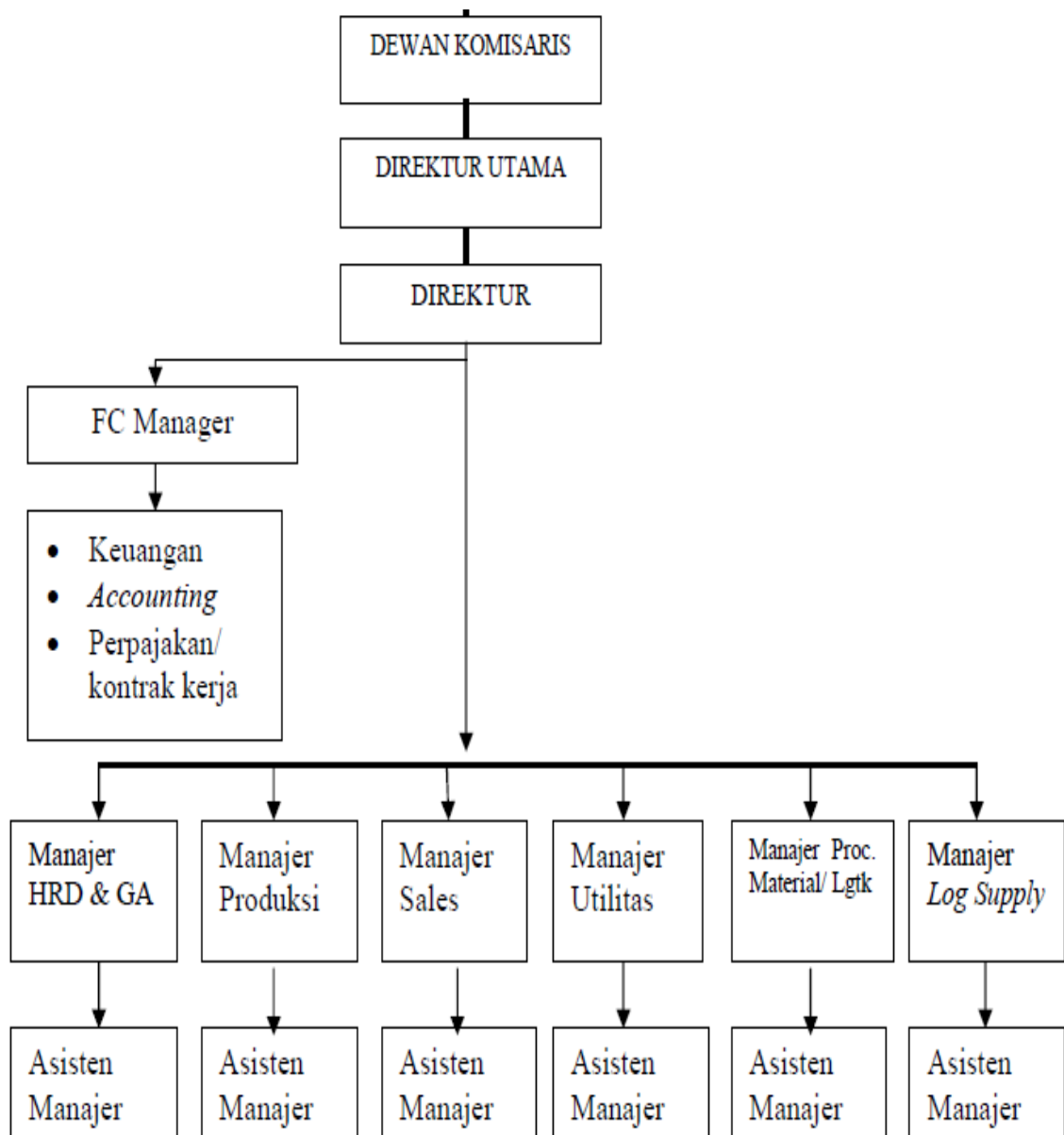
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Asia Forestama Raya Pada awalnya Pabrik Kayu Lapis bernama PT. Raja Garuda Mas Panel berdiri pada tahun 1974 di Besitang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, dan seterusnya berekspansi dengan membeli Pabrik Kayu Lapis di Kota Pinang, Kab. Labuhan Batu, Sumatera Utara di tahun 1989 dan seterusnya melakukan Ekspansi dengan *take over* Pabrik Kayu Lapis dari Surya Dumai Group yang bernama PT. Rantau Wijaya Sakti (PT. RWS) pada tahun 1992. Dengan akte notaries No: 100 Tgl 09 Agustus 2008, Notaris Linda Herawati,SH. Jakarta.

4.1.2 Letak Perusahaan

PT. Asia Forestama Raya Pekanbaru berdiri di lahan seluas ± 20 Ha.,berada di Kelurahan Limbungan, Kecamatan Rumbai Pesisir, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Lokasi kantor dan pabrik PT. Asia Forestama Raya sangat strategis karena terletak di pinggir sungai siak, sehingga dapat dijangkau melalui jalur darat dan air, baik untuk pengangkutan bahan baku, maupun untuk pengiriman barang ekspor/ lokal antar pulau serta *supply* bahan material pendukung lainnya. (Sumber: Arsip PT. Asia Forestama Raya Pekanbaru).

4.1.3 Struktur organisasi perusahaan



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

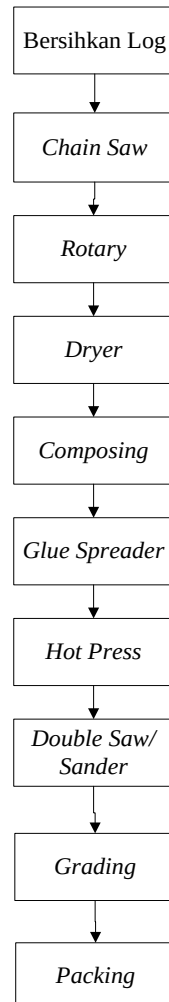
4.1.3.1 Tugas dan wewenang

a. Dewan komisaris

Memegang tanggung jawab melakukan pengawasan atas jalannya usaha PT dan memberikan nasihat kepada direktur.

- b. Direktur utama
Memegang tanggung jawab tertinggi pada perusahaan.
- c. Manager financial
Bertugas merencanakan dan meramalkan beberapa aspek dalam perusahaan termasuk perencanaan umum keuangan perusahaan
- d. Manager HRD
Bertanggung jawab mengelola dan mengembangkan sumber daya manusia. Dalam hal ini termasuk perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan sumber daya manusia dan pengembangan kualitas sumber daya manusia.
- e. Manager produksi
Mengawasi proses produksi agar kualitas, kuantitas dan waktunya sesuai dengan perencanaan yang sudah dibuat
- f. Manager sales
Bertanggung jawab atas seluruh kinerja, kebijakan dan prosedur-prosedur manajemen pemasaran, penjualan dan promosi hubungannya dengan sistem dan mekanisme perusahaan dan sumber daya manusia pada umumnya.
- g. Manager utility
Mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap jalannya sistem kerja di departemen *engineering*.
- h. Manager logistik
mengurus sistem untuk mengawasi proses arus dari logistik dari mulai penyimpanan, pengantaran yang strategis untuk material, bahan-bahan atau suku cadang, dan juga barang jadi atau produk akhir agar dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh organisasi yang terkait seperti perusahaan.

4.1.4 Proses produksi



Gambar 4.2 **Flowchart** Alur Produksi PT. Asia Forestama Raya

Proses Produksi di PT. Asia Forestama Raya secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

1 *Log* (bahan baku)

Bahan baku (*Log*) menjadi faktor yang sangat penting sebagai modal kerja dan merealisasikan suatu rencana (*Plan* Produksi, penyelesaian *Order* dan Kualitas Produksi) sesuai dengan standart yang di inginkan *Buyer*/pembeli.

2 *Chain Saw*

Chain Saw adalah pemotongan *log* menjadi *sawn log* harus melihat kondisi *log* itu sendiri dan disesuaikan dengan standart potongan. Grade *log* terdiri dari *face*, *core*, dan *saw mill*.

3 *Rotary*

Bagian *rotary* bertugas merubah *sawn log* menjadi *veneer* dengan cara di kupas / bubut melalui mesin *rotary*.

4 *Dryer*

Mesin *dryer* berfungsi untuk mengeringkan *veneer* hasil kupasan dari *rotary* di antaranya *Core*, *Long Core Face* dan *back*.

5 *Compuosing*

Compuosing merupakan tempat penyambungan *core* dan *veneer* yang dihasilkan dari *dryer*.

6 *Glue spreader*

Glue spreader adalah peleburan *glue* / pengeleman, dari hasil bagian *core builder* dan *setting*.

7 *Hot press*

Pengepressan dibagi menjadi 2 yaitu *hot press* dan *cold press*. *Hot press* panel 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.

8 *Double Saw & Sander*

Mesin *double saw* digunakan untuk membuat panjang, lebar dan diagonal kayu lapis. Setelah itu masuk ke mesin *sander* untuk meratakan, menghaluskan, melicinkan *ply wood* sesuai dengan standart perusahaan.

9 *Grading*

Bagian ini bertugas mengklasifikasikan grade sesuai dengan permintaan buyer

10 packing

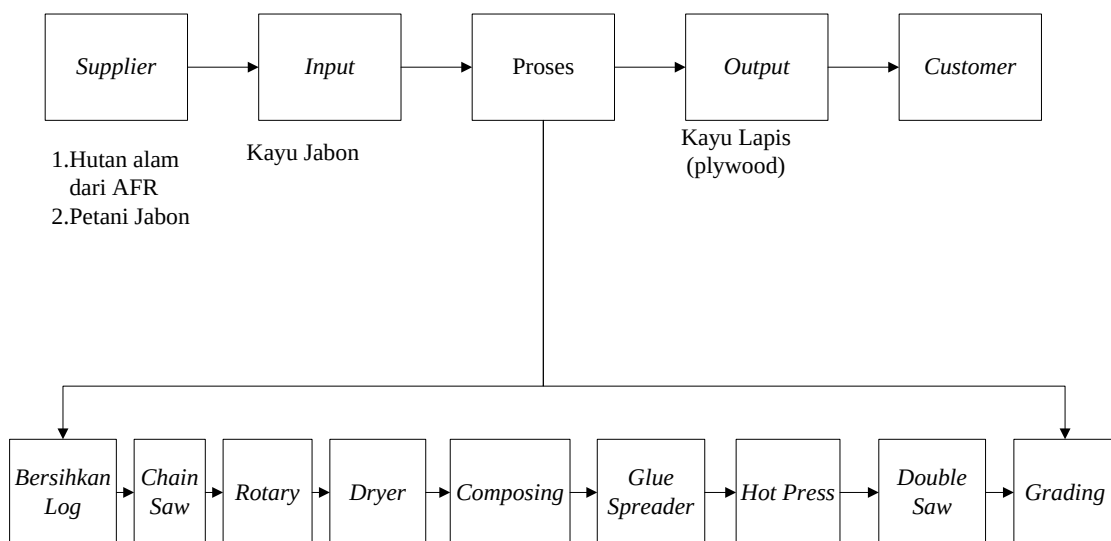
Pengemasan produk jadi yang siap export, sekaligus memberi identifikasi produk yaitu : tipe glue, panjang, lebar, thicknes dan kota / negara tujuan.

4.2 Pengolahan data

Untuk mengetahui faktor penyebab ketidaksesuaian pada produk kayu lapis yang berpengaruh terhadap output maka digunakan tahapan DMAI (*Define – Measure – Analyze – Improve*)

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 4.3 Diagram SIPOC

4.2.2 Tahap *Measure*

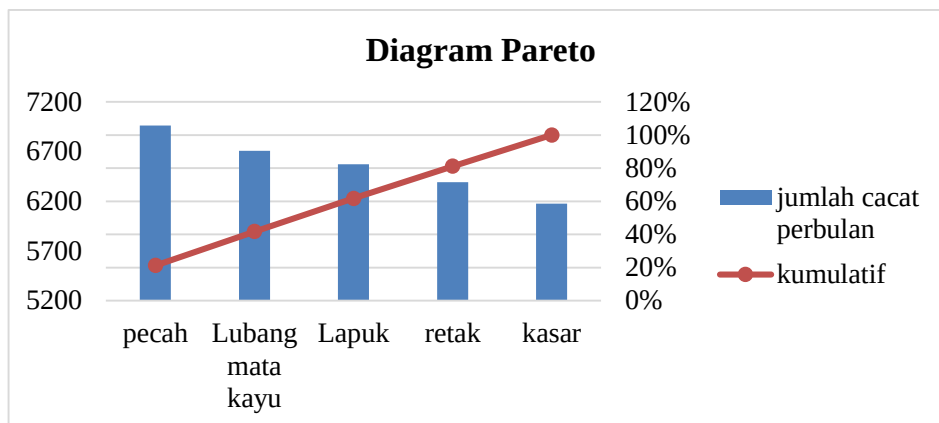
4.2.2.1 Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Untuk mengetahui apakah produk kayu lapis cacat atau tidak maka digunakan langkah penentuan CTQ, yaitu mengelompokkan karakteristik kualitas dimana karakteristik ini merupakan karakteristik jenis cacat yang mempengaruhi hasil *ouput* suatu produk.

Data atribut dapat dihitung setelah diidentifikasi kriteria kualitas yang memiliki potensi untuk menimbulkan kegagalan atau cacat. Karakteristik yang terdapat pada penelitian ini diperoleh dari data perusahaan saat melakukan penelitian. Adapun data penelitian yang diambil yaitu pada bulan Agustus 2016.

Tabel 4.1 Persentase Kecacatan Produk kayu lapis

No	jenis cacat	jumlah cacat perbulan	presentase	kumulatif
1	Pecah	6963	21,22%	21%
2	Mata kayu	6708	20,44%	42%
3	Lapuk	6574	20,03%	62%
4	Retak	6392	19,48%	81%
5	Kasar	6176	18,82%	100%
jumlah		32813	100%	



Gambar 4.4 Diagram Pareto Jenis Cacat Produk Kayu Lapis

4.2.2.2 Perhitungan data atribut

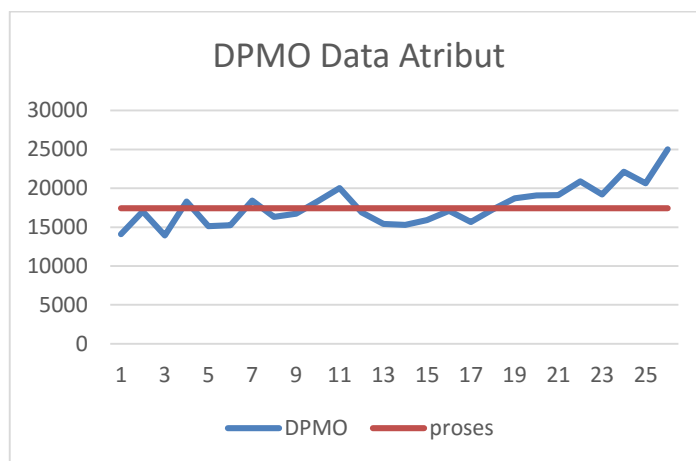
Pengolahan data dalam perhitungan DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut pada tabel 4.2

Tabel 4.2 pengolahan data atribut perhitungan DPMO dan tingkat sigma

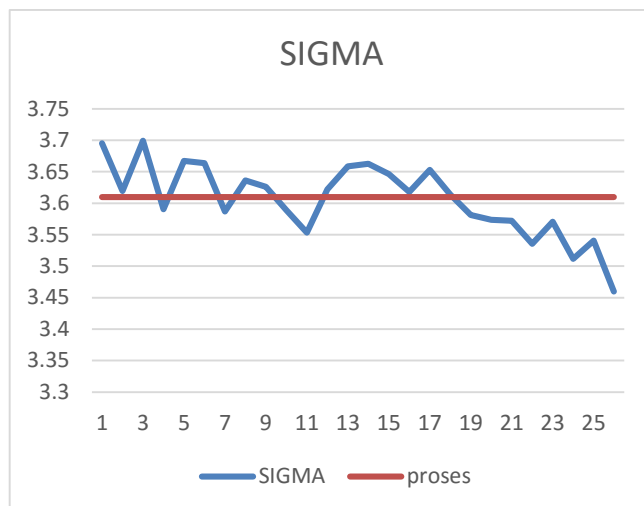
NO	jumlah produk	jumlah cacat	banyaknya CTQ	proporsi(c/n)	DPMO	SIGMA
1	18224	1283	5	0,070401668	14080,33363	3,695040855
2	15033	1279	5	0,085079492	17015,89836	3,619694742
3	17856	1244	5	0,069668459	13933,69176	3,699148238
4	13897	1271	5	0,091458588	18291,71764	3,590382705
5	16452	1243	5	0,075553124	15110,62485	3,667178453
6	15790	1204	5	0,076250792	15250,15833	3,663531591
7	13764	1269	5	0,092197036	18439,40715	3,587103118
8	16148	1318	5	0,081620015	16324,00297	3,636385488
9	15074	1262	5	0,083720313	16744,06262	3,626181796
10	13577	1246	5	0,091772851	18354,57023	3,588984256
11	12885	1289	5	0,100038805	20007,76096	3,553588647
12	15069	1274	5	0,084544429	16908,88579	3,622237826
13	16589	1280	5	0,077159564	15431,91271	3,658823979
14	17071	1305	5	0,076445434	15289,08676	3,662519269
15	15345	1222	5	0,07963506	15927,01206	3,646237638
16	14234	1217	5	0,085499508	17099,90164	3,617708019
17	15985	1252	5	0,078323428	15664,68564	3,652863965
18	15277	1318	5	0,086273483	17254,6966	3,61406878

NO	jumlah produk	jumlah cacat	banyaknya CTQ	proporsi(c/n)	DPMO	SIGMA
19	13078	1223	5	0,093515828	18703,16562	3,581301355
20	12904	1230	5	0,095319281	19063,85617	3,57347912
21	13057	1249	5	0,095657502	19131,50034	3,57202617
22	12008	1254	5	0,10443038	20886,07595	3,535782983
23	12594	1209	5	0,095998094	19199,61887	3,570567438
24	11542	1277	5	0,110639404	22127,88078	3,511660268
25	12432	1283	5	0,103201416	20640,28314	3,540700896
26	10491	1312	5	0,125059575	25011,91497	3,459760159
proses	376376	32813	5	0,087181436	17436,28712	3,609834958

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



Gambar 4.5 Grafik pola DPMO data atribut



Gambar 4.6 Grafik pola SIGMA data atribut

Gambar 4.5 dan 4.6 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?		376.376
3	Berapa banyak produk yang cacat atau gagal?		32.813
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	Langkah 3/ langkah 2	0,087181436
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat	Banyaknya CTQ	5

No	Tindakan	Persamaan	Hasil
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	Langkah 4/ langkah 5	0,017436287
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta DPMO	Langkah 6 x 1000000	17436,287
8	Nilai Sigma	(langkah 7) kedalam nilai sigma microsoft Excel: $\text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO})/1000000) + 1,5$	3,609834958

4.2.2.3 Pembuatan Peta Kendali p

peta kendali p dibuat berdasarkan data cacat produksinya pada bulan Agustus 2016 yang dipaparkan pada Tabel 4.4 .

Tabel 4.4 Data peta kendali p

NO	Jumlah produksi	jumlah cacat	proporsi	UCL	CL	LCL
1	18224	1283	0,070401668	0,092328969	0,086095358	0,079861747
2	15033	1279	0,085079492	0,092958749	0,086095358	0,079231967
3	17856	1244	0,069668459	0,092392877	0,086095358	0,079797839
4	13897	1271	0,091458588	0,09323376	0,086095358	0,078956955
5	16452	1243	0,075553124	0,092656089	0,086095358	0,079534627
6	15790	1204	0,076250792	0,092792207	0,086095358	0,079398509
7	13764	1269	0,092197036	0,093268166	0,086095358	0,078922549
8	16148	1318	0,081620015	0,092717556	0,086095358	0,079473159
9	15074	1262	0,083720313	0,092949408	0,086095358	0,079241307
10	13577	1246	0,091772851	0,093317394	0,086095358	0,078873322
11	12885	1289	0,100038805	0,093508791	0,086095358	0,078681925
12	15069	1274	0,084544429	0,092950545	0,086095358	0,07924017
13	16589	1280	0,077159564	0,092628942	0,086095358	0,079561774
14	17071	1305	0,076445434	0,092536043	0,086095358	0,079654672
15	15345	1222	0,07963506	0,092888616	0,086095358	0,0793021

NO	Jumlah produksi	jumlah cacat	proporsi	UCL	CL	LCL
16	14234	1217	0,085499508	0,093148751	0,086095358	0,079041965
17	15985	1252	0,078323428	0,092751234	0,086095358	0,079439482
18	15277	1318	0,086273483	0,092903718	0,086095358	0,079286998
19	13078	1223	0,093515828	0,093453885	0,086095358	0,078736831
20	12904	1230	0,095319281	0,093503331	0,086095358	0,078687385
21	13057	1249	0,095657502	0,0934598	0,086095358	0,078730916
22	12008	1254	0,10443038	0,093774739	0,086095358	0,078415977
23	12594	1209	0,095998094	0,09359395	0,086095358	0,078596766
24	11542	1277	0,110639404	0,09392823	0,086095358	0,078262486
25	12432	1283	0,103201416	0,093642648	0,086095358	0,078548067
26	10491	1312	0,125059575	0,09431122	0,086095358	0,077879496
jumlah	376376	32813	0,087181436			

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:

$$\begin{aligned} \text{Proporsi} &= \frac{\text{Jumlah cacat ke-}i}{\text{jumlah produk inspeksi ke-}i} \\ &= \frac{1283}{18224} = 0,0704016 \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} \bar{p} &= \frac{\Sigma \text{total cacat}}{\Sigma \text{total produk inspeksi}} \\ &= \frac{32813}{376376} = 0,087181436 \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} \text{CL} &= \bar{p} \\ &= 0,087181436 \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,087181436 + 3 \sqrt{\frac{0,087181436 \times (1-0,087181436)}{18224}} \\ &= 0,087181436 + 0,0062669 \\ &= 0,093448336 \end{aligned} \quad (4.4)$$

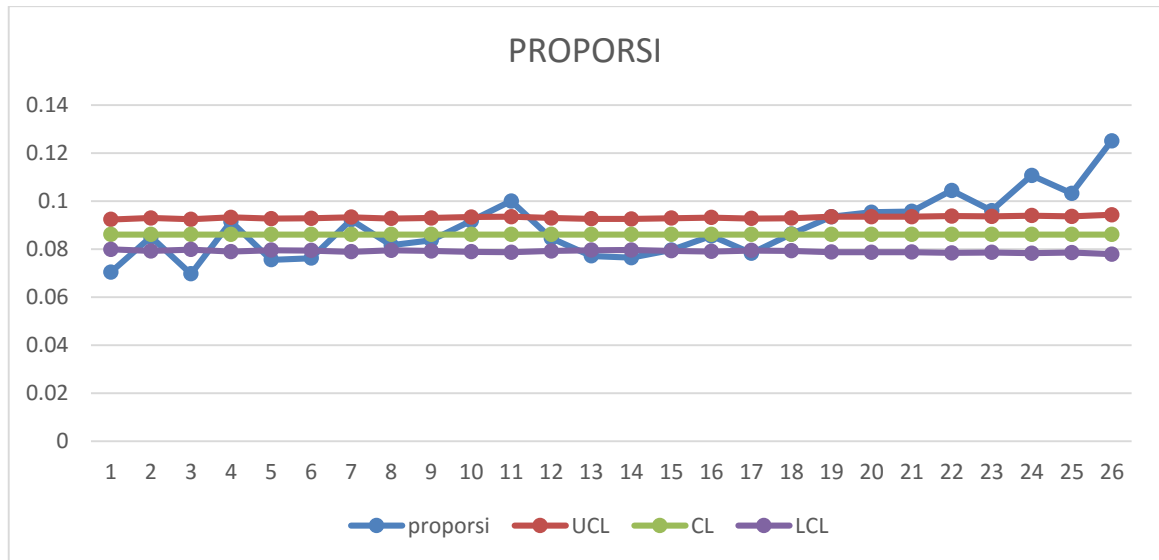
$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,087181436 - 3 \sqrt{\frac{0,087181436 \times (1-0,087181436)}{18224}} \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$= 0,087181436 - 0,0062669$$

$$= 0,080914536$$

Keterangan :

$\bar{p}$ = rata – rata proporsi cacat n= rata-rata banyaknya jumlah produk yang diamati. Peta kendali p dari data atribut dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 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 7 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	243,5	244	244,1	243,9	244	1219,5	243,900	0,6	0,258
2	244	244,2	243,8	243,5	244	1219,5	243,900	0,7	0,301
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
26	243,5	244,1	244,2	244	243,8	1219,6	243,920	0,7	0,301
jumlah							6344,020	20,2	8,684
rata - rata							244,001	0,776	0,334

Perhitungan untuk proses keseluruhan :

$$\text{Rata - rata (mean)} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{6344,020}{26} = 244,001 \text{ cm} \quad (4.6)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{20,2}{26} = 0,776 \text{ cm} \quad (4.7)$$

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

$$\text{Standar deviasi proses} = S = \bar{R}/d_2 = 0,776 / 2,326 = 0,334 \quad (4.9)$$

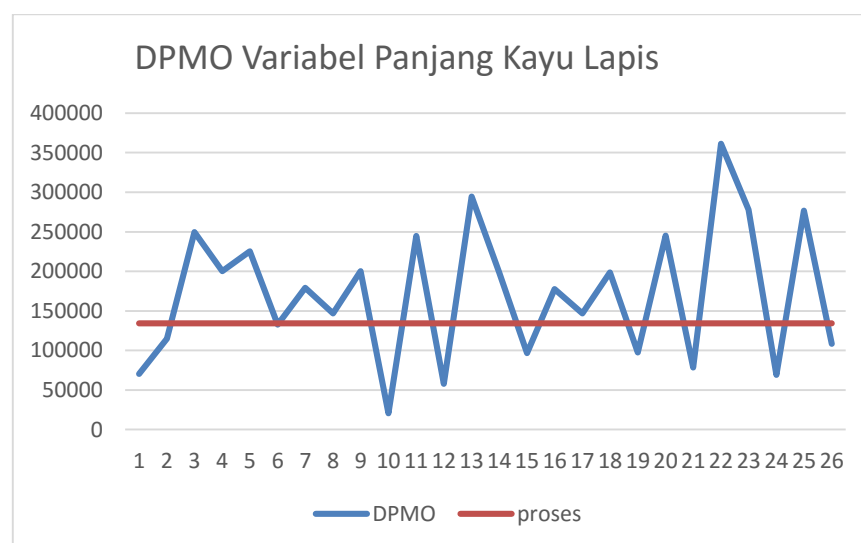
b. Menentukan DPMO dan Tingkat SIGMA

Tabel 4.6 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel panjang kayu lapis

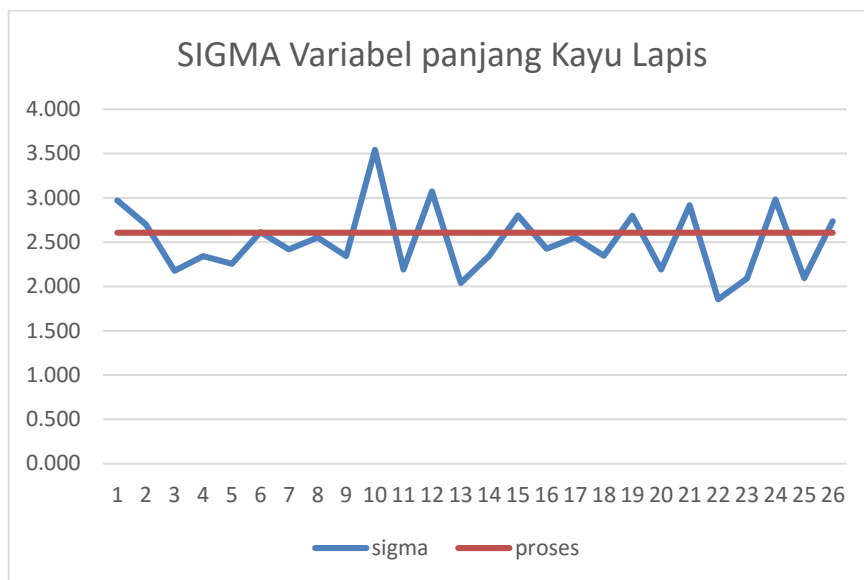
No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
1	243,900	0,6	0,258	70500,06867	2,972
2	243,900	0,7	0,301	114992,0653	2,700
3	243,940	1	0,430	249412,4382	2,176
4	243,820	0,8	0,344	200097,1732	2,341
5	244,140	0,9	0,387	225141,2506	2,255
6	244,140	0,7	0,301	132529,1654	2,615
7	243,860	0,8	0,344	179005,1946	2,419
8	244,020	0,8	0,344	146697,1433	2,551
9	243,820	0,8	0,344	200097,1732	2,341
10	243,980	0,5	0,215	20556,55559	3,542

No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
11	244,000	1	0,430	244829,5024	2,191
12	243,840	0,5	0,215	57930,46802	3,072
13	243,800	1	0,430	294392,382	2,041
14	244,040	0,9	0,387	198667,9338	2,346
15	244,220	0,5	0,215	96767,38612	2,800
16	244,260	0,6	0,258	177690,1842	2,424
17	244,020	0,8	0,344	146697,1433	2,551
18	243,960	0,9	0,387	198667,9338	2,346
19	244,020	0,7	0,301	97363,67056	2,797
20	244,020	1	0,430	245339,9293	2,189
21	243,880	0,6	0,258	78476,28675	2,915
22	244,180	1,2	0,516	361281,7842	1,855
23	244,320	0,7	0,301	278099,4186	2,088
24	244,180	0,5	0,215	69070,89297	2,983
25	243,840	1	0,430	276890,9479	2,092
26	243,920	0,7	0,301	108391,2871	2,735
proses	244,001	0,77692	0,334	134412,3258	2,606

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



Gambar 4.8 DPMO variabel panjang kayu lapis



Gambar 4.9 SIGMA variabel panjang kayu lapis

Dapat dilihat gambar diatas Gambar 4.8 DPMO variabel panjang kayu lapis dan 4.9 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 = 134.412,3258 dan kapabilitas sebesar sigma = 2,606.

Perhitungan DPMO dan kapabilitas sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti table 4.7 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	$\bar{X}$	244,001
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,334
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 *$	67.505,813
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq \{LSL - \bar{X}\} / S\} \times 1.000.000 **$	66.906,512
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan yang dihasilkan dari proses diatas	= (langkah 7) + (langkah 8)	134.412,3258
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,606
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,606 sigma (rata-rata industri di indonesia)
12	Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}\}}$	0,498975574

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan

Langkah 7

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

$$\begin{aligned}
 &= P \{ z \geq (USL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.10) \\
 &= P \{ z \geq (244,5 - 244,001) / 0,334 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \geq (1,495) \} \times 1.000.000 \\
 &= \{ 1 - P (z \leq 1,495) \} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,932494187) \times 1.000.000 = 67.505,813 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 8

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

$$\begin{aligned}
 &= p \{ z \leq (LSL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.11) \\
 &= P \{ z \leq (243,5 - 244,001) / 0,334 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \leq -1,499 \} \times 1.000.000 \\
 &= (0,066906512) \times 1.000.000 \\
 &= 66.906,512 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 9

Langkah 7 + langkah 8 $67.505,813 + 66.906,512 = 134412,3258$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}} & (4.12) \\
 &= \frac{(244,5-243,5)}{6\sqrt{(244,001-244)^2 + 0,334^2}} \\
 &= \frac{1}{6\sqrt{(0,000089)+(0,111556)}} = 0,498975574
 \end{aligned}$$

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)									
N	jumlah								
O	x1	x2	x3	x4	x5	h	x-bar	R	S=R/d2
1	121,9	121,5	122	122,4	122	609,8	121,96	0,9	0,387

n=5, X dalam (cm)									
N	jumla								
O	x1	x2	x3	x4	x5	h	x-bar	R	S=R/d2
		122,	122,	121,	121,				
2	122	4	1	6	9	610	122	0,8	0,344
	122,	122,	121,	121,	121,				
3	4	6	5	6	4	609,5	121,9	1,2	0,516
			122,	122,	121,				
4	122	122	2	4	9	610,5	122,1	0,5	0,215
	121,	121,	121,	122,					
5	5	7	9	5	122	609,6	121,92	1	0,430
	121,	121,		121,	121,				
6	4	9	122	9	9	609,1	121,82	0,6	0,258
		122,	122,	122,	122,				
7	122	1	4	4	6	611,5	122,3	0,6	0,258
			122,	122,	121,				
8	122	122	3	1	5	609,9	121,98	0,8	0,344
	122,	122,		121,	121,				
9	5	4	122	6	9	610,4	122,08	0,9	0,387
	122,	122,	121,	121,	121,				
10	4	1	9	5	4	609,3	121,86	1	0,430
	121,	121,		122,					
11	6	9	122	4	122	609,9	121,98	0,8	0,344
	122,	122,			122,				
12	1	4	122	122	5	611	122,2	0,5	0,215
	121,		121,	122,					
13	5	122	9	1	122	609,5	121,9	0,6	0,258
		122,	122,	122,	122,				
14	122	3	5	3	1	611,2	122,24	0,5	0,215
	121,	121,	121,		122,				
15	4	5	9	122	4	609,2	121,84	1	0,430
			121,	121,	122,				
16	122	122	8	9	3	610	122	0,5	0,215

n=5, X dalam (cm)									
N	jumlah								
O	x1	x2	x3	x4	x5	h	x-bar	R	S=R/d2
17	122,5	121,5	122,3	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	122,1	122,1	122,1	122,5	121,9	610,5	122,1	0,6	0,258
20	122,3	122,4	122,5	122,5	121,5	610,7	122,14	1	0,430
21	121,5	122,1	122,4	122,3	122,3	610,2	122,04	0,9	0,387
22	121,7	122,1	122,1	122,5	122,1	610,3	122,06	0,8	0,344
23	121,9	121,5	121,8	122,4	122,1	609,6	121,92	0,9	0,387
24	122,1	122,5	122,5	122,5	122,1	610	122	1	0,430
25	121,7	122,5	122,3	122,5	122,1	611	122,2	0,8	0,344
26	121,7	122,5	122,3	122,5	122,1	611	122,2	0,8	0,344
								8,8564058	
jumlah							3050,36	20,6	5
							122,014	0,82	0,3542562
Rata - rata							4	4	3

Perhitungan proses secara keseluruhan :

$$\text{Rata - rata (mean)} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{3050,36}{26} = 122,0144 \text{ cm} \quad (4.13)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{20,6}{26} = 0,824 \text{ cm} \quad (4.14)$$

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

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

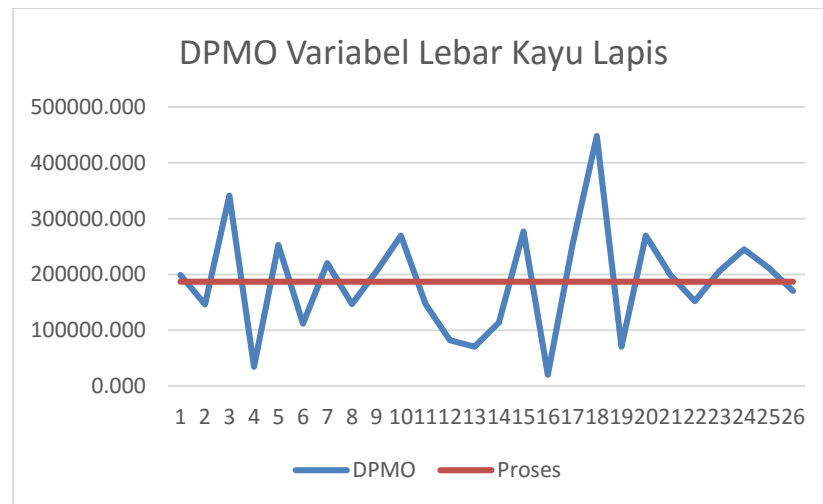
b. Menentukan DPMO dan tingkat SIGMA.

Tabel 4.9 perhitungan DPMO dan Tingkat SIGMA variabel lebar kayu lapis

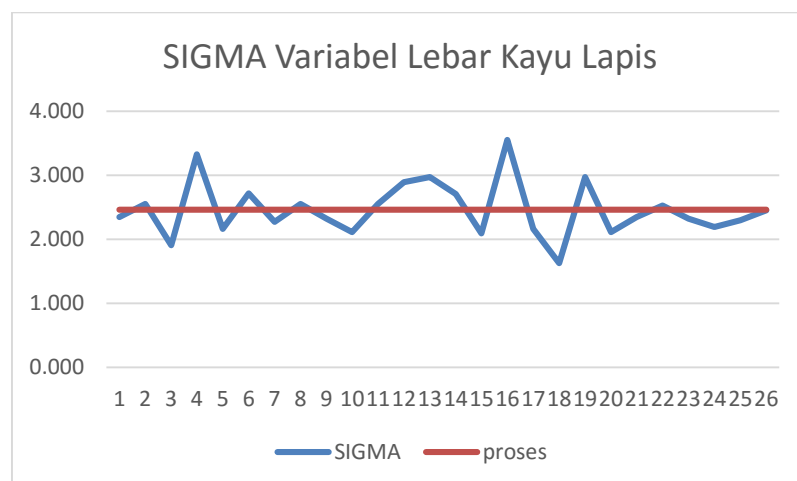
NO	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
1	121,96	0,9	0,387	198667,934	2,346
2	122	0,8	0,344	146015,630	2,554
3	121,9	1,2	0,516	341486,110	1,908
4	122,1	0,5	0,215	34011,863	3,325
5	121,92	1	0,430	252960,016	2,165
6	121,82	0,6	0,258	111581,935	2,718
7	122,3	0,6	0,258	220034,615	2,272
8	121,98	0,8	0,344	146697,143	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
26	122,2	0,8	0,344	170333,895	2,453

NO	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	SIGMA
proses	122,018	0,824	0,354	15.8223,775	2,502

Berdasarkan nilai DPMO dan nilai SIGMA dalam Tabel 4.9 apabila digambarkan kedalam suatu grafik maka akan dilihat seperti Gambar 4.10 dan 4.11 dibawah ini :



Gambar 4.10 Grafik DPMO variabel lebar kayu lapis



Gambar 4.11 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 = 15.8223,775 dan kapabilitas sebesar sigma = 2,502 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	$\bar{X}$	122,018
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	0,354
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000$ *	86.785,49674
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000$ **	71.438,27809
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan yang dihasilkan dari proses diatas	= (langkah 7) + (langkah 8)	15.8223,7748
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,502
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,502 sigma

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan (industri indonesia)
12	Hitung kapabilitas proses kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}}$	0,470357184

Perhitungan untuk proses seluruhnya :

Langkah 7

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

$$\begin{aligned}
 &= P \{ z \geq (USL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.17) \\
 &= P \{ z \geq (122,5 - 122,018) / 0,354 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \geq (1,360) \} \times 1.000.000 \\
 &= \{1 - P(z \leq 1,360)\} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,913214503) \times 1.000.000 = 86.785,49674 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 8

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

$$\begin{aligned}
 &= p \{ z \leq (LSL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.18) \\
 &= P \{ z \leq (121,5 - 122,018) / 0,354 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \leq -1,465 \} \times 1.000.000 \\
 &= (0,071438278) \times 1.000.000 \\
 &= 71.438,27809 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 9

$$\text{Langkah 7} + \text{langkah 8} = 86.785,49674 + 71.438,27809 = 158223,7748$$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}} & (4.19) \\
 &= \frac{(122,5-121,5)}{6\sqrt{(122,018-122)^2 + 0,354^2}} \\
 &= \frac{1}{6\sqrt{(0,000192)+(0,125316)}} = 0,470357184
 \end{aligned}$$

3. Pengolahan Data Variabel Tebal Kayu Lapis

a. Pengukuran Teabl Kayu Lapis

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

Tabel 4.11 pengolahan data variabel tebal kayu lapis

NO	n = 5, X dalam (mm)					jumlah	x-bar	R	S=R/d2
	x1	x2	x3	x4	x5				
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
26	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 :

$$\text{Rata – rata (mean)} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{324,74}{26} = 12,99 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots(4.20)$$

$$\text{Range Proese} = \bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{18,5}{26} = 0,74 \text{ cm}$$

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

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

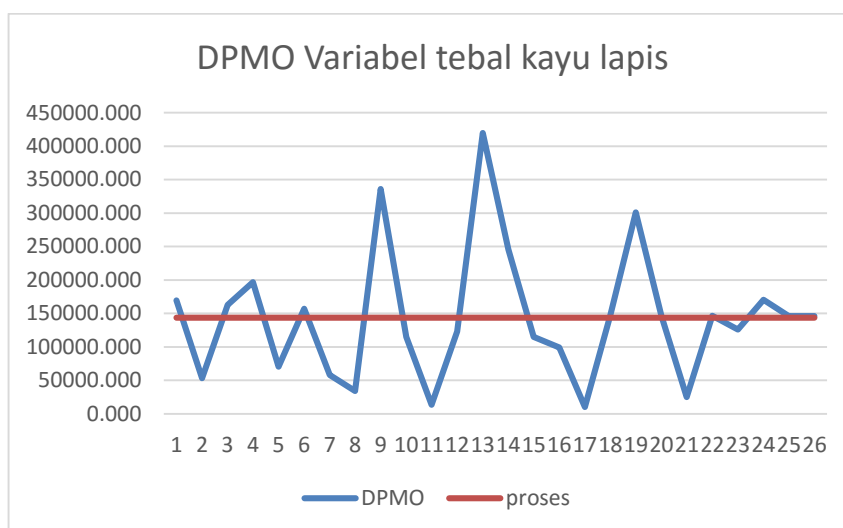
b. Menentukan DPMO dan Tingkat SIGMA

Tabel 4.12 perhitungan DPMO dan SIGMA variabel tebal kayu lapis

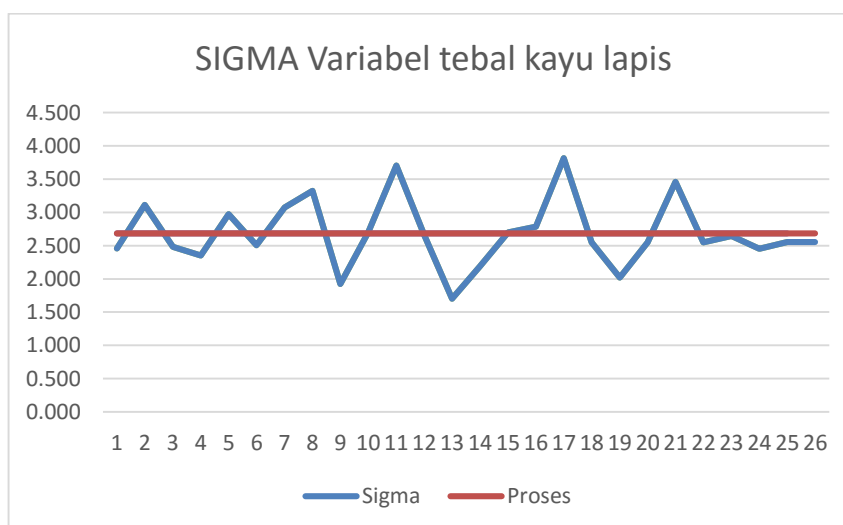
No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
1	12,80	0,7	0,301	169426,204	2,456
2	12,98	0,6	0,258	53293,173	3,114
3	13,10	0,8	0,344	162950,722	2,482
4	12,98	0,9	0,387	196877,663	2,353
5	12,90	0,6	0,258	70500,069	2,972
6	13,08	0,8	0,344	156878,819	2,507
7	12,84	0,5	0,215	57930,468	3,072
8	12,90	0,5	0,215	34011,863	3,325
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

No	X-bar	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
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
26	13,00	0,8	0,344	146015,630	2,554
proses	12,990	0,742	0,319	11.7356,322	2,688

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



Gambar 4.12 Grafik DPMO variabel tebal kayu lapis



Grafik 4.13 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 menurun, 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 = 11.7356,322 dan kapabilitas sigma = 2,688 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	0,319
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 *$	55.013,647 unit
8	Hitung nilai kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 **$	62.342,6746 7 unit
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan	= (langkah 7) + (langkah 8)	11.7356,322 4
10	Koversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	2,688
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	Kapabilitas proses adalah 2,688

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
			sigma (rata-rata industri di indonesia
12	Hitung kapabilitas proses diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}}$	0,52198905 2

Perhitungan untuk proses seluruhnya :

Langkah 7

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

$$\begin{aligned}
 &= P \{ z \geq (USL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.24) \\
 &= P \{ z \geq (13,5 - 12,990) / 0,319 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \geq (1,598) \} \times 1.000.000 \\
 &= \{1 - P(z \leq 1,598)\} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,944986352) \times 1.000.000 = 55.013,647 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 8

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

$$\begin{aligned}
 &= p \{ z \leq (LSL - \bar{x}) / S \} \times 1.000.000 & (4.25) \\
 &= P \{ z \leq (12,5 - 12,990) / 0,319 \} \times 1.000.000 \\
 &= P \{ z \leq -1,535 \} \times 1.000.000 \\
 &= (0,062342675) \times 1.000.000 \\
 &= 62.342,67467 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Langkah 9

$$\text{Langkah 7} + \text{langkah 8} = 55.013,647 + 62.342,67467 = 117356,3224$$

Indeks kapabilitas proses:

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{(USL-LSL)}{\{6\sqrt{(\bar{x}-T)^2 + S^2}\}} & (4.26) \\
 &= \frac{(13,5-12,5)}{6\sqrt{(12,990-13)^2 + 0,319^2}} \\
 &= \frac{0,2}{6\sqrt{(0,0001)+(0,101761)}} = 0,521989052
 \end{aligned}$$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Tahap Analisis (*Analyze*)

PT. Asia Forestama Raya adalah perusahaan yang bergerak dibidang kayu lapis yang berbahan baku dari kayu jabon yang didapatkan dari petani jabon dan hutan alam AFR. Dipilihnya kayu jabon karena kayu tersebut lebih kuat dan tahan lama. Banyak peminat dari kayu jabon ini karena mempunyai tekstur kayu yang berbatang silinders dan lurus, kayunya berwarna putih kekuningan tanpa terlihat serat. Selain itu kayu jabon 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.

5.1.1 Analisis Data Variabel

Data variabel dalam penelitian ini adalah berupa panjang kayu lapis, lebar kayu lapis dan tebal kayu lapis. Penelitian ini dilakukan sebanyak 26 kali pada bulan Agustus 2016 di PT. Asia Forestama Raya. 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 134.412,325 unit dan nilai sigma proses

yang diperoleh adalah sebesar 2,606 sigma. pada gambar 4.7 dan 4.8 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 134.412,325 unit menginterpretasikan bahwa apabila dilakukan produksi kayu lapis sebanyak 1.000.000 unit, maka kemungkinan cacat produksi kayu lapis pada variabel panjang kayu lapis sebesar 134.412,325 unit/ satu juta kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,606 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 15.8223,775 unit dan nilai sigma proses yang diperoleh adalah sebesar 2,502 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 15.8223,775 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 15.8223,775 unit/ satu juta kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,502 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 11.7356,322 unit dan nilai sigma proses yang diperoleh adalah sebesar 2,688 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 11.7356,322 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 11.7356,322 unit / satu juta

kesempatan dan nilai sigma sebesar 2,688 sigma menunjukkan bahwa perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri di Indonesia.

5.1.2 Analisis Stabilitas dan Kapabilitas Proses

1. Variabel Panjang Kayu Lapis

a. Stabilitas proses

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

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

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

$$\text{Nilai Sigma} = 2,606$$

$$USL = 244,5$$

$$T = 244$$

$$LSL = 243,5$$

$$S = 0,334$$

$$\bar{\bar{x}} = 244,001$$

maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

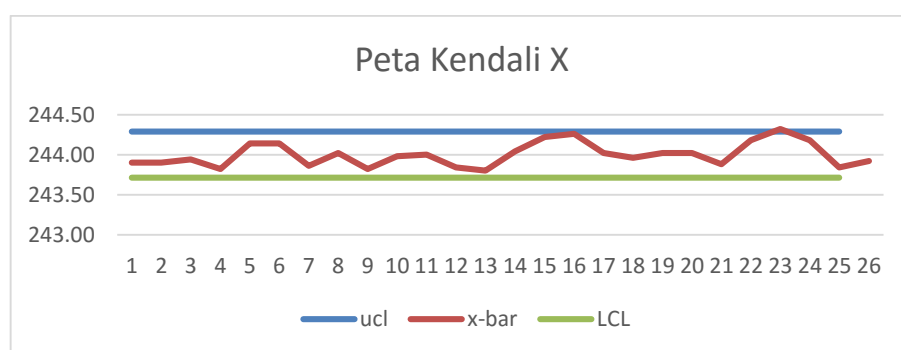
$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL) \dots\dots\dots(5.1)$$

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times 2,606} \right] \times (244,5 - 243,5) = 0,191864927$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 244 + 1,5 (0,191864927) = 244,28$$

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

Grafik peta kendali $\bar{x}$ panjang kayu lapis pada gambar 5.1 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

$$\begin{aligned}
 \text{CPK} &= \text{Minimum} \left[\frac{usl - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - lsl}{3s} \right] \dots\dots\dots(5.2) \\
 &= \text{Minimum} \left[\frac{244,5 - 244,001}{3(0,334)}, \frac{244,001 - 243,5}{3(0,334)} \right] \\
 &= \text{Minimum} [0,49800399, 0,5] = 0,49800399
 \end{aligned}$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$\begin{aligned}
 \text{CPMK} &= \frac{cpk}{\sqrt{1 + ((\bar{x} - T)/S)^2}} \dots\dots\dots(5.3) \\
 &= \frac{0,49800399}{\sqrt{1 + ((244,001 - 244)/0,334)^2}} \\
 &= \frac{0,49800399}{\sqrt{1 + 0,000008964}} = 0,498001758
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada perhitungan variabel panjang kayu lapis diatas menunjukkan nilai Cpmk dibawah satu ≤ 1 yaitu didapatkan nilai Cpmk 0,498001758. Hasil ini menunjukkan bahwa proses dianggap tidak mampu memenuhi batas – batas toleransi (UCL dan LCL) spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Untuk itu diperlukan perbaikan pada proses pemotongan agar mencapai target panjang kayu lapis pada batas toleransi yang telah di tentukan.

2. Variabel lebar kayu lapis

a. Stabilitas proses

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

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

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

$$\text{Nilai Sigma} = 2,502$$

$$\text{USL} = 122,5$$

$$T = 122$$

$$\text{LSL} = 121,5$$

$$S = 0,354$$

$$\bar{x} = 122,018$$

Maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

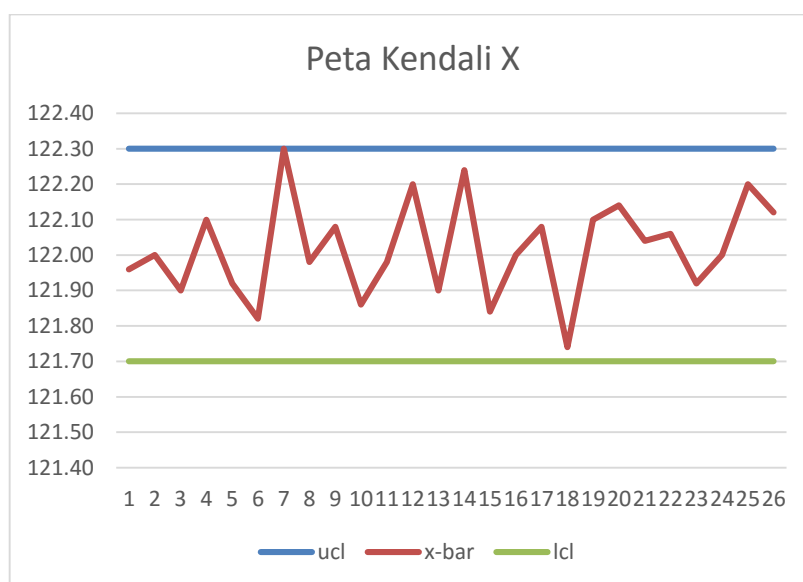
$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL}) \dots\dots\dots(5.4)$$

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2 \times 2,502} \right] \times (122,5 - 121,5) = 0,199840127$$

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{\max} = 122 + 1,5 (0,199840127) = 122,29$$

$$\text{LCL} = T - 1,5 S_{\max} = 122 - 1,5 (0,199840127) = 121,70$$

Grafik peta kendali $\bar{x}$ lebar kayu lapis pada gambar 5.2 dalam keadaan tidak terkendali karena ada proses berada diluar batas kendali.



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

b. Indeks performansi

$$\text{CPK} = \text{Miniumum} \left[\frac{\text{usl} - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - \text{lsL}}{3s} \right] \dots\dots\dots(5.5)$$

$$= \text{Minimum} \left[\frac{122,5 - 122,018}{3(0,354)}, \frac{122,018 - 121,5}{3(0,354)} \right]$$

$$= \text{Minimum} [0,453860640, 0,487758945] = 0,453860640$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$\text{CPMK} = \frac{\text{cpk}}{\sqrt{1 + ((\bar{x} - T)/S)^2}} \dots\dots\dots(5.6)$$

$$= \frac{0,453860640}{\sqrt{1 + ((122,018 - 122)/0,354)^2}}$$

$$= \frac{0,453860640}{\sqrt{1+0,0025854}} = 0,453275069$$

Berdasarkan pada perhitungan variabel panjang kayu lapis diatas menunjukkan nilai Cpmk dibawah satu ≤ 1 yaitu didapatkan nilai Cpmk 0,453275069. Hasil ini menunjukkan bahwa proses dianggap tidak mampu memenuhi batas – batas toleransi (UCL dan LCL) spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Untuk itu diperlukan perbaikan pada proses pemotongan agar mencapai target lebar kayu lapis pada batas toleransi yang telah di tentukan.

3. **Varibel tebal kayu lapis**

a. Stabilitas proses

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

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

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

$$\text{Nilai Sigma} = 2,688$$

$$\text{USL} = 13,5$$

$$T = 13$$

$$\text{LSL} = 12,5$$

$$S = 0,319$$

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

Maka nilai toleransi maksimum adalah :

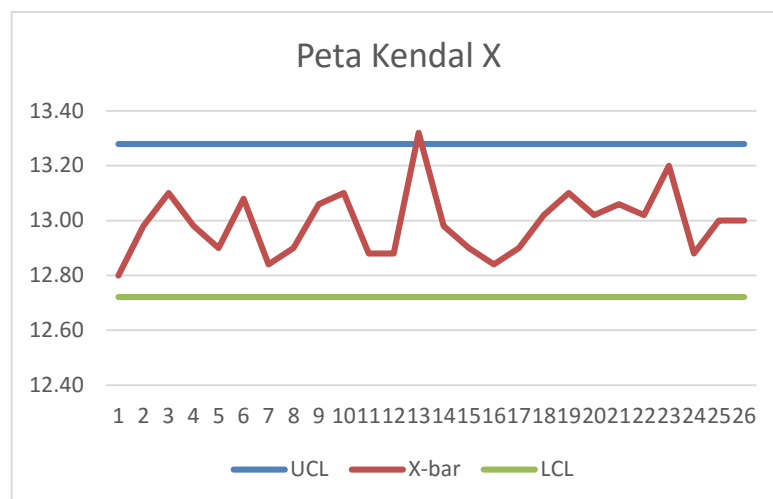
$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2x \text{ Nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL}) \dots\dots\dots(5.7)$$

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2x 2,688} \right] \times (13,5 - 12,5) = 0,184014869$$

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{\max} = 13 + 1,5 (0,184014869) = 13,27$$

$$\text{LCL} = T - 1,5 S_{\max} = 13 - 1,5 (0,184014869) = 12,72$$

Grafik peta kendali $\bar{x}$ pada tebal kayu lapis pada Gambar 5.3 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

$$\begin{aligned}
 \text{CPK} &= \text{Minimum} \left[\frac{usl - \bar{\bar{x}}}{3s}, \frac{\bar{\bar{x}} - lsl}{3s} \right] \dots\dots\dots(5.8) \\
 &= \text{Minimum} \left[\frac{13,5 - 12,990}{3(0,319)}, \frac{12,990 - 12,5}{3(0,319)} \right] \\
 &= \text{Minimum} [0,532915360, 0,512016718] = 0,532915360
 \end{aligned}$$

c. Indeks kapabilitas proses

$$\begin{aligned}
 \text{CPMK} &= \frac{cpk}{\sqrt{1 + ((\bar{\bar{x}} - T)/S)^2}} \dots\dots\dots(5.9) \\
 &= \frac{0,532915360}{\sqrt{1 + ((12,990 - 13)/0,319)^2}} \\
 &= \frac{0,532915360}{\sqrt{1 + 0,000982}} = 0,532653891
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada perhitungan variabel panjang kayu lapis diatas menunjukkan nilai Cpmk dibawah satu ≤ 1 yaitu didapatkan nilai Cpmk 0,532653891. Hasil ini menunjukan bahwa proses dianggap tidak mampu memenuhi batas – batas toleransi (UCL dan LCL) spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Untuk itu diperlukan perbaikan pada proses pemotongan agar mencapai target tebal kayu lapis pada batas toleransi yang telah di tentukan.

Hasil rekapitulasi proses dari setiap variabel yang dihitung dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 kapabilitas proses produksi kayu lapis

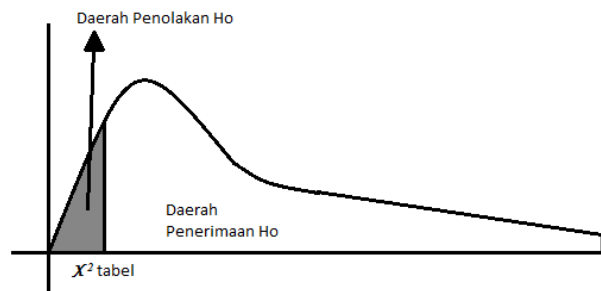
No	Variabel	Cpm	Cpk	Cpmk	Spesifikasi
1	Panjang	0,491796887	0,49800399	0,498001758	$\pm 0,5$
2	Lebar	0,470081058	0,453860640	0,453275069	$\pm 0,5$
3	Tebal	0,523594187	0,532915360	0,532653891	$\pm 0,5$

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 proses berada pada nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan pelanggan (Gasperz,16;2002). Hasil ini menunjukkan 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 ketiga variabel menunjukkan 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) sepsifikasi yang diinginkan oleh pelanggan.

a. Uji hipotesis

Dari hasil perhitungan tahap *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. Uji hipotesis chi-kuadrat dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kestabilan proses produksi kayu lapis yang di tinjau dari segi variasi proses terhadap toleransi maksimum standar deviasi yang dilakukan pada tingkat sigma proses masing-masing variabel. Berikut uji hipotesis chi-kuadrat untuk satu batas

spesifikasi yang dilakukan pada masing-masing variabel dengan memakai tabel 5.2 chi-kuadrat berikut :



Gambar 5.2 Kurva Chi-Kuadrat

a. Variabel panjang kayu lapis

Diketahui :

$$\text{Nilai } S_{\max} = 0,19186$$

$$S = 0,334$$

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

1. Membuat hipotesis

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

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

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

$$\chi^2_{\text{hitung}} = \left\{ \frac{(n-1)S^2}{(S_{\max})^2} \right\} = \left\{ \frac{(130-1) \times 0,334^2}{(0,19186)^2} \right\} = 390,923$$

3. Mencari nilai chi-kuadrat tabel pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$

$$\chi^2_{\text{tabel}} \text{ pada } (\alpha ; n - 1) = \chi^2_{\text{tabel}} \text{ pada } (0,05 ; 130 - 1) = 156,5$$

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

4. Membandingkan nilai χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel}

$$\chi^2_{\text{hitung}} = 390,923 > \chi^2_{\text{tabel}} = 156,5$$

5. Membuat keputusan

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

Hasil uji stabilitas dari ke tiga variabel yang diuji dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5.3 uji hipotesis chi-kuadrat data variabel

No	Variabel	Chi kuadrat hitung (hitung)	Chi kuadrat tabel (tabel)	Perbandingan	Keterangan
1	Panjang	390,923	156,5	$\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$	Tidak stabil
2	Lebar	404,790	156,5	$\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$	Tidak stabil
3	Tebal	379,479	156,5	$\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$	Tidak stabil

Uji hipotesis dilakukan pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, dengan $n = 130$. Hasil dari uji hipotesis menunjukkan bahwa proses produksi kayu lapis variabel panjang, lebar dan tebal tidak stabil. Ketidakstabilan proses produksi ini disebabkan karena tidak terkendalinya proses produksi yang digambarkan dalam peta kendali rata-rata $\bar{X}$ -bar dengan variasi proses telah melewati batas toleransi maksimum standar deviasi pada tingkat sigma proses masing-masing variabel. Dengan adanya variasi/cacat yang terjadi hal ini menunjukkan bahwa proses belum mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan batas-batas spesifikasi yang telah di tentukan. Untuk itu diperlukan perbaikan pada proses produksi agar mencapai target dan dalam batas-batas toleransi yang telah ditentukan.

5.1.3 Analisis Data Atribut

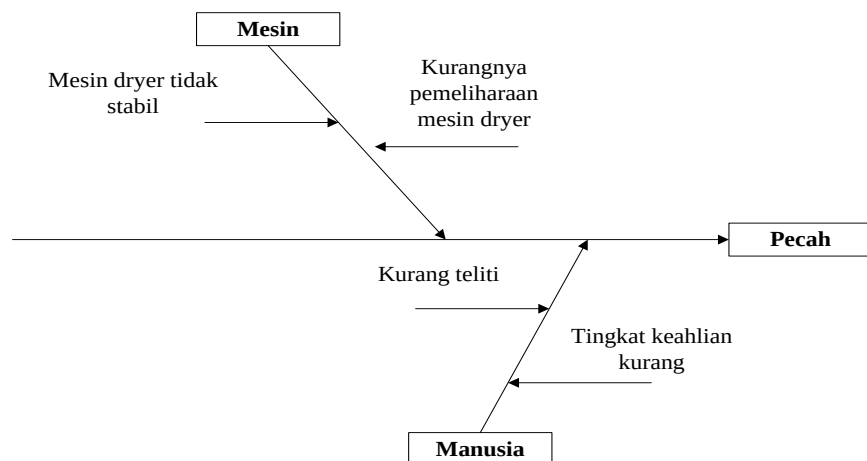
Analisis data atribut yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data banyaknya penyebab *defect* yang berpotensi pada pembuatan kayu lapis. Terdapat 5 jenis cacat karakteristik CTQ potensial yaitu : pecah, lubang mata kayu, lapuk, retak dan kasar. Kelima jenis CTQ tersebut merupakan jenis cacat yang paling berpengaruh dalam pembuatan proses produksi kayu lapis sehingga memerlukan tindakan khusus terhadap kelima cacat tersebut. Penelitian ini dilakukan selama 26 hari dengan jumlah kayu lapis yang diperiksa sebesar 376376 unit dan jumlah cacat pada kayu lapis sebanyak 32813. Berdasarkan gambar 4.4 diagram presentase cacat kayu lapis cacat yang paling tinggi

adalah cacat pecah sebesar 21,22%, lubang mata kayu sebesar 20,44%, lapuk sebesar 20,03%, retak sebesar 19,48%, dan kasar sebesar 18,82%.

Berdasarkan pada tabel 4.2 perhitungan DPMO proses data atribut sebesar 17.436,2 dan nilai sigma data atribut sebesar 3,609 sigma. kemudian pada gambar 4.5 grafik pola DPMO data atribut dan gambar 4.6 grafik pola sigma data atribut masih naik dan turun sepanjang periode proses produksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data atribut memiliki 17.436,2 unit per cacat satu juta produksi dan nilai sigma perusahaan sebesar 3,609 sigma yang berarti perusahaan tersebut berada pada rata-rata industri indonesia.

5.1.4 Analisis akar penyebab kecacatan produk

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap penyebab kecacatan pada kayu lapis yang paling dominan pada kayu lapis. Pada bab 4 bagian penyebab cacat pada kayu lapis yang paling dominan timbul pada kayu lapis yaitu Pecah. Dengan adanya kesalahan ini menyebabkan pemborosan pada bahan baku. Dapat dijelaskan pada Gambar 5.5 dibawah ini :



Gambar 5.5 diagram *fishbone* penyebab cacat

1. Mesin

Penyebab cacat pada kayu lapis dari mesin *dryer*, dikarenakan kurangnya pemeliharaan terhadap *steam* yang di *supply* dari *boile*. Karena saat ini kondisi tekanan pada *steam* berada pada 11 kg/ cm², dan *temperature* dalam ruangan *dryer*

berada pada 165°C. Yang dialami pada mesin ini ukuran waktu dan suhu tidak sesuai dengan standar. Pada mesin *dryer* telah melebihi suhu dan waktu yang ditentukan sehingga pengeringan menjadi tidak stabil dan mengakibatkan *veneer* menjadi pecah/sobek. Dari kondisi tersebut seharusnya tekanan pada *steam* adalah 10 kg/ cm², dan *temperatur* 160°.

2. Manusia

Cacat pecah/sobek dapat terjadi salah satunya disebabkan oleh faktor manusia, karena kurangnya pelatihan yang diadakan terhadap karyawan dan kesadaran akan tanggungjawab yang mengakibatkan kebanyakan karyawan yang kurang teliti dalam menjalankan tugas dan kurangnya menjalankan SOP dalam bekerja, serta konsistensi kerja karyawan yang menurun disebabkan oleh kurangnya motivasi karyawan dalam bekerja yang diakibatkan oleh karyawan yang kelelahan. Dan kurangnya pencahayaan pada tempat kerja yang mengakibatkan karyawan mudah mengantuk serta suhu udara yang panas mengakibatkan dehidrasi dan karyawan yang mudah kelelahan

5.2 Tahap *Improve*

5.2.1 Usulan perbaikan

Setelah mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab terjadinya produk cacat, maka perlu melakukan peningkatan (*improve*) guna untuk menghilangkan atau memecahkan masalah yang terjadi yaitu produk cacat serta kinerja pada proses produksi. Berdasarkan dengan metode diagram *fishbone*, maka perbaikan dilakukan pada aspek mesin dan manusia. Langkah-langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah :

1. Mesin

Melakukan *maintenance* rutin terhadap mesin *dryer*. Pergantian suku cadang mesin dengan suku cadang yang berkualitas baik dan menambah *stock sparepart* mesin. pembuatan *veneer* dilakukan secepat mungkin setelah penebangan, bagian tepi veneer diberi pita perekat, pengeringan veneer yang sesuai dan penanganan veneer hati-hati.

2. Manusia

1. Diberikan informasi secara lisan maupun tertulis kepada operator mengenai cara kerja mesin
2. Dilakukan pelatihan penggunaan mesin pada operator
3. Operator diberikan buku panduan penggunaan mesin
4. Diberikanya *tools* disekitar mesin agar mudah dalam memahami
5. Adanya pengecekan dan control mesin sebelum proses produksi
6. Diberikan penerangan cahaya yang cukup agar operator bisa lebih teliti
7. Diberikan kipas angin atau *Blower* pada setiap sudut dan ditengah ruangan produksi agar operator tidak mudah dehidrasi dan kelelahan.

5.3 Tahap Control (*Pengawasan*)

Pada tahap ini akan diberikan konsep pengendalian sehingga diharapkan apabila terjadi suatu masaaalah maka dapat dengan segera diatasi, dan diharapkan masalah yang ada tidak terulang kembali. Konsep pengendalian yang diberikan pada dasarnya berupa intruksi kerja atau petunjuk kerja pada saat melakukan proses produksi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Dari hasil diagram pareto di dapatkan data atribut pecah/sobek dengan nilai persentase 21,22%, Mata kayu dengan nilai persentase 20,44% dan lapuk dengan nilai persentase 20,03%. Dari atribut tersebut di dapatkan *Critical to Quality* yang paling tinggi atau dominan adalah cacat pecah/sobek dengan persentase sebesar 21,22%.
2. Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang telah diuraikan dapat diketahui nilai Nilai DPMO atribut untuk pembuatan kayu lapis pada PT. AFR sebesar 17436,28 dan nilai sigma sebesar 3,60. Nilai DPMO untuk variabel panjang kayu lapis yaitu 134412,32 dan nilai sigmanya sebesar 2,60.
3. Faktor penyebab kecacatan pada produk kayu lapis disebabkan oleh mesin *dryer* karena *supply* dari *boiler* tidak stabil dan oleh manusia karena tingkat keahlian kurang, langkah perbaikan yang perlu dilakukan adalah :
 - Mesin : Melakukan *maintenance* rutin terhadap mesin *dryer*
 - Manusia : Diberikan pelatihan.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan yaitu perusahaan hendaknya mengimplementasikan usulan yang diberikan dan melakukan pengawasan pada tindakan perbaikan kedepannya sehingga faktor penyebab dari cacat dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Muhaimin (2011). Implementasi peningkatan kualitas six sigma pada PT. Indopersda Primamedia. In: Seminar Penyelidikan Pendidikan Pasca Ijazah 2011, 25-27 November 2011, *Universiti Teknologi Malaysia*.
- Ariani, D. (2005). Pengendalian kualitas statistik pendekatan kuantitatif dalam manajemen kualitas. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Eris Kusnaldi (2011). Fishbone Diagram. Jakarta: Salemba Empat.
- E.V, G., & Anthony, J. (2011). menerapkan metode Lean Six Sigma pada sebuah departemen rawat jalan di india. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Evan, R., J., & M. Lindsay, W. (2007). An Introduction to Six Sigma & Proses Improvement (Pengantar Six Sigma). Jakarta: Salemba Empat.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2007). Pengantar Six Sigma : An Introduction to Six Sigma and Process Improvement. Jakarta: Salemba Empat.
- Gaspersz, V. (2002). Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000, MBNQA & HACCP. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2007). Lean Six Sigma For Manufacturing and Services Industries. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperzs, V. (2005). Total Quality Management. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Haizer, Jay, & Barry, R. (2006). Operations Management. Jakarta: Penerbit Saemba Empat.
- Ishikawa, K. (1992). Pengendalian Mutu Terpadu. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Juran, J. (1962). Quality Control Handbook. New York: McGraw-hill.
- Khekale, S., Chatpalliwar, A., & Thakur, D. (2010). Minimizatio Of Cord Wastages in Belt Industry Using DMAIC. 2 (8), pp. 3687 - 3694.
- Kholik, H. (2008). Aplikasi DMAIC Dalam Metode Six Sigma dan Eksperimen Shainin Bhote sebagai Penurunan Persentase Cacat. Jurnal Teknik Industri, Volume 9: 117-127.
- Moses Laksono Singgih, and Renanda, 2008, Peningkatan Kualitas Produk Kertas Dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma di Pabrik Kertas Y, Seminar Teknosim 2008, ISSN: 1978-6522, Jurusan Teknik Mesin dan Teknik Industri – Fakultas Teknologi – Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Universitas Gajah Mada Yogyakarta, 16 Oktober 2008
- Pande, Peter, S., Neuman, Robert, P., Cavanagh, & Roland, R. (2000). The Six Sigma Way. New York: McGraw Hill.
- Phenter, R., & Safa. (2004). Identifikasi dan Simulasi Faktor Penyebab Cacat Produk Botol Kontainer dengan Metode Six Sigma Pada PT Indovasi Plastik Lestari. Jurnal Ilmiah.
- P. Pusporini, D. Andesta (2009). Sigma Lean Integration Model For Product Quality Improvement” Journal of Industrial Engineering, 10 (2), pp. 91–97.
- 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 World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancun, Mexico, April 30 – May 3, 2004.
- Ramdhoni, R. (2009). Penelitian Menganalisis Kecacatan Produk yang ada dengan menggunakan analisis Six Sigma dan FMEA. Jurnal Ilmiah.
- Vanani & Emilasari (2007). Aplikasi Six Sigma pada Produk Clear File di Perusahaan

Stationary. Jurnal Teknik Industri, ISSN: 1411-2485, e-ISSN: 2087-7439.
Widi Wardhana, Ambar harsono, & Gita Permata Liansari. 2015. Implementasi Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode *Six Sigma* Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Sajadah Pada Perusahaan PT. Pondok Tekstil Kreasindo. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 1: 85.

LAMPIRAN

Variabel panjang kayu lapis

n=5, Xdalam (cm)					
no	x1	x2	x3	x4	x5
1	243,5	244	244,1	243,9	244
2	244	244,2	243,8	243,5	244
3	244,5	244,3	243,5	243,5	243,9
4	244	243,5	244	243,4	244,2
5	244,4	244	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	244,6	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	244,7	244,7	244,4
23	244	244	244,3	244,6	244,7
24	244,1	244	244,2	244,1	244,5
25	243,2	244,2	244,1	243,7	244
26	243,5	244,1	244,2	244	243,8

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
26	121,7	122,5	122,3	122	122,1

Variabel tebal kayu lapis

n = 5, X dalam (cm)					
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
26	13	12,9	12,7	12,9	13,5

Data atribut kayu lapis

NO	Jumlah produksi	jenis cacat					jumlah produk cacat
		Lapuk	kasar	lubang mata kayu	pecah	Retak	
1	18224	251	257	270	275	230	1283
2	15033	240	253	260	280	246	1279
3	17856	245	249	270	255	225	1244
4	13897	268	225	275	265	238	1271
5	16452	254	230	250	250	259	1243
6	15790	235	235	240	258	236	1204
7	13764	248	241	249	280	251	1269
8	16148	259	254	255	283	267	1318
9	15074	253	244	243	271	251	1262
10	13577	251	239	250	263	243	1246
11	12885	265	228	263	285	248	1289
12	15069	244	257	275	258	240	1274
13	16589	241	249	248	283	259	1280
14	17071	250	256	255	278	266	1305
15	15345	247	231	254	259	231	1222
16	14234	260	238	240	250	229	1217
17	15985	260	225	249	279	239	1252
18	15277	268	254	270	279	247	1318
19	13078	272	213	241	251	246	1223
20	12904	255	198	281	270	226	1230
21	13057	257	200	276	259	257	1249
22	12008	249	253	235	262	255	1254
23	12594	238	201	264	265	241	1209
24	11542	250	254	261	268	244	1277
25	12432	253	241	264	266	259	1283
26	10491	261	251	270	271	259	1312
jumlah produksi	376376	6574	6176	6708	6963	6392	32813