

MINIMASI CACAT PRODUK *FILAMENT CHIPS* DENGAN PENERAPAN METODA SIX SIGMA

Arief Suwandi¹, Iqbal Priambodo²

^{1,2} Prodi Teknik Industri, Universitas Esa Unggul Jakarta

Jln. Arjuna Utara No 9 Kebon Jeruk Jakarta

arief.suwandi@esaunggul.ac.id;

Abstrak

Kualitas merupakan bagian yang penting perlu diperhatikan oleh para produsen, karena kualitas produk senantiasa dinilai oleh para konsumen yang akan membeli produk tersebut. Kualitas adalah gabungan seluruh produk atau jasa mulai dari riset pasar, rekayasa pembuatan sampai pada pemakaian dan pemeliharaan sehingga produk atau jasa tersebut memenuhi harapan pelanggan. PT. XXX adalah sebuah perusahaan yang memproduksi *filament chips* dimana pesanan produk *filament chips* ini tergolong cukup tinggi. Produk cacat yang masih terdapat dalam produksi *filament chips* mengharuskan perusahaan melakukan kegiatan untuk mengurangi produk cacat sehingga profit dapat terus ditingkatkan. Pendekatan yang digunakan pada penelitian adalah pendekatan six sigma yang terdiri dari DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control). Pendekatan ini mendefinisikan, mengukur dan menganalisis produk cacat, mencari faktor penyebabnya sehingga dapat dilakukan *improvement* dan Control dalam peningkatan kualitas yaitu dengan mengurangi cacat produk *filament chips*. Pengendalian pada proses produksi *filament chips* maka jumlah *defect* (cacat) akan bisa ditekan, sehingga mampu menjawab tantangan kualitas yang menjadi salah satu ukuran keberhasilan sebuah perusahaan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang dianalisis maka didapat hasil bahwa Tahap *define* dan *measure* menunjukkan bahwa jenis kecacatan pada produk *filament chips* yang terbesar adalah cacat berat sebesar adalah 60% dari total seluruh produk *filament chips* yang cacat. Cacat berat akan terjadi apabila massa pada produk *filament chips* melebihi spesifikasi 2.80 mg – 2.85 mg. Sigma Level produksi produk *filament chips* yang sesuai dengan spesifikasi berat mencapai 3.99 sigma dengan jumlah peluang produk yang akan mengalami cacat berat per sejuta adalah 6387 ppm. Sigma level belum mencapai nilai yang mendekati 6 sigma, maka kemampuan proses masih dapat terus ditingkatkan. Dari hasil analisis secara keseluruhan menggunakan fishbone diagram menunjukkan aspek 5M + 1E (*Man, Measure, Method, Machine, Material & Environment*) yang berpengaruh terhadap munculnya kecacatan berat pada *filament chips* menunjukkan bahwa penyebab utama yang mengakibatkan kecacatan berat pada produk adalah belum adanya alat / instrument pengukuran bahan baku dengan variable tertentu karena terkendala biaya yang tidak mencukupi. Untuk meningkatkan sigma level harus melihat bahwa produksi *filament chips* merupakan suatu sistem, maka *improvement* yang dilakukan tidak hanya dalam pengadaan alat / instrument pengukuran bahan baku tetapi juga pada aspek-aspek lain seperti material, mesin, dll.

Kata kunci: Kualitas, *filament chips*, six sigma, *improvement*, bahan baku.

Pendahuluan

Kualitas merupakan bagian yang penting dan perlu diperhatikan oleh para produsen, karena kualitas produk senantiasa dinilai oleh para konsumen yang akan membeli produk tersebut. Menurut *Feigenbaum*, Kualitas adalah gabungan seluruh produk atau jasa mulai dari riset pasar, rekayasa pembuatan sampai pada pemakaian dan pemeliharaan sehingga produk atau jasa tersebut memenuhi harapan pelanggan. Agar dapat memenuhi harapan konsumen diperlukan pengendalian kualitas produk yang dihasilkan agar dapat bersaing di pasaran. Kepuasan konsumen akan memberikan dampak yang sangat berpengaruh pada perkembangan perusahaan, sehingga akan menghasilkan sebuah produk yang lebih baik dan berkualitas.

PT. XXX adalah sebuah perusahaan yang bergerak di dalam berbagai menghasilkan beberapa produk, salah satu produk diantaranya adalah *filament chips* yang menjadi fokus penelitian dalam meningkatkan kualitas produk sesuai dengan harapan konsumen. Order produk *filament chips* ini tergolong cukup tinggi dimana perusahaan setiap harinya memproduksi untuk memenuhi order dari para konsumen. Pada produksi *filament chips* dirasakan masih banyak dijumpai adanya produk cacat *filament chips*, sehingga perusahaan haruslah dituntut untuk melakukan sesuatu untuk mengurangi produk cacat yang pada akhirnya diharapkan akan terus meningkatkan profit perusahaan.

Untuk meningkatkan kualitas produk *filament chips* yang dihasilkan perusahaan memerlukan metode untuk pengendalian dan peningkatan kualitas. Metode yang akan digunakan

untuk meningkatkan kualitas adalah dengan menggunakan metode *six sigma* sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas terhadap produk yang dihasilkan. Dengan menggunakan metode *six sigma* serta melakukan pendekatan dan pengendalian pada proses produksi *filament chips* maka jumlah *defect* (cacat) akan bisa ditekan, sehingga mampu menjawab tantangan kualitas yang menjadi salah satu ukuran keberhasilan sebuah perusahaan. Dalam meningkatkan kualitas sebuah produk diperlukan sebuah kerja sama dan terlibat langsung dalam memperhatikan kualitas dari sebuah produk yang akan dihasilkan, mulai dari bahan baku, pengendalian proses produksi dan pengendalian mutu barang/produk jadi.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana implementasi metode *six sigma* dapat menganalisis sebab-sebab dari produk cacat sehingga dapat melakukan perbaikan untuk mengurangi produk cacat yang dihasilkan agar terjaga kualitas secara baik produk yang diminta konsumen.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui jenis cacat terbesar pada proses produksi pembuatan produk *filament chips*.
2. Menganalisa sebab akibat terjadinya potensi kegagalan pada produk, nilai sigma kapabilitas produk *filament chips*.
3. Memberikan masukan atau usulan bagi perusahaan untuk memperbaiki permasalahan yang adakhususnya dalam mengatasi adanya cacat produk.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, sumber daya manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. (Goetsch dan Davis (dalam Tjiptono, 2005:10). Dijabarkan juga oleh J.R. Evans dan W.M. Lindsay dalam buku "The Management and Control of Quality", Bahwa Kualitas dapat diartikan sebagai: Kesempurnaan, Konsistensi, Menghilangkan kerugian, Kecepatan pengiriman, Proses mengikuti prosedur dan kebijakan, Menghasilkan produk yang baik dan berguna, Melakukan yang benar dari awal, Memanjakan atau menyenangkan pelanggan dan Pelayanan dan kepuasan total bagi pelanggan.

Hal senada juga dikemukakan oleh ASO, bahwa kualitas merupakan derajat atau tingkatan karakteristik yang melekat pada produk yang mencukupi persyaratan atau keinginan. Arti

derajat/tingkatan menandakan selalu terdapat peningkatan setiap saat, sedangkan karakteristik pada istilah tersebut berarti hal-hal yang dimiliki produk yang dapat terdiri dari berbagai macam.

Cateora dan Graham (2007: 39), mengemukakan bahwa Kualitas (quality) dibedakan ke dalam dua dimensi : kualitas dari perspektif pasar dan kualitas kinerja. Keduanya merupakan konsep penting, namun pandangan konsumen atas kualitas produk lebih banyak berhubungan dengan kualitas dari perspektif pasar dibandingkan dengan kualitas hasil. Kotler, (2007:180), mendefinisikan Kualitas sebagai keseluruhan ciri serta sifat barang dan jasa yang berpengaruh pada kemampuan memenuhi kebutuhan yang dinyatakan maupun yang tersirat.

Kata kualitas biasa digunakan untuk menggambarkan sebuah produk atau jasa yang dapat memenuhi atau bahkan dapat melebihi apa yang diharapkan oleh penggunaanya. Walau demikian, sebenarnya kualitas memiliki beberapa definisi berbeda tergantung pada perspektif yang digunakan oleh beberapa orang. Dalam perkembangannya konsep kualitas menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada dan konteks yang berbeda - beda. Kualitas dan kepuasan pelanggan mempunyai peran yang penting disamping perubahan – perubahan besar yang terjadi dalam dunia kerja. ada banyak sekali pengertian kualitas yang sebenarnya hampir sama. Pengertian kualitas merupakan keseluruhan produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*. (Dorothea, 1999).

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas yang didefinisikan suatu kumpulan dari teknik dan aktifitas operasional yang membuktikan kualitas dari suatu produk atau pelayanan yang akan memuaskan suatu strategi yang akan dilakukan untuk menjamin kualitasnya. (Dorothea, 1999)

Pengendalian kualitas bertujuan untuk menyediakan kualitas melalui integrasi terbaik atas aspek – aspek yang dapat dikendalikan dari :

1. Perencanaan dan administrasi
2. Desain
3. Produksi
4. Pengalaman dan tanggapan konsumen
5. Tindakan perbaikan
6. Seleksi, pelatihan, dan pemotivasi karyawan

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisa, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses. Kegiatan pengendalian kualitas dilakukan oleh departemen pengendalian kualitas, selama proses dan pengujian proses akhir. Selain itu, perusahaan mempunyai dua pilihan dan setiap

pengujian masing – masing mempunyai kelebihan dan kelemahan (Dorothea,1999) antara lain :

A. Pengujian 100%

Pengujian semua bahan baku yang datang, seluruh produk selama masih ada dalam proses, atau seluruh produk jadi yang telah dihasilkan. Kelebihannya adalah tingkat ketelitiannya tinggi semua produk diuji.tetapi kelemahannya sering sekali produk justru rusak selama dalam pengujian. Selain itu, pengujian dengan cara ini membutuhkan biaya, waktu, dan tenaga yang tidak sedikit.

B. Pengujian dengan menggunakan teknik sampling

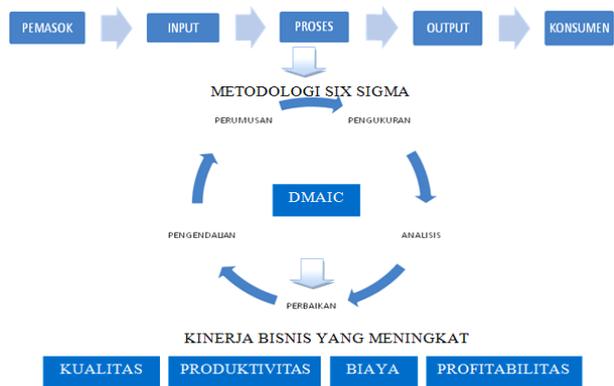
Pengujian semua bahan baku yang diambil sebagai sampel dalam pengujian. Kelebihannya adalah menghemat biaya, waktu, dan tenaga dibandingkan dengan cara 100% pengujian. Namun teknik mempunyai kelemahan dalam tingkat ketelitian, sehingga sering kali menimbulkan resiko dari pihak produsen atau pihak konsumen.

Konsep Six Sigma

Six Sigma adalah sebuah metode untuk meningkatkan kualitas dengan cara mengurangi cacat (*defects*) dan berbagai penyebabnya dalam aktivitas proses bisnis. Konteks *Six Sigma* juga memiliki suatu pengukuran terhadap produk, proses dan kualitas yang mendekati tingkat kesesuaian 100%. *Six Sigma* digunakan sebagai strategi untuk mengidentifikasi, memilih cara meningkatkan kinerja bisnis. (Pyzdek, 2002)

Six Sigma merupakan istilah statistik untuk menunjukkan penyimpangan standar, yaitu indikator dari tingkat variasi dalam suatu pengukuran atau proses. *Six Sigma* dapat diartikan sebagai sistem *komprehensif* dan *fleksibel* untuk mencapai, memberikan dukungan dan memaksimalkan proses usaha untuk berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data, dan analisis serta terus menerus memperhatikan pengaturanperbaikan dan mengkaji ulang proses usaha (Pande, 2000). *Six Sigma* juga dapat dikatakan sebagai suatu metode terstruktur dalam pengendalian kualitas untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada pengurangan variasi dan cacat. (Gasperz, 2002).

Pada dasarnya, istilah “*Six Sigma*” merujuk kepada target kinerja operasi.Gambar 2.1. di bawah ini memberikan sebuah gambaran bagaimana *Six Sigma* melalui proses *DMAIC*, dapat menjadi jembatan untuk memperbaiki proses bisnis yang sudah ada sehingga bisa mewujudkan perbaikan kinerja dalam bentuk peningkatan kualitas, produktivitas, biaya dan profitabilitas. (Pande & Holpp, 2001)



Gambar 1
Perbaikan proses dengan *six sigma*

Peningkatan performa proses dilakukan secara bertahap. Dalam terminology *Six Sigma*, tahapan ini dikenal dengan sebutan *Define – Measure – Analyze – Improve – Control (DMAIC)*. Aktivitas yang terjadi didalamnya adalah (Hidayat,2007) sebagai berikut :

1. *Define (pendefinisian atau perencanaan), meliputi :*
 - a. Menyusun *project charter*, yang meliputi *pendefinisian business case* (alasan melakukan *Six Sigma*), memberikan rumusan tujuan dan permasalahan yang terjadi, menetapkan batasan dan ruang lingkup proyek dan ketersediaan sumberdaya untuk mendukung proyek.
 - b. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, yang berhubungan dengan proses bisnis yang menjadi ruang lingkup proyek.
 - c. Melakukan pemetaan dan identifikasi terhadap proses bisnis yang bermasalah.
2. *Measure (pengukuran), meliputi :*
 - a. Mengidentifikasi obyek yang akan diukur.
 - b. Mengambil data yang diperlukan untuk pengukuran.
 - c. Melakukan validasi terhadap metode pengukuran.
 - d. Melakukan pengukuran terhadap bisnis proses yang dituju.
3. *Analyze (pengamatan dan pencarian penyebab masalah), meliputi :*
 - a. Menganalisis terhadap hasil pengukuran.
 - b. Mencari penyebab terjadinya kegagalan atau cacat.
4. *Improve (perbaikan), meliputi :*
 - a. Memberikan solusi perbaikan terhadap kemungkinan kegagalan.
 - b. Menerapkan aktivitas - aktivitas perbaikan pada akar penyebab kegagalan.
 - c. Melakukan pengukuran kembali terhadap hasil perbaikan.

5. *Control* (pengendalian), yaitu melakukan pemantauan dan pengendalian terhadap proses yang telah berjalan sesuai dengan tujuan proyek.

Fokus perbaikan *Six Sigma* adalah mengedepankan pelanggan dengan menggunakan fakta dan data mendapatkan solusi yang lebih baik. Tiga bidang usaha yang menjadi target *Six Sigma* yaitu :

1. Meningkatkan kepuasan pelanggan
2. Mengurangi waktu siklus
3. Mengurangi *defect*

Adapun keuntungan dalam penerapan *Six Sigma* ini berbeda untuk setiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung jenis usaha yang dijalankan, biasanya ada perbaikan hal – hal berikut ini :

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktifitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan waktu siklus
5. Pengurangan cacat

Six Sigma mempunyai dua arti penting yaitu:

1. *Six Sigma* sebagai Filosofi Manajemen
Six Sigma merupakan kegiatan yang dilakukan oleh semua anggota perusahaan yang menjadi budaya sesuai dengan visi dan misi perusahaan dengan tujuan meningkatkan efisiensi proses perusahaan dan kepuasan pelanggan.
2. *Six Sigma* sebagai Sistem Pengukuran
Six Sigma sebagai sistem pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebagai satuan pengukuran. DPMO merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk, karena berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang.

Alat – alat Six Sigma

Seperti yang disebutkan sebelumnya, bahwa elemen konsep *Six Sigma* tidak semuanya baru. *Six Sigma* menggunakan alat – alat bantu (*tools*) statistik yang sudah ada sebelumnya. Bahkan hampir semua atau sebagian besar *Six Sigma* menggunakan *tools* yang sudah ada. Pada pembahasan mengenai *tools* ini, peneliti membatasinya tidak semua *tools* yang digunakan. Secara umum *tools* yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan tahapan dalam *Six Sigma* adalah sebagai berikut :

- *Fase Define* : Tabel pernyataan masalah (5W + 1H), Diagram Pareto.

- *Fase Measure* : Peta Kendali, Capability Analisis, DPMO dan *Sigma Level*.
- *Fase Analyze* : *Cause and Effect Diagram*, Kuisisioner, 5Why
- *Fase Improve* : Usulan tindakan perbaikan dan pencegahan
- *Fase Control* : Mengimplementasikan metode *six sigma*.

Tahap Define

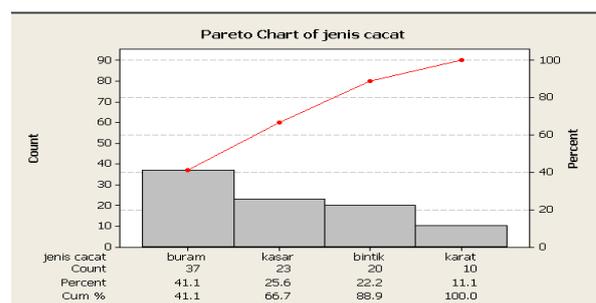
Tahap ini merupakan tahap pendefinisian masalah dan penetapan tujuan yang ingin dicapai. Pendefinisian masalah dapat dilakukan dengan membuat Tabel Pernyataan Masalah.

Tabel pernyataan masalah merupakan tabel untuk menjelaskan secara umum tentang keseluruhan proyek *Six Sigma* yang akan dijalankan. Tabel pernyataan masalah pada dasarnya adalah pertanyaan 5W dan 1H, yaitu :

- *What* : Menjelaskan apa yang menjadi masalah.
- *Where*: Menjelaskan dimana masalah itu timbul.
- *When*: Menjelaskan kapan masalah itu timbul atau kapan proyek dilaksanakan.
- *Who*: Menjelaskan siapa saja yang terlibat dalam proyek.
- *Why*: Menjelaskan latar belakang dilakukannya proyek.
- *How*: Menjelaskan bagaimana permasalahan dapat diperbaiki.

Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah suatu distribusi frekuensi dari data variabel maupun atribut yang disusun berdasarkan kategori kecacatan yang terjadi dalam proses. Diagram Pareto dibuat dari data kerusakan yang kemudian diplot total frekuensi kemunculan atau frekuensi kumulatif dari tiap jenis kerusakan terhadap berbagai jenis kerusakan. Dengan Diagram Pareto ini secara cepat dan visual dapat mengidentifikasi masalah, jenis cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.



Gambar 2 Diagram Pareto

Kegunaan peta *pareto* adalah untuk menampilkan penyebab terbesar yang menimbulkan masalah. Proporsi penyebab masalah diurutkan mulai dari yang terbesar hingga terkecil. Peta *pareto* juga dapat membantu pengambilan keputusan untuk menetapkan apa faktor yang harus diperbaiki untuk menanggulangi masalah.

Tahap Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap proses dengan menggunakan pengendalian statistik, seperti peta kendali P-Chart, Kapability Analysis, DPMO dan Sigma Level.

Peta Kendali (Control Chart)

Control Chart merupakan suatu alat statistik yang digunakan untuk menganalisa dan memahami variabel dari suatu proses, menetapkan kapabilitas proses yang dipengaruhi oleh variabel tersebut. Dengan menggunakan *Control Chart*, seorang manajer mampu memahami sumber terjadinya variasi pada suatu proses dan memanipulasi dan mengendalikan sumber variasi tersebut agar dapat dikurangi.

Dengan menggunakan *Control Chart*, dapat diketahui apakah suatu proses stabil atau tidak. Suatu proses dapat dianggap sebagai suatu proses yang stabil apabila hanya terdapat variasi penyebab umum saja. Proses yang stabil tidak memiliki variasi penyebab khusus. *Control Chart* dapat membantu seseorang untuk mengidentifikasi proses, apakah proses tersebut memiliki variasi penyebab khusus atau tidak.

Pada umumnya peta kendali digunakan untuk:

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik.
2. Memantau proses terus – menerus agar proses tetap stabil secara statistical sehingga hanya ada penyebab umum.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability process*).

Proses stabil memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

1. Pihak manajemen mengetahui kapabilitas dan dapat memperkirakan kinerja biaya dan tingkat kualitas.
2. Tingkat produktivitas akan mencapai maksimum dan biaya akan menjadi maksimal.
3. Pihak manajemen akan dapat mengukur dampak dari perubahan dalam sistem dengan lebih cepat dan handal.

4. Apabila manajemen ingin mengubah batas spesifikasi, Ia akan memiliki data untuk mendukung keputusannya.
5. Dalam terminologi *Control Chart* dikenal istilah *Upper Control Limit (UCL)*, *Central Limit (CL)* dan *Lower Control Limit (LCL)*. Melalui batas kontrol inilah dapat diketahui keberadaan variasi penyebab khusus. Jika terdapat data yang berada di luar batas *UCL* dan *LCL*, maka manajemen dapat menyimpulkan bahwa terdapat variasi penyebab khusus dalam proses yang menyebabkan proses menjadi tidak stabil. Pengukuran nilai *UCL* dan *LCL* tergantung dari tipe data yang diambil dan tergantung pula dari jenis *control chart* yang dipakai.
6. Garis tengah (*Central Line*) yang biasanya dinotasikan sebagai CL.
7. Sepanjang batas kontrol (*Control Limits*) Satu batas kontrol diletakkan di atas garis tengah (CL) yang terkenal sebagai batas kontrol atas atau *Upper Control Limit (UCL)*. Satu lagi diletakkan di bawah garis tengah (CL) yang dikenal sebagai garis batas kontrol bawa atau *Lower Control limit (LCL)*.
8. Tebaran nilai – nilai kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika nilai – nilai yang ditebarkan (di-plot) pada peta itu berada di dalam batas – batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam terkendali secara statistik (*in of control process*).

Peta kendali untuk atribut antara lain :

1. Peta p
Peta p digunakan untuk mengukur proporsi kecacatan item yang terjadi dalam suatu subgroup item yang sedang diinspeksi. Peta ini dapat digunakan pada ukuran sampel yang sama dengan jumlah sampel yang diambil atau ukuran sample yang berubah.
2. Peta np
Peta np merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan jumlah cacat.peta ini hampir sama dengan peta p, namun bedanya peta ini menyatakan jumlah produk cacat yang masih dapat diterima. Selain itu juga ukuran sampel yang digunakan harus tetap
3. Peta c
Peta kendali ini memperhatikan jumlah kecacatan yang muncul dalam sebuah unit pengawasan dari suatu produk.Kecacatan yang dimaksud adalah kecacatan yang terjadi karena tidak memenuhi satu atau lebih batas spesifikasi produk, kemudian semua kecacatan

tersebut dikalkulasikan. Peta kendali ini digunakan jika jumlah sampel yang diambil sama dengan jumlah unit yang diamati.

4. Peta u

Peta kendali u mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan peta kendali c, hanya saja pada peta kendali ini jumlah sampel yang digunakan dapat berubah dari setiap sampel yang diambil. Dengan demikian, nilai UCL dan LCL pada peta kendali ini tidak konstan

Capability Process

Nilai *sigma* berhubungan dengan tingkat kapabilitas proses. Keduanya berhubungan dengan kualitas proses. Semakin tinggi nilai *sigma*, semakin baik pula tingkat kapabilitas proses. Menurut Dr. Mehernosh Kapadia (Hidayat,2006) kapabilitas proses didefinisikan sebagai berikut :

1. Kapabilitas proses adalah tingkat kinerja long term dari proses yang dikendalikan secara statistik. Dengan kata lain, kapabilitas proses adalah interval dimana terdapat variasi alami dari proses yang ditentukan oleh penyebab umum dari sistem.
2. Kapabilitas proses adalah merupakan kombinasi kemampuan dari manusia, mesin, metode, material dan pengukuran untuk memproduksi sebuah produk yang akan secara konsisten sesuai dengan desain yang diharapkan pelanggan.

Analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan baik jika dan hanya proses dalam kontrol statistik. Artinya proses harus stabil dan tidak terdapat variasi khusus didalamnya. Kapabilitas proses dapat diekspresikan dengan angka indeks. Dengan mengasumsikan bahwa nilai rata – rata proses tepat pada nilai rata – rata target, maka kapabilitas proses indeks Cp dapat digunakan. Cp berhubungan dengan tingkat penyebaran terhadap batas spesifikasi. Apabila nilai rata – rata target terjadi penyimpangan, maka nilai indeks yang dipakai adalah Cpk. Berikut ini adalah rumus untuk mencari indeks kapabilitas proses :

Tabel 1
Rumus Indeks Kapabilitas Proses

Indeks	Rumus
Cp	$(USL - LSL) / 6\sigma$
Cpl	$(USL - Xbar) / 3\sigma$
Cpu	$(Xbar - LSL) / 3\sigma$
Cpk	Nilai minimum (Cpu, Cpl)

Ada beberapa kondisi perbandingan antara proses yang terjadi dibandingkan dengan spesifikasi pelanggan, yaitu :

1. $Cpk > 1,33$
Proses dengan nilai sebesar ini menandakan proses yang ada mampu melebihi batas spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan dan merupakan proses dengan tingkat kapabilitas tinggi. Proses ini akan menghasilkan kurang dari 64 ppm kegagalan dan mampu mencapai nilai sigma 4.
2. $Cpk = 1$ sampai $1,33$
Proses ini merupakan proses yang sesuai dengan batas spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan dan merupakan proses dengan tingkat kapabilitas cukup baik. Proses ini akan menghasilkan lebih dari kurang 64 ppm kegagalan namun kurang dari 2700 ppm kegagalan, dengan nilai sigma antara 3 sampai 4.
3. $Cpk < 1$
Proses ini merupakan proses yang tidak punya kapabilitas yang baik dan batas spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan tidak dapat terpenuhi. Tingkat kapabilitas jenis ini tergolong rendah dan akan menghasilkan produk lebih dari 2700 ppm kegagalan.

Nilai Sigma (Sigma Level)

Pencarian nilai sigma dibantu dengan rumus interpolasi, yang nanti akan dijelaskan pada sub bab ini. Namun sebelum menghitung nilai *sigma*, ada beberapa hal yang harus diketahui, seperti :

- Cacat, yaitu suatu bentuk ketidaksesuaian yang menimbulkan ketidakpuasan terhadap pelanggan.
- *Opportunity*, yaitu jumlah kesempatan didalam suatu proses untuk terjadinya deviasi dari standar suatu proses atau produk.
- Unit, yaitu ukuran dari volume suatu output didalam area.

Untuk mendapatkan nilai *sigma*, ada beberapa hal yang harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu, yaitu :

- *Defect Per Unit (DPU)*
- Merupakan jumlah cacat yang terdapat dalam setiap unit.
- Rumusnya : $DPU = \frac{\sum cacat}{\sum unit}$
- *Defect Per Opportunity (DPO)*
- Merupakan jumlah cacat yang terjadi dalam setiap kesempatan.
- Rumusnya : $DPO = \frac{\sum cacat}{\sum unit \times \sum opportunity}$

Gambar 4 **Metode Penelitian yang Digunakan**

Perumusan masalah dilakukan setelah melakukan survey awal yaitu kunjungan langsung ke pabrik, melakukan studi lapangan dan studi literatur. Kemudian menentukan tujuan penelitian yang merupakan sasaran yang akan dicapai pada penelitian. Untuk mencapai tujuan pemecahan masalah maka tahapan yang diperlukan adalah pengumpulan data dan dilakukan pengolahan data. Setelah data diolah kemudian melakukan analisis pemecahan masalah, dalam hal ini dilakukan tahapan-tahapan mendefinisikan permasalahan menggunakan 5W + 1H dan dilanjutkan dengan membuat pareto diagram agar terlihat mana dari defect (cacat) produk yang menjadi prioritas penanganan.

Secara simultan dilakukan pengukuran permasalahan yaitu dengan menggunakan peta kendali P (P Chart) kemudian melakukan pengujian kapabilitas proses yaitu dengan perhitungan Cpk, DPMO dan menghitung pula sigma level agar jelas terlihat apakah proses produksi masuk kategori baik atau perlu perhatian khusus perbaikan.

Untuk mendapatkan akar dari penyebab kecacatan, dilakukanlah analisis mempergunakan fishbone diagram dan dilanjutkan dengan 5 why.

Hasil dan Pembahasan

Perusahaan bergerak dalam bidang Serat Sintetis dan Tekstil, dimana produksi awal perusahaan ini dimulai tahun 1973 sebesar 184 ton/bulan Nylon Filament dan Staple Fibre, kemudian bertambah menjadi : Nylon Filament 610/bulan dan Polysterer Fiber 1220 ton/bulan pada tahun 1974. Perusahaan secara terus menerus melakukan pengembangan baik dari segi jumlah produksi maupun jenis produksi. Mengikuti situasi dan perkembangan pasar, sehingga hasil produksinya selama 2 bulan terakhir adalah untuk Nylon Filament Yarn sebesar 1350 Ton/M, Polyester Staple Fibre sebesar 6000 Ton/M dan Polyester Filament Yarn 1250 Ton/M. Data tersebut menunjukkan perkembangan produksi yang begitu pesat. perusahaan mendistribusikan produknya untuk dalam negeri dan luar negeri seperti pada Negara Malaysia, Singapore, dan beberapa Negara Asia lainnya termasuk Jepang.

Proses Produksi Polyester Filament Chips

Produksi polyester sebanyak 6000 ton/bulan, adapun proses produksinya melalui beberapa tahapan proses sebagai berikut :

a. Proses Esterifikasi

Proses Esterifikasi merupakan sebuah proses untuk pembentukan ester dari asam

karboksilat dengan alkohol. Bahan baku PTA (Purefied Therephthalic Acid) berupa sebuah serbuk putih yang dikirim dari gudang bahan baku menuju tempat penimbangan untuk selanjutnya ditimbang sesuai kapasitas yang ditentukan. Dalam sebuah proses pembuatan chips polyester, hasil penimbangan bahan baku PTA dikirim menuju tempat PTA hopper melalui pipa-pipa dengan blower menggunakan N₂. Penggunaan N₂ sebagai gas pendorong untuk mencegah terjadinya gesekan dari PTA dengan pipa, dimana sebelum menuju hopper terlebih dahulu melewati proses bag filter yang berfungsi untuk memisahkan gas N₂ dan PTA. Untuk proses selanjutnya Etylen Glicol (EG) dikirim dari tangki penampung bahan baku EG lalu dialirkan dengan feed pump menuju EG measuring tank. Di EG measuring tank ini EG murni dicampurkan dengan EG pada proses polimerisasi.

Dalam pembuatan polyester penimbangan komposisi PTA lebih besar dibandingkan dengan jumlah EG. Di PT. ITS sendiri unit produksi chips polyester terdiri dari 8 line, dimana untuk line 1-4 (tipe chips E-900) bahan baku yang akan masuk ke reaktor esterifikasi dalam bentuk PTA serbuk, sedangkan untuk line 5-8 (tipe chips F-10F) umpan masuk ke reaktor esterifikasi berupa slurry dari tangki pencampuran antar PTA dan EG. Proses esterifikasi terjadi dengan pengadukan pada kondisi temperatur 240-250 °C dan tekanan 3 atm selama 4 jam. Untuk umpan di reaktor esterifikasi yang berupa PTA powder pemanasnya menggunakan steam pemanas jenis HPS (High Pressure Steam), sedangkan untuk umpan slurry pemanasan dalam proses esterifikasi mempergunakan HM (Heat Media). Hasil reaksi antara EG dan PTA akan membentuk slurry BHT (Bis Hidroly Therephthalat) dengan hasil sampingnya adalah air. Uap yang keluar pada sisi atas E.S reaktor di destalisasi untuk pengembalian EG yang ikut menguap bersama air.

Dimana air sebagai light key component yang titik didihnya lebih rendah dibandingkan EG (190 °) menguap terlebih dahulu, kemudian uap air dikondensikan oleh kondensor yang nantinya air tersebut ditampung kedalam dua tangki. Tangki air yang pertama air disalurkan kedalam kolom distilasi yang berfungsi untuk media pendinginan. Lalu pada tangki yang kedua air disalurkan ke water collection tank, kemudian dimurnikan kembali jika masih mengandung EG atau PTA dalam air tersebut.

Dalam proses esterifikasi, apabila kandungan air sudah tidak ada maka proses pengadukan akan berhenti dan kemudian hasilnya akan dipindahkan pada tangki polimer terlebih dahulu melalui BHT (Bis Hidroly Therephthalat) filter yang berfungsi sebagai penyaring dan pemisah hasil esterifikasi maksudnya untuk mempercepat proses esterifikasi dan untuk meningkatkan kualitas proses yang akan diproduksi.

b. Proses Polimerisasi

Proses polimerisasi dilakukan dengan reactor CSTR (*Contiunuous Stirred Tank Reactor*) pada temperatur 270-290 °C di dalam ruangan vakum, ruang vakum disebabkan penghisapan oleh steam ejection sampai pada tekanan 0-0,5 cmHg. Proses reaksi polimerisasi berlangsung selama ± 2,5 jam. Pada saat dilakukannya proses polimerisasi uap yang keluar dari reaktor kemudian dialirkan menuju conector pipe untuk dikondensasikan. Conector pipe yang dikondensasikan tadi mengandung uap dan proses selanjutnya dilewatkan eliminasi untuk memisahkan antara EG dan oligomer yang terbawa, selanjutnya EG ditampung pada EG recovery tank, selanjutnya EG akan didaur ulang menjadi bahan baku kembali.

Proses polimerisasi selanjutnya adalah mengalirkan uap air ke dalam kondensor kemudian didinginkan dengan air dengan temperatur 30 °C sebagai pendinginnya, sehingga menghasilkan air yang akan ditampung pada Hot Well. Kemudian pada proses selanjutnya lelehan polimer yang keluar dari reaktor lalu diproses cutting sehingga akan berbentuk chips polimer. Lelehan kemudian dialirkan menuju drum silinder dengan chips cutter, setelah itu chips polimer dipotong dengan memberikan semprotan air ke chips tersebut untuk mendinginkannya. Setelah chips polimer itu jadi kemudian chips ditampung ke chips hopper dan disimpan di dalam bunker.



Gambar 5
filament chips yang sudah jadi

Setelah chips polimer sudah jadi proses selanjutnya adalah chips polimer akan

mengalami proses vanning chips atau blending chips yang bertujuan agar mendapatkan chips dengan kualitas yang memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan. Chips untuk film dari hopper yang disimpan sesuai dengan batch produksinya di blending dengan chips dari hopper lainnya. Kemudian chips polimer terlebih dahulu melewati magnet separator, selanjutnya di simpan dalam silo (tempat chips polimer yg sudah jadi).

Untuk pembuatan film PET (polyethylene terephthalate), chips yang telah diblend kemudian dilelehkan melewati ekstruder untuk memperoleh chips dengan keseragaman warna dan kualitas yang telah ditentukan. Kemudian lelehan yang keluar ekstruder selanjutnya di potong sesuai dengan ukuran chips yang telah ditentukan.

Proses Spinning

Spinning adalah proses pengolahan chips polyester menjadi bentuk serat (filament fiber). Proses spinning ini terbagi menjadi 3 tahapan :

1. Drying

Drying adalah langkah pertama dalam proses spinning. Tujuan dari drying adalah untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam chips polyester dengan menggunakan rotary vacuum dryer, semula kandungan air (moisture content) dalam wet chips berkisar 0,05-0,2 % diubah menjadi dry chips dengan kandungan air sebesar 0,001-0,010 %.

Wet chips yang dihasilkan dari proses polimerisasi yang telah disimpan di dalam bunker berkapasitas 200 ton dikirim ke silo dengan kapasitas 500 ton, selanjutnya dialirkan dengan blower menuju WBS (weight bin scale) untuk ditimbang sesuai dengan project : 1P (seberat 3 ton) atau 2P (seberat & ton). Setelah itu wet chips dikeringkan dalam rotary vacuum dryer dengan kecepatan perputaran 44 rpm dan dipanaskan pada suhu 150 °C selama ± 4-5 jam dengan menggunakan steam bertekanan 10 kg/cm²G. Pada vacuum dryer digunakan sistem jaket sebagai menginsulasi panas, selain itu dalam vacuum dryer ini juga diinjeksikan gas N₂ untuk mengikat gas O₂ agar tidak mengoksidasi chips polimer.

2. Spinning

Pada proses spinning ini dry chips yang ada di storage tank dialirkan sedikit demi sedikit menuju ekstruder untuk dilelehkan menjadi melt polyester dengan suhu proses ekstrusi sebesar 290 °C. Ekstruder yang digunakan untuk melelehkan chips polyester ini menggunakan jenis single screw, untuk project

1P menggunakan 4 buah extruder single screw dan untuk 2P menggunakan 2 buah extruder single screw. Proses ekstrusi chips polyester di dalam ekstruder ini juga di injeksikan gas N² sebesar 2 Nm³/H untuk 1P dan 5 Nm³/H untuk 2P, sedangkan tekanan dalam extruder dijaga sebesar 70kg/Cm³ untuk 1P dan 75kg/Cm³ untuk 2P. Penginjeksian gas N² ini dimaksudkan untuk mengurangi kandungan air di dalam polimer. Lelehan polimer yang akan keluar dari ekstruder dilewatkan manifold yakni pipa yang dibuat panas untuk menaikkan viskositasnya sampai nilai tertentu dan melewati lelehan polyester dari ekstruder menuju ke spinblock dengan suhu berkisar 280 °C.

Polyester yang mengalami pemanasan akan meleleh melewati spinneret yang terdapat di spinblock, yang sudah didesain agar kedap udara dan dilengkapi dengan heat media untuk pemanasan yang diatur pada temperatur 281 °C agar lelehan PET (polyethylene terephthalate) tersebut tercampur rata. Lima spinblock yang memiliki temperatur 285-290 °C, pada blok terakhir atau ke - 5 terdapat T-Zone. Pada T-Zone terdapat dowterm untuk mendinginkan lelehan polimer sehingga berubah bentuknya menjadi filamen. Dengan bantuan gear pump, lelehan PET dialirkan kedalam pack yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang berada didalam spinning melt. Selain itu, pack juga berfungsi untuk meratakan aliran dari lelehan PET serta mengubah lelehan PET (spinning melt) menjadi bentuk utas - utas benang filament ketika lelehan PET tersebut melewati ekstruder pada bagian lubang kecilnya (spinneret). Gear pump adalah suatu yang secara tepat dan akurat mengukur sekaligus menguapkan spinning melt dengan menggunakan 2 gear dimana volume supply diatur oleh kecepatan putaran gear tersebut.

Pada pack itu sendiri terjadi sistem himneyet yaitu chimney yang mengeluarkan angin melalui net (lubang pembuangan). Filament Polyester yang keluar dari spinneret didinginkan dengan udara pendingin dari chimney ini dengan temperatur 20 °C. Angin yang dikeluarkan dari chimney sifatnya lurus sehingga pada kedua sisinya tersebut terjadi proses pendinginan. Disini filament didinginkan dengan udara dingin secara cross current agar luas perpindahan paras menjadi lebih besar tanpa mengganggu jalannya filament keluar dari spinneret. Kondisi seperti ini dijaga agar tetap konstan karena akan mempengaruhi produk yang akan dihasilkan.

3. Take Up

Take Up adalah proses terakhir dari sebuah proses spinning. Take Up dimulai dari proses oiling roll. Pemberian oil pada filament polyester berguna untuk mengurangi gerak elektrostatis dan friksi antara metal (roll) dengan filament serta antara filament yang lainnya. Selain itu fungsi lain dari pemberian oli adalah untuk menyatukan filament dan membuat benang menjadi halus serta tidak berbulu.

Setelah benang diberi oil kemudian disebut dengan sub tow yaitu kumpulan masing - masing filament per spindle. Proses selanjutnya sub tow ditarik oleh gooded roll. Filament yang telah mengalami penarikan oleh gooded roll selanjutnya diarahkan oleh free roll menuju capstain roll untuk kemudian ditarik kembali.

Capstain sendiri terdiri dari 8 buah roll yang masing - masing roolnya mempunyai kecepatan yang sama yaitu 1615 rpm. Selanjutnya gear wheel, sub tow ditarik dan digulung dalam can coller sampai pada ukuran tertentu yang selanjutnya akan memasuki tahap atau proses after treatment.

Proses After treatment

Hasil dari proses spinning yang berupa sub tow yang ditampung di dalam can sebelum melanjutkan proses after treatment di simpan selama 6 jam bertujuan agar terjadi kondisi yang stabil. Dalam can yang sudah di diamkan selama 6 jam dilewatkan ke creel sebagai penghantar dan pre discbach. Disini polimer yang berbentuk filament diberi oil yang berfungsi sebagai pencuci dan supaya tidak terjadi elektrostatis. Lalu masuk ke bagian draw roll box 1 berputar lebih lambat dari pada draw roll box 2 sehingga terjadi penarikan menjadi 3,97 pada HS (Harmonized System) showers dan diantara penarikan dipanaskan pada FS (Fire Support) bath pada suhu 80 - 85 °C masuk ke draw roll box 3 dan kemudian ke hot drum. Di hot drum terjadi penarikan pada filament, kemudian filament tersebut konstan dalam temperatur 212 °C dan dikeluarkan ke colling shower dan terjadi pendinginan dengan air dan langsung ke draw roll box 4 dan stacker roll sebagai penghantar filament masuk ke sten am conditioner dan kemudian dipanaskan pada suhu 90 °C lalu masuk ke crimmer. Di crimmer terjadi pengeritingan yang bertujuan untuk mempermudah pemintalan lalu masuk kedalam relation dryer. Pada relation dryer terjadi pengeringan dengan suhu 65 °C, dimana satu meter ditempuh dalam waktu 138 detik. Kemudian ditarik melalui roll ke spray box yang berfungsi untuk mengatur kandungan oil pada filament yang berfungsi untuk mempermudah proses pemintalan

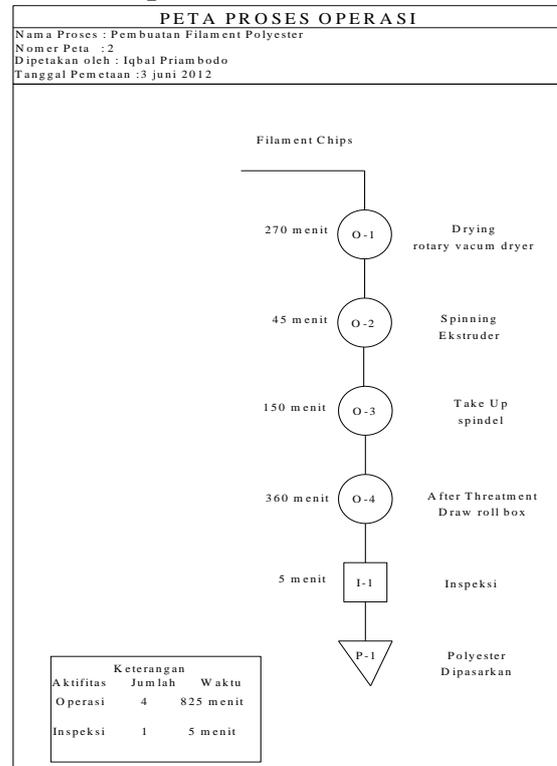
dan juga untuk menambah kekuatan filament dan langsung masuk ke cutter.

Pemotongan filament dilakukan oleh pisau dengan bantuan rotor dengancara menekan filament pada rotornya. Nomor pisau yang dipakai adalah no 38 yang artinya untuk mengatur panjang straple dan milimeter dengan jumlah pisau 51. Setelah dilakukan pemotongan kemudian dikirimkan ke tempat nagian pengepakan yang sebelumnya ditimbang sesuai dengan pesanan sekitar 300 kg yang kemudian dilakukan packing dan langsung dikirim ke gudang staple dan siap dipasarkan.

Adapun bagian-bagian dari proses staple fiber meliputi sebagai berikut:

- a. Drawing, dilakukan sampai hasilnya 3 - 4,5 kali proses serentak dengan pemansan agar mudah ditarik dengan suhu 100 - 200 °C dan kecepatan draw roll box 3 – 4,5 kali lebih besar dari putaran tension roll.
- b. Heat setter, melakukan pemanasan dengan pemanasan pada serat tetapi akibatnya penyerapan air berkurang. Proses ini dilaksanakan dengan melewati tow filament diatas permukaan roll – roll yang dipanaskan dengan steam dalam keadaan tegang.
- c. Crimper, proses pengeritingan mula – mula tow dipanaskan pada suhu 75 – 95 °C dengan steam, kemudian dilewatkan di dalam mesin crimmer, berupa sepasang roll berputar dengan celah. Dibelakang roll ada box dengan pintu yang diberi pemberat, jika box telah padat dengan lipatan tow maka terjadilah helai – helai benang.
- d. Drying tow, dari proses treatment awal kadar air dalam row masih tinggi sekitar 15 % harus diturunkan mencapai 0,5 – 1 %. Pengeritingan ini dilakukan dengan mesin conveyor dryer pada temperatur ± 150 °C.
- e. Oiling, proses spinning mills dan weaving penuh dengan mekanisme gesekan. Untuk menghindari muatan listrik statis serat – serat ini perlu diberi oil anti statik dan juga untuk mengurangi gesekan atau friksi yang terjadi. Proses ini dilaksanakan dengan pencelupan.
- f. Cutting, bentuk panjang staple disesuaikan dengan komponen blending lain. Panjang setiap staple berkisar 38 – 64 mm. Pemotongan oleh mesin cutter dilengkapi dengan pisau yang berputar sehingga tow terpotong dengan panjang yang telah ditentukan.
- g. Baling, serat – serat bentuk staple ditimbang sesuai dengan bentuk ball (1 ball + 300 kg). Tow selanjutnya dibungkus dengan dua lipatan dalam polypropilene pada bagian luar, packaging dilakukan oleh mesin pengepakan.

Peta Proses Operasi Pembuatanpolyester Filament Chips



Gambar 6
Peta Proses Operasi

Pengendalian Kualitas

Kualitas produk merupakan bagian penting yang perlu dan sangat penting diperhatikan karena baik atau buruknya sebuah produk tersebut akan dinilai langsung oleh para konsumen. Karena kualitas itu sendiri gabungan antara seluruh produk dan jasa mulai dari riset pasar, rekayasa pembuatan sampai pada pemakaian dan pemeliharaan sehingga produk atau jasa tersebut memenuhi harapan para pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian kualitas produk yang dihasilkan agar dapat bersaing di pasaran.

Adapun tahapan yang dilakukan oleh perusahaan untuk pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian mutu bahan baku
2. Pengendalian proses
3. Pengendalian mutu produk jadi

Pengendalian tersebut dilakukan dengan cara melakukan pengujian di laboratorium pengendalian mutu perusahaan. Pengujian dilakukan oleh departemen pengendalian kualitas yang bertugas untuk mempertahankan kualitas produk

yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang sudah ditentukan oleh perusahaan.

Pengendalian Mutu Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi suatu produk perlu diperhatikan kualitasnya, hal ini sangat penting karena akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu perhatian khusus untuk mendapatkan suatu produk yang berkualitas terutama adalah memperhatikan bahan bakunya dan bahan baku tersebut harusnya yang baik dan berkualitas. Berikut adalah pengujian yang dilakukan:

a. EG (ethylene glycol), sifat – sifat yang harus diuji pada EG adalah :

1. Penampilan, pengujian dengan melihat penampilan EG yang dilakukan secara visual seperti bentuk EG.
2. Bau, pengujian yang dilakukan untuk menentukan dan mengetahui bau dari EG yang akan digunakan.
3. Warna, pengujian terhadap warna dari EG akan menggunakan sebuah mesin warna hazen untuk melakukan uji tersebut agar dapat mengetahui warna dari EG.
4. Kadar Air
Pengujian terhadap kadar air yang terkandung dalam EG nilainya harus sesuai dengan kadar air yang telah ditentukan.
5. Klor
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kandungan klor dalam EG. Jika terdapat kandungan klor maka kandungannya harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan.
6. Besi
Pengujian untuk mengetahui kadar besi /Fe dalam EG. Pengujian ini sama dengan dengan pengujian klor, jika terdapat kadar Fe maka harus sesuai standar yang telah ditentukan.
7. Kadar Asam
Pengujian terhadap kadar asam dalam EG. Kadar asam ini timbul dikarenakan sifat dan bahan nilainya tidak boleh lebih dari nilai yang sudah ditentukan.
8. Distalasi
Pengujian yang dilakukan untuk menentukan titik didih pada EG. Pengujian sifat-sifat dari EG dilakukan di laboratorium untuk selanjutnya di analisa nilai dari EG yang digunakan.

b. PTA (Pure Terephthalat Acid)

Sifat – sifat yang harus diuji pada PTA adalah :

1. Penampilan

Pengujian penampilan dari PTA yang juga dilakukan secara visual seperti pengujian EG.

2. Warna APHA

Pengujian untuk melihat warna dari PTA dengan menggunakan mesin warna APHA. Pengujian ini harus memenuhi standar yang telah ditentukan agar dapat diperoleh kualitas warna produk yang dihasilkan.

3. Ukuran partikel

Pengujian terhadap ukuran partikel PTA, dimana PTA harus berukuran kecil dan berbentuk serbuk.

4. Kadar Air

Pengujian yang dilakukan untuk dapat mengetahui kadar air didalam PTA. PTA yang digunakan harus dalam keadaan kering dan mengandung sedikit air sesuai standar yang ditentukan.

5. Kadar Asam

Pengujian terhadap kadar asam dalam PTA. Pengujiannya hampir sama dengan pengujian di ethylene glycol.

6. Logam

Pengujian kadar logam dalam PTA agar nantinya tidak mempengaruhi proses polimerisasi.

Pengujian sifat – sifat di atas juga dilakukan oleh laboratorium untuk dianalisa nilai dari PTA yang digunakan.

Pengendalian Proses

Kualitas dari suatu produk merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan. Untuk mendapatkan kualitas yang baik, yang perlu dilakukan adalah pengendalian proses. Hal ini dapat dilakukan dengan cara pengambilan sampel – sampel pada beberapa bagian proses yang kemudian dikirimkan ke laboratorium kimia untuk dianalisa. Pengendalian proses yang dilakukan pada saat proses produksi adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Pasta

Proses pembuatan pasta dilakukan dengan cara menggabungkan PTA dan EG dengan perbandingan tertentu. Pasta tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan film (chip tipe F – 10F). Pasta yang akan telah dibuat kemudian diambil sampelnya untuk dikirimkan ke laboratorium kimia. Pasta tersebut kemudian di analisa kandungannya apakah sesuai dengan yang telah ditentukan.

2. Bagian spinning

Sample yang digunakan melakukan pengujian adalah sub tow, sub tow adalah kumpulan dari

filament – filament yang telah melewati gear wheel. Pengujian tersebut dilakukan menggunakan Vakum meter dengan tingkat spesifikasinya mencapai 0,005 Pa (pascal).

3. Bagian After Treatment

Sample yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah staple fiber dengan menggunakan alat penguji Mios B Rules. Pengujian ini dapat dilihat dari bentuk Polyester Staple Fiber yang dihasilkan terdapat kerusakan atau tidak.

Pengendalian Mutu Produk Jadi

Produk akhir yang diproduksi adalah kapas sintetis. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- ❖ Pengujian warna, dimana kualitas warna tersebut harus memenuhi standar yang telah ditentukan. Pengujian warna dilakukan dengan melihat *filament chips*, warna putih adalah yang sesuai spesifikasi dan warna *filament chips* yang kekuningan adalah yang belum masuk spesifikasi.
- ❖ Pengujian kandungan air / kadar air, uji ini dilakukan untuk mengetahui kapas yang dihasilkan dalam keadaan kering atau tidak.
- ❖ Pengujian panjang serat, kehalusan dan kekuatan serat. Pengujian tersebut dilakukan agar menghasilkan produk yang baik dan dapat memenuhi apa yang diinginkan oleh konsumen.

Data Jenis cacat (Check Sheet)

Data *check sheet* digunakan untuk dapat mengetahui jenis cacat yang ada. Metode penarikan sample yang digunakan adalah sample sistem timer, yang pertama sample sistem timer continous dan yang kedua sample sistem timer batch. Sample sistem timer continous proses penarikan sampelnya dilakukan setiap 2 jam sekali dan sample sistem

timer batch proses penarikan sampelnya dilakukan setiap 14 menit sekali dan dalam satu hari kerja diberlakukan 3 shift. Sedangkan data yang diambil dalam proses produksi *chips* ini menggunakan sistem timer batch yang dilakukan setiap 14 menit sekali setiap subgroupnya.

Jenis cacat yang diidentifikasi adalah jenis cacat warna dan cacat berat. Jenis cacat warna data yang diperoleh adalah data atribut sedangkan jenis cacat berat data yang diperoleh adalah data variabel pada produk *chips*. Data yang diambil selama 30 hari produksi yang merupakan sampel acak dan diambil dua bulan terakhir.

Jenis cacat warna adalah adanya warna kekuningan pada *filament chips*, karena perusahaan *filament chips* yang berkualitas harus berwarna putih. Untuk membedakan warna pada *Filament chips* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 7
Perbedaan warna *filament chips*

Sedangkan cacat berat adalah penyimpangan ukuran berat pada *filament chips*, dimana perusahaan menetapkan spesifikasi berat *filament chips* pada rentang 2,8 mg – 2,85 mg. Sumber data yang diperoleh di PT. XXX pada periode 2014.

Tabel 2
Data Jenis Cacat dan Jumlah Cacat

Hari	subgroup	data cacat warna		berat (mg)	data cacat berat	
		ket kecacatan	jumlah cacat		ket kecacatan	jumlah cacat
1	1	tidak cacat		2,832	tidakcacat	
	2	Cacat		2,796	cacat	
	3	tidak cacat	1	2,838	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,819	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,829	tidakcacat	
2	1	Cacat		2,846	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,800	tidakcacat	
	3	tidak cacat	2	2,829	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,845	tidakcacat	
	5	Cacat		2,821	tidakcacat	
3	1	tidak cacat		2,850	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,840	tidakcacat	
	3	Cacat	1	2,819	tidakcacat	2
	4	tidak cacat		2,851	cacat	
	5	tidak cacat		2,843	tidakcacat	
4	1	tidak cacat		2,834	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,847	tidakcacat	
	3	tidak cacat	1	2,835	tidakcacat	0
	4	Cacat		2,822	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,846	tidakcacat	
5	1	tidak cacat		2,822	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,837	tidakcacat	
	3	tidak cacat	0	2,818	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,854	cacat	
	5	tidak cacat		2,828	tidakcacat	
6	1	tidak cacat		2,823	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,855	cacat	
	3	tidak cacat	0	2,825	tidakcacat	2
	4	tidak cacat		2,877	cacat	
	5	tidak cacat		2,827	tidakcacat	
7	1	tidak cacat		2,831	tidakcacat	
	2	Cacat		2,844	tidakcacat	
	3	tidak cacat	1	2,821	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,832	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,812	tidakcacat	
8	1	tidak cacat		2,810	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,840	tidakcacat	
	3	tidak cacat	0	2,825	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,822	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,807	tidakcacat	
9	1	tidak cacat		2,831	tidakcacat	
	2	Cacat		2,808	tidakcacat	
	3	tidak cacat	1	2,814	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,845	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,835	tidakcacat	
10	1	Cacat		2,826	tidakcacat	
	2	Cacat		2,799	cacat	
	3	tidak cacat	2	2,837	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,823	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,822	tidakcacat	
11	1	tidak cacat		2,857	cacat	
	2	tidak cacat		2,847	tidakcacat	
	3	tidak cacat	0	2,799	cacat	2
	4	tidak cacat		2,841	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,838	tidakcacat	
12	1	tidak cacat		2,857	cacat	
	2	tidak cacat		2,807	tidakcacat	
	3	tidak cacat	0	2,828	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,842	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,805	tidakcacat	
13	1	tidak cacat		2,803	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,842	tidakcacat	
	3	tidak cacat	1	2,813	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,822	tidakcacat	
	5	Cacat		2,833	tidakcacat	
14	1	tidak cacat		2,804	tidakcacat	
	2	tidak cacat	0	2,821	tidakcacat	0
	3	tidak cacat		2,833	tidakcacat	
	4	tidak cacat		2,850	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,838	tidakcacat	
15	1	tidak cacat	0	2,788	cacat	2

Minimasi Cacat Produk Filament Chips dengan Penerapan Metoda Six Sigma

	2	tidak cacat		2,819	tidakcacat	
	3	tidak cacat		2,815	tidakcacat	
	4	tidak cacat		2,866	cacat	
	5	tidak cacat		2,807	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,818	tidakcacat	
16	2	tidak cacat		2,822	tidakcacat	
	3	Cacat	2	2,843	tidakcacat	0
	4	Cacat		2,846	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,841	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,814	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,831	tidakcacat	
17	3	Cacat	1	2,851	cacat	1
	4	tidak cacat		2,805	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,842	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,839	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,843	tidakcacat	
18	3	tidak cacat	0	2,844	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,876	cacat	
	5	tidak cacat		2,837	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,802	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,883	cacat	
19	3	tidak cacat	0	2,849	tidakcacat	2
	4	tidak cacat		2,814	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,862	cacat	
	1	tidak cacat		2,814	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,827	tidakcacat	
20	3	tidak cacat	1	2,847	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,826	tidakcacat	
	5	Cacat		2,859	cacat	
	1	Cacat		2,814	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,815	tidakcacat	
21	3	tidak cacat	1	2,814	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,859	cacat	
	5	tidak cacat		2,816	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,845	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,818	tidakcacat	
22	3	tidak cacat	0	2,837	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,815	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,831	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,845	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,830	tidakcacat	
23	3	Cacat	1	2,828	tidakcacat	0
	4	tidak cacat		2,803	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,809	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,783	cacat	
	2	tidak cacat		2,821	tidakcacat	
24	3	tidak cacat	0	2,813	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,813	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,834	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,843	tidakcacat	
	2	tidak cacat		2,794	cacat	
25	3	tidak cacat	0	2,806	tidakcacat	2
	4	tidak cacat		2,854	cacat	
	5	tidak cacat		2,848	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,797	cacat	
	2	tidak cacat		2,815	tidakcacat	
26	3	tidak cacat	0	2,859	cacat	2
	4	tidak cacat		2,820	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,816	tidakcacat	
	1	Cacat		2,830	tidakcacat	
	2	Cacat		2,820	tidakcacat	
27	3	tidak cacat	2	2,825	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,838	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,860	cacat	
	1	tidak cacat		2,792	cacat	
	2	tidak cacat		2,823	tidakcacat	
28	3	tidak cacat	0	2,815	tidakcacat	1
	4	tidak cacat		2,841	tidakcacat	
	5	tidak cacat		2,826	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,842	tidakcacat	
29	2	tidak cacat	0	2,814	tidakcacat	1
	3	tidak cacat		2,818	tidakcacat	
	4	tidak cacat		2,851	cacat	
	5	tidak cacat		2,806	tidakcacat	
	1	tidak cacat		2,860	cacat	
	2	tidak cacat		2,805	tidakcacat	
30	3	tidak cacat	1	2,831	tidakcacat	2
	4	Cacat		2,798	cacat	
	5	tidak cacat		2,836	tidakcacat	

Sigma dengan tahapan DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*).

Pengolahan Data

Tahap Define

Penerapan *Six Sigma* yang pertama adalah tahapan *Define*, tahapan yang pertama ini akan mengulas mengenai kerangka kerja untuk melakukan tahapan *Six Sigma*, karena *Six Sigma* adalah sebuah proses untuk memulai proses tersebut harus memiliki sebuah kerangka konsep yang jelas. Tujuan dari tahapan *Define* adalah untuk merencanakan atau menemukan bagaimana permasalahan itu bisa terjadi. Untuk itu metode yang akan digunakan adalah Metode 5W+1H dan *Pareto Chart*.

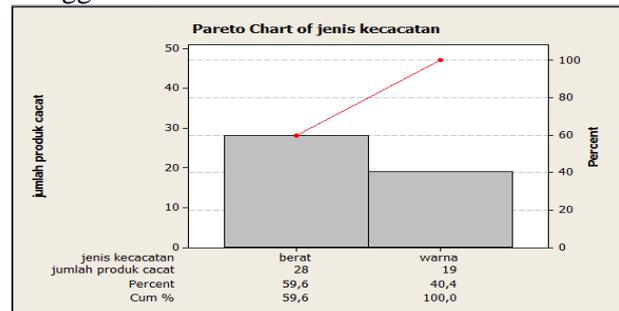
Metode 5W+1H

Dibawah ini akan menjelaskan langkah – langkah dalam menggunakan Metode 5W+1H sebagai berikut:

1. *What* (rencana/tindakan apa yang akan dilakukan).
Rencana/tindakan yang akan dilakukan pada produk *filament chips* yang ada di perusahaan adalah meminimalkan jumlah cacat.
2. *When* (kapan pelaksanaan rencana tindakan tersebut)
Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 November sampai 19 Desember 2014 data yang diambil selama 30 hari produksi yang merupakan sampel acak.
3. *Who* (siapa yang bertanggung jawab pelaksanaan)
Didalam melaksanakan penelitian ini yang bertanggung jawab adalah Dosen Universitas Esa Unggul Jurusan Teknik Industri yang telah diberikan kesempatan dan kepercayaan oleh PT. XXX.
4. *Why* (mengapa rencana tersebut dipilih)
Untuk meminimalkan jumlah produk yang cacat berat serta meningkatkan kualitas produk *filament chips*. Selain itu agar dapat menurunkan biaya produksi dan meningkatkan kepuasan konsumen.
5. *Where* (dimana rencana tersebut dilaksanakan)
Rencana untuk melakukan penelitian adalah di perusahaan pada proses produksi *filament chips*.
6. *How* (bagaimana tindakan tersebut dilaksanakan)
Bagaimana tindakan untuk meminimalkan jumlah cacat yang terjadi pada produk *filament chips*. Untuk meminimalkan jumlah cacat pada produk *filament chips* digunakan Metode *Six*

Pareto Chart

Diagram pareto digunakan untuk dapat mengidentifikasi jenis cacat terbesar pada produk *filament chips* sehingga penyebab cacat pada produk *filament chips* dapat teridentifikasi dan dapat diatasi. Selanjutnya pengolahan data menggunakan software Minitab dengan langkah *Stats - Quality Tools - Pareto Chart*. Berikut hasil pengolahan data menggunakan software:



Gambar 8

Diagram Pareto Chart produk *filament chips*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa jenis cacat berat mempunyai frekuensi cacat tertinggi dibandingkan dengan cacat warna dengan presentase sebesar 60 %.

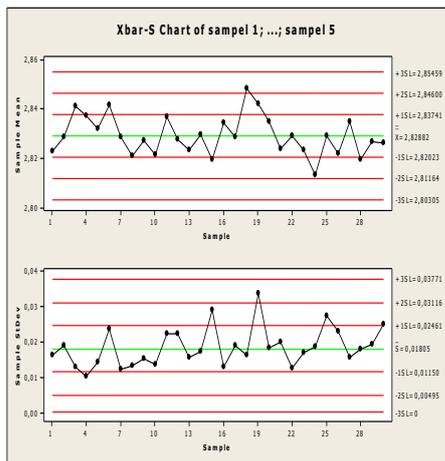
Tahap Measure

Setelah melakukan tahapan *Define*, tahapan selanjutnya adalah tahapan *Measure* untuk melakukan pengukuran terhadap proses yang terjadi yang berhubungan dengan kualitas pada tahapan ini. Selanjutnya peneliti melakukan perhitungan untuk mengamati tingkat kapabilitas proses produksi yang telah dicapai oleh peta kendali, perhitungan indeks kapabilitas dan perhitungan sigma level.

Control Chart jenis cacat berat produk *filament chips*

Jenis cacat *berat* adalah jenis cacat dengan frekuensi tertinggi yang ada didalam produk ini. Meskipun telah mengetahui faktor-faktor penyebabnya, haruslah mengetahui kestabilan prosesnya. Sehingga dapat menjadi acuan apakah *improvement* yang dilakukan telah efektif atau tidak.

Berdasarkan tabel terlihat bahwa jumlah sub-group melebihi 10 sub-group, artinya control chart yang digunakan adalah *Xbar - S chart*.



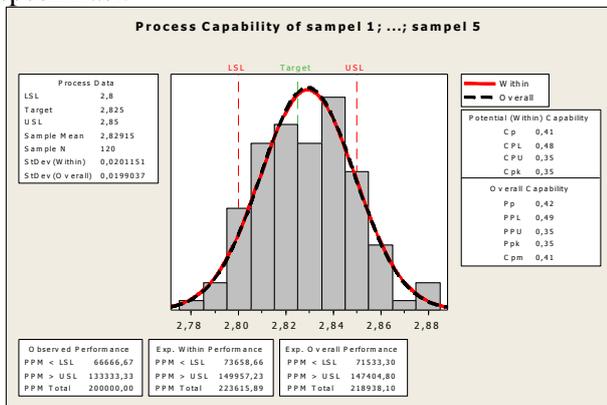
Gambar 9

Peta untuk Xbar – S chart untuk cacat berat.

Berdasarkan chart, tidak ada satupun titik yang berwarna merah yang artinya apabila software minitab memunculkan titik merah dari salah satu subgroup berarti terjadi ketidakstabilan proses.

Capability Analysis

Kapabilitas suatu proses menggambarkan seberapa uniform proses tersebut. Analisis kapabilitas proses membandingkan kinerja suatu proses dengan spesifikasinya. Kita menyatakan suatu proses memiliki kapabilitas bila semua nilai variabel yang mungkin jatuh dalam batas spesifikasi.



Gambar 10

Capability Analysis

- Cp = Indeks kemampuan proses untuk menghasilkan produk *chips* yang sesuai dengan yang ditentukan Perusahaan. Dimana apabila dibawah 1,33 maka produks chips tersebut tidak mampu memenuhi sesuai standar yang telah ditentukan oleh perusahaan karena Cp yang diperoleh hanya 0,41 yang artinya masih belum memenuhi standar.
- Cpl = Indeks kemampuan dari LSL dengan nilai yang diperoleh 0,48.
- Cpu = Indeks kemampuan dari USL dengan nilai yang diperoleh 0,35

- Cpk = Indeks kemampuan terendah antara Cpl dan Cpu dengan nilai yang diperoleh 0,35.

Perhitungan Defect Per Million Opportunities (DPMO)

Perhitungan DPMO menggunakan seperti terlihat dibawah ini:

$$Z = \frac{USL - \mu}{\sigma} + \frac{\mu - LSL}{\sigma}$$

$$= \frac{2,85 - 2,82915}{0,0201151} + \frac{2,82915 - 2,8}{0,0201151}$$

$$= 1,03653 + 1,44916 = 2,48569 = 2,49 \text{ (dibulatkan ke atas)}$$

$$DPMO = P(Z > 2,49) * 1.000.000$$

$$= (1 - P(Z < 2,49)) * 1.000.000$$

$$= (1 - 0,993612) * 1.000.000$$

$$= 0,006387 * 1.000.000$$

$$= 6387 \text{ ppm}$$

$$\text{Level Sigma} = Z + 1,5$$

$$= 2,49 + 1,5$$

$$= 3,99\sigma$$

DPMO : Jumlah cacat dalam satu juta kesempatan (*Defect Per Million Opportunities*).

Z : Peubah acak normal

USL : Batas atas spesifikasi

LSL : Batas bawah spesifikasi

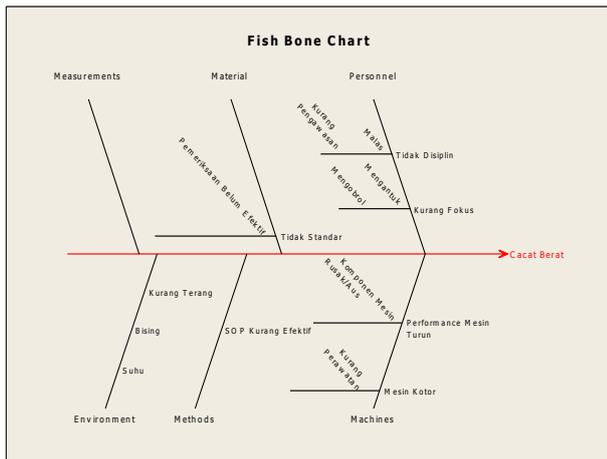
μ : Rata - rata

σ : Standart Deviasi Within (antar subgroup)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa proses produksi Filament Chips menghasilkan nilai DPMO sebesar 6387 ppm (part per million) dengan sigma level sebesar 3,99 sigma.

Tahap Analyze

Setelah melakukan pengolahan data menggunakan *Pareto Chart* diperoleh jenis cacat berat yang ada pada produk chips yang terdeteksi paling banyak dengan frekuensi 60 %. Selanjutnya langkah untuk membuat Fish Bone Diagram menggunakan software Minitab. Untuk memperoleh beberapa data tentang faktor penyebab cacat berat maka dilakukan pengamatan langsung ke lapangan tempat proses produksi *filament chips* yang sedang diproses dan diskusi dengan pihak yang berkompeten di perusahaan.



Gambar 11
Fish Bone Chart

Personel

Personel / Operator atau yang lebih biasa disebut operator memegang peranan yang penting dalam setiap proses pembuatan sebuah produk chips di perusahaan oleh karena itu kesalahan atau ketidak disiplin harus diminimalkan untuk dapat menghindari produk cacat.

- **Tidak Disiplin**
Para operator harus lebih teliti dan disiplin dalam menjalankan pekerjaannya agar semua mesin yang akan digunakan dapat bekerja sesuai dengan standar yang ada. Salah satu pengawasan didalam pabrik yang diabaikan oleh operator akan menjadikan sebuah kebiasaan yang buruk dan menjadikan operator bekerja kurang maksimal.
- **Kurang Fokus**
Faktor yang sering terjadi oleh operator adalah kurangnya fokus pada setiap pekerjaannya ,dalam mengatur mesin yang bekerja secara otomatis harus selalu diperhatikan paramater yang ada disetiap mesin. Penyebab operator yang kurang fokus disebabkan kadang-kadang ada rekan operatornya yang lewat dan mengobrol dengan dirinya. Tentunya bila operator tersebut mengantuk akan menyebabkan operator tersebut mengantuk dan kerjanya kurang optimal.

Machine

Mesin adalah merupakan komponen dalam sistem manufaktur yang sangat vital karena memberi nilai tambah pada bahan baku. Mesin bisa bekerja tidak efektif disebabkan oleh:

- **Performance Mesin Turun**
Penyebab terjadinya penurunan performance mesin ditandai dengan ketidakvalidan penunjuk paramater sebuah mesin. Performance mesin turun bisa dikarenakan pemakaian yang terus menerus sehingga adanya komponen yang aus

atau kemampuannya mulai berkurang bahkan rusak. Satu komponen rusak maupun aus akan menurunkan performance mesin dalam menghasilkan produk yang berkualitas.

- **Kurang Perawatan**
Mesin kurang perawatan disebabkan oleh tidak dijadwalkannya perawatan mesin yang teratur. Mesin juga seperti manusia di mana pada suatu saat perlu “istirahat” dan diberikan perawatan seperti pelumas dan lain-lain. Pada kondisi di perusahaan, kadang mesin diabaikan perawatannya karena ingin mengejar target produksi.

Environment

- **Suhu**
Suhu didalam ruangan pabrik yang panas dapat mempengaruhi kualitas pekerja para operator selain itu suhu yang panas dapat berpengaruh terhadap kesehatan operator tersebut. Akibat yang akan ditimbulkan pada suhu panas pabrik adalah dapat mempengaruhi kualitas produk dan akan dapat menimbulkan cacat.
- **Suara Bising**
Suara bising yang ditimbulkan dari suara mesin dapat mengakibatkan kurangnya pendengaran operator dan mempengaruhi kualitas dari operator sehingga dapat menghasilkan sebuah produk yang cacat.
- **Kurang Terang**
Pencahayaannya yang kurang terang didalam sebuah ruangan pabrik disebabkan karena kurangnya cahaya lampu ,kondisi seperti ini akan dapat mempengaruhi kualitas produk yang akan dapat mengakibatkan sebuah produk cacat.

Gambaran informasi penyebab-penyebab cacat berat pada produk Filament Chips berupa 5M+1E dan Faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap masalah kecacatan pada Filament Chips dari 5M+1E. Metode yang digunakan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh adalah dengan membagikan kuisisioner kepada responden (karyawan). Responden yang mengisi kuisisioner adalah karyawan yang kompeten dan familiar dengan sistem manufaktur Filament Chips.

Berikut adalah nama karyawan beserta jabatannya yang akan mengisi formulir kuisisioner.

Tabel 3
Nama Karyawan Pengisi Kuisioner

Nama Karyawan	Jabatan
H. Elman SS	Manager Departemen
H. Bambang Suharto	Manager Seksi
Agus Jaka	Asisten Manager Seksi
Dedi S	Kepala Seksi
Mamdani	Staff Dep Polyester

Tabel 5
Hasil Wawancara 5 Why

Number Why	Pertanyaan	Jawaban
1 Why	Mengapa bahan baku tidak standar untuk cacat berat produk Filament Chips ?	Karena kriteria pemeriksaan bahan baku masih tidak spesifik
2 Why	Mengapa Pemeriksaan bahan baku masih tidak spesifik?	Karena tidak semua variabel-variabel yang mempengaruhi cacat berat tersebut diuji.
3 Why	Mengapa variabel-variabel yang mempengaruhi cacat berat tidak diuji semua?	Karena variabel kandungan air, kadar EG dalam pasta dan softening point (titik leleh) pada pasta belum bisa diuji.
4 Why	Mengapa variabel-variabel tersebut belum dapat diuji?	Karena alat / instrument pengujian belum dapat diadakan.
5 Why	Mengapa alat / instrument pengujian belum dapat diadakan	Karena terkendala biaya pengadaan alat yang sangat besar.

Tabel 4
Hasil Pengukuran Kuisioner

Nomor Pertanyaan	Nama Responden						Persentase (%)
	H. Elman SS	H. Bambang Suharto	Agus Jaka	Dedi S.	Mamdani	Total	
1	2	3	3	2	4	14	9,72
2	4	3	4	2	4	17	11,81
3	4	5	4	4	3	20	13,89
4	2	3	2	2	4	13	9,03
5	3	3	2	2	4	14	9,72
6	4	3	3	4	5	19	13,19
7	2	2	3	3	4	14	9,72
8	4	4	4	3	3	18	12,50
9	3	3	3	3	3	15	10,42
						144	100
						4	

Berdasarkan hasil kuisioner pada tabel 5. menunjukkan bahwa aspek material (pertanyaan nomor 3) yang paling berpengaruh terhadap cacat berat Filament Chips. Penyebab terakhir pada Fish Bone Diagram terutama pada aspek material adalah pemeriksaan / pengendalian kualitas material belum efektif. Pengendalian kualitas material yang belum efektif akan dikupas lebih detail dengan mencari root cause (akar penyebab) penyebab cacat berat. Metode yang digunakan adalah dengan mewawancarai responden dengan prinsip 5 Why. Responden tersebut adalah Bapak Bambang Suharto sebagai Manager Seksi karena beliau satu-satunya yang menguasai bahan baku produk Filament Chips. Berikut hasil wawancara dengan metode 5 Why.

Pada tabel hasil wawancara menunjukkan bahwa root cause dari aspek material adalah belum adanya alat/instrument pengujian material karena terkendala biaya pengadaan alat yang sangat besar.

Tahap Improve

Tahap Improve adalah tahap yang dilakukan setelah mendapat feed back dari tahap analyze, dimana tahap ini melakukan suatu tindakan perbaikan maupun tindakan pencegahan terhadap permasalahan 5M+1E (*fishbone*). Berikut adalah tahap improve yang akan dilakukan pada setiap aspek yang dijabarkan satu persatu terkecuali aspek material:

- a. Personel
Permasalahan pada manajemen sumber daya manusia merupakan permasalahan klasik di industri Indonesia. Seakan menjadi suatu budaya sehingga sulit untuk diatasi. Salah satu

negara yang mampu secara efektif dalam manajemen sumber daya manusia adalah negara Jepang. Negara Jepang mempunyai budaya disiplin yang sangat tinggi, selain itu setiap sumber daya manusia mempunyai tanggung jawab dan perhatian yang tinggi terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Hal ini yang harus diterapkan pada perusahaan, tetapi permasalahannya bagaimana teknisnya. Penulis mengusulkan perbaikannya dengan tahap berikut :

- i. Management harus melakukan management review yang dipimpin oleh Direktur. Komitmen dari Direktur perusahaan harus benar-benar diterima oleh setiap manager, staff dan supervisor dengan nilai kepedulian terhadap produktifitas terutama kualitas. Management Review juga dimulai untuk setiap aspek permasalahan tidak hanya dalam aspek Personel.
- ii. Manager / Staff kualitas melakukan training dan pembinaan yang terjadwal terhadap supervisor dan operator. Training kaizen sangat dianjurkan, dimana kaizen adalah metode orang Jepang yang memantau langsung pada kegiatan produksi dengan prinsip learning by doing sehingga operator dapat juga menemukan usulan / masukan yang bertujuan meningkat secara berkelanjutan (Continuous Improvement). Manager kualitas meningkatkan intensitas pemantauan terhadap kinerja bawahannya.
- iii. Setiap hari sebelum melakukan aktifitas produksi, manager kualitas dapat melakukan initial meeting minimal 10 menit sebelum melaksanakan produksi terhadap jajarannya dengan memfokuskan kualitas produk yang dihasilkan.
- iv. Bila perlu diadakan senam pagi setiap hari selama 10-15 menit kepada operator dan menyediakan susu kepada operator untuk menjaga kesehatan dan menambah stamina.
- v. Staff kualitas melakukan genba (peninjauan langsung di lapangan) pada saat produksi dimulai untuk memastikan tidak ada kendala pada mesin, set up, dll. Sementara supervisor terus memantau kinerja operator.
- vi. Supervisor harus bersikap tegas terhadap operator dengan profesionalitas dan tak segan-segan menegur operator yang tidak bekerja dengan benar.
- vii. Manager dapat menentukan suatu sasaran mutu dengan minimal jumlah cacat yang diperbolehkan kepada setiap operator,

sehingga apabila sasaran tersebut tercapai maka ada suatu bonus kepada operator.

- viii. ISO 9001:2008 adalah standar internasional yang mengatur sistem management kualitas. Perusahaan dapat menerapkan ISO 9001:2008 untuk meningkatkan kualitas tidak hanya produk tetapi secara sistem secara keseluruhan.

b. Machine

Mesin yang ideal untuk melakukan kegiatan produksi adalah mesin yang “sehat” artinya mesin tersebut dalam kondisi yang reliable (handal), bersih, bahan bakarnya tersedia optimal, dan adanya operator yang mampu mengoperasikannya dengan benar. Banyak perusahaan tidak *concern* terhadap sumber daya mesin sehingga variasi kualitas produk banyak dan bahkan keluar dari spesifikasi produk yang ditetapkan (produk cacat).

Untuk menjaga mesin tetap dalam keadaan yang ideal, banyak metode yang dapat diterapkan antara lain, 5 S, Total Productive Maintenance, SMED (Single Minutes Exchange Dies) dan lain-lain. Tetapi yang menjadi suatu yang sangat penting adalah adanya proses maintenance yang terjadwal dengan optimal. Artinya intensitas maintenance minimum yang dijadwalkan secara reguler. Sumber daya yang melakukan maintenance juga harus berkompeten dan dievaluasi oleh perusahaan karena proses maintenance merupakan suatu sistem.

Jika proses maintenance sudah dijadwalkan dengan reguler, tahap selanjutnya manajemen dapat menerapkan Total Productive Maintenance (TPM). TPM dapat dilakukan apabila sudah menerapkan 5 S. TPM berfokus pada perawatan mesin dan pencegahan mesin untuk menghindari deteriorated mesin (penurunan performance mesin). Suatu mesin akan diidentifikasi bagian-bagian yang potensial mengalami gangguan atau kerusakan. Setiap bagian-bagian tersebut akan diberi suatu tag visual seperti menempelkan gambar hidung pada suatu bagian mesin yang artinya apabila mencium suatu bau dari bagian mesin tersebut maka ada suatu potensial gangguan atau kerusakan mesin.

TPM membutuhkan waktu yang sangat lama untuk 100% diterapkan karena apabila operator saja tidak disiplin semuanya sia-sia. TPM mempunyai kata “Total” yang artinya butuh totalitas semua karyawan perusahaan khususnya aspek kualitas.

c. Environment

Lingkungan merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi kualitas produk secara tidak langsung. Contoh sederhananya adalah ruang panas membuat konsentrasi operator akan berkurang, dan proses tidak terkendali maka produk kemungkinan besar mengalami kecacatan.

Saran yang diberikan adalah untuk menerapkan sistem 5S untuk tindakan manajemen lingkungan. 5S merupakan suatu sistem kerja dari negara Jepang. Dimana 5S tersebut berasal dari kata-kata :

- i. *Seiri* (Ringkas), merupakan kegiatan menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan sehingga segala barang yang ada di lokasi kerja hanya barang yang benar-benar dibutuhkan dalam aktivitas kerja.
- ii. *Seiton*(Rapi), segala sesuatu harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan pada saat diperlukan.
- iii. *Seiso* (Resik), merupakan kegiatan membersihkan peralatan dan daerah kerja sehingga segala peralatan kerja tetap terjaga dalam kondisi yang baik.
- iv. *Seiketsu*(Rawat), merupakan kegiatan menjaga kebersihan pribadi sekaligus mematuhi ketiga tahap sebelumnya.
- v. *Shitsuke* (Rajin), yaitu pemeliharaan kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahap 5S.

Penerapan 5S harus dilaksanakan secara bertahap sesuai urutannya. Jika tahap pertama (*seiri*) tidak dilakukan dengan baik, maka tahap berikutnya pun tidak akan dapat dijalankan secara maksimal, dan seterusnya. Penulis juga menyarankan menerapkan sistem manajemen lingkungan berstandarkan internasional yaitu ISO 14001:2011. Implementasinya mengidentifikasi aspek lingkungan yang akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan dilakukan pengendaliannya.

Tahap Control

Tahap control adalah tahap dimana manajemen melakukan suatu kegiatan pemantauan terhadap suatu aktifitas sehingga apabila adanya ketidaksesuaian maka akan dilakukan suatu proses evaluasi kemudian hasil evaluasi akan dilakukan suatu tindakan perbaikan dan pencegahan.

Kebanyakan tahap control dalam six sigma hanya menjadikan nilai sigma sebagai tolak ukur, tetapi sebenarnya kualitas produksi adalah hasil dari sebuah sistem. Tahap control dibagi tahap control jangka pendek dan tahap control jangka panjang. Tahap control untuk jangka pendek adalah melakukan pemantauan rutin terhadap kegiatan

produksi. Contohnya supervisor melakukan pengawasan terhadap operator dan bila operator tidak disiplin maka supervisor akan memberikan teguran atau sanksi. Tahapan control jangka pendek merupakan suatu sistem kaizen. Tahap control untuk jangka panjang dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- i. Menetapkan suatu target atau sasaran untuk staff, supervisor dan operator. Contoh : Target operator adalah total produk cacat pada suatu proses yang boleh lolos ke proses lainnya adalah 2 produk selama sebulan.
- ii. Selalu melakukan dokumentasi pencapaian produk aktual dengan target.
- iii. Melakukan suatu evaluasi secara reguler misalnya 1-3 bulan antara lain mengukur Control Chart dan Capability Process, mengukur tingkat Sigma dan target aktual terhadap target yang direncanakan.
- iv. Tindakan perbaikan dan pencegahan akan ditetapkan tergantung konteks. Tahap control harus dilakukan secara total terutama dimulai dari tingkat paling bawah yaitu operator, supervisor sampai ke Top Management (Direktur).

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dalam meningkatkan mutu produk filament chips dengan metode Six Sigma adalah sebagai berikut:

1. Tahap *define* dan *measure* menunjukkan bahwa jenis kecacatan pada produk filament chips yang terbesar adalah cacat berat. Jumlah kecacatan berat pada periode 18 November sampai 19 Desember 2014 adalah 60% dari total seluruh produk filament chips yang cacat. Cacat berat akan terjadi apabila massa pada produk filament chips melebihi spesifikasi 2.80 mg – 2.85 mg.
2. Sigma Level produksi produk filament chips yang sesuai dengan spesifikasi berat mencapai 3.99 sigma dengan jumlah peluang produk yang akan mengalami cacat berat per sejuta adalah 6387 ppm. Sigma level belum mencapai nilai yang mendekati 6 sigma, maka kemampuan proses masih terus ditingkatkan.
3. Tahap *analyze* menggunakan fishbone diagram menunjukan aspek 5M + 1E (*Man, Measure, Method, Machine, Material & Environment*) yang berpengaruh terhadap munculnya kecacatan berat pada filament chips. Setelah melakukan pengukuran kuisisioner dilanjutkan dengan metode 5 Why menunjukkan bahwa penyebab utama yang mengakibatkan kecacatan berat pada produk filament chips adalah belum adanya alat / instrument

pengukuran bahan baku dengan variable tertentu karena terkendala biaya yang tidak mencukupi.

4. Untuk meningkatkan sigma level harus melihat bahwa produksi filament chips adalah sebuah sistem, maka *improvement* yang dilakukan tidak hanya dalam pengadaan alat / instrument pengukuran bahan baku tetapi juga aspek-aspek lain seperti material, mesin, dll.

Saran

1. Perusahaan harus memprioritaskan pengadaan alat / instrument pengukuran bahan baku dan harus membuat program rencana pengukuran dan melakukan penghematan biaya-biaya antara lain penghematan penggunaan listrik, air, dan lain-lain.
2. Perbaikan management yang bertahap harus dimulai dari komitmen Pimpinan perusahaan untuk mengelola sumber daya manusia yang disiplin, jujur dan berkompeten sehingga dapat meningkatkan, mengontrol dan mengelola aspek material, mesin, measurement, metode kerja dan lingkungan. Selanjutnya perusahaan dapat menerapkan system management mutu (ISO 9001:2008) untuk mendukung perbaikan management yang efektif dan konsisten. Dengan bertahap dapat menerapkan OHSAS 18001 untuk mengelola kesehatan dan keselamatan kerja dan ISO 14001 untuk mengelola lingkungan kerja yang lebih efektif dan konsisten.
3. Apabila ISO 9001:2008 dapat diterapkan maka penulis menyarankan program Total Productive Maintenance karena secara teknis merawat dan mengoptimalkan kinerja mesin serta sumber daya lainnya.

4. Aktivitas control adalah sesuatu yang sangat penting karena percuma melakukan perbaikan atau usulan terlepas program apapun yang dijalankan, oleh karena itu disarankan Perusahaan dapat lebih memperhatikan hal-hal yang meningkatkan kualitas baik dari segi sumber daya manusia maupun kualitas produksi.

Daftar Pustaka

- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman implementasi program Six Sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000 MBNQ dan HCCP*. PT. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Hidayat, A. (2007). *Strategi Six Sigma*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Pyzdek, T. (2002). *The Six Sigma handbook*. Jakarta: PT. Salemba Emban Patria.
- Behara, Ravi S., Fontenot, G. F. & Gresham, A. *Customer Satisfaction Measurement and Analysis Using Six Sigma*.
- Crowe, D. & Feinberg, A. (2001). Desain untuk kehandalan 12 bab mode kegagalan dan analisis efek. *CRC Press*, Boca Raton, FL.
- McCollin, C. (1999, Februari). Bekerja sekitar kegagalan. *Manufaktur Engineer*: 37-40.
- Stamatis, DH. (1995). *Kegagalan mode dan analisis efek: FMEA dari Teori ke eksekusi*. American Society for Quality (ASQ), Milwaukee, Wisconsin.