

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah aktivitas mencari, memahami, dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang berkaitan dengan topik penelitian dan berisi teori-teori yang relevan dan sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan. Hasil dari aktivitas ini merupakan materi yang akan dijadikan dasar untuk menyusun kerangka teori penelitian.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Dewi dkk (2012) melakukan implementasi dengan menggunakan metode *lean six sigma* di perusahaan manufaktur yang memproduksi *garment* yaitu di PT. Prime Line Internasional. Tujuan dilakukannya penelitian di PT. Prime Line Internasional yaitu sebagai upaya meminimasi *waste* pada bagian produksi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tahap-tahap *define, measure, analyze, dan improve*. Dimana pada tahap *define* dilakukan identifikasi aliran proses produksi yang ada menggunakan *tools Value Stream Mapping*, identifikasi *waste*, dan identifikasi proses produksi yang tergolong VA, NVA, dan NNVA. Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan nilai DPMO pada sampel yang di ambil. Untuk *analyze*, dilakukan identifikasi penyebab masalah kualitas. Dan pada tahap terakhir di jurnal ini penulis memberikan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan FMEA proses. Hasil dari penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa *waste* yang memiliki pengaruh terbesar adalah *waste waiting* dengan persentase sebesar 95,81% di level sigma yang sangat rendah yaitu 0,00 lalu *defect* dengan persentase sebesar 2,64% di level sigma 2,84 dan yang terakhir adalah *overproduction* dengan persentase sebesar 0,76% di level sigma 3,55.

Khannan dan Haryono (2015) melakukan penelitian di PT. Adi Satria Abadi (Divisi Sarung Tangan Golf). Permasalahan yang ada dalam perusahaan ini adalah produktivitas yang dicapai perusahaan yang masih belum optimal disebabkan karena banyaknya terjadi pemborosan (*waste*). Metode yang digunakan dalam penelitian *Lean Manufacturing* ini adalah metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan metode *Waste Assessment Model* (WAM). VSM ini digunakan untuk memetakan proses produksi yang ada dan mengidentifikasi proses yang menyebabkan pemborosan sehingga pemborosan yang ada bisa dikurangi

bahkan dihilangkan. Sedangkan metode WAM juga digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu didapatkan 3 pemborosan terbesar yaitu *Defect/Reject* sebesar 24,73%, *Unnecessary Inventory* sebesar 18,80% dan *Unnecessary Motion* sebesar 15,44%. Dan output yang didapat dari penelitian ini yaitu penurunan *leadtime* sebesar 62.22 menit dan peningkatan *throughput* produksi sebesar 77 pcs.

Gultom dkk (2013) melakukan penelitian mengenai pengendalian mutu di PT.XYZ. Kendala yang ada pada perusahaan ini yaitu terjadinya pemborosan pada proses produksi yang mengakibatkan adanya kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah dan persentase produk cacat yang tinggi sebesar 30,3%. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* sebagai usaha untuk mengetahui dan menghilangkan pemborosan yang terjadi selama proses produksi akibat aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah sehingga waktu produksi (*leadtime*) dapat semakin kecil. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kondisi *Lean* saat ini adalah PCE (*Process Cycle Efficiency*) dengan persentase 82% dimana kinerja kualitas pada tahap inspeksi II dan III adalah 3,38 σ dan 4,01 σ . Dan dilakukan pengajuan usulan perbaikan penerapan prosedur kerja pada bagian penggulangan kumparan, perawatan mesin, pelatihan operator secara berkala, *work place management*, penghilangan 5 kegiatan *Non Value Added*, dan dilakukan pengawasan kerja.

Faritsy dan Suseno (2015) melakukan penelitian di PT. X mengenai peningkatan produktivitas. PT. X adalah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yaitu produksi tiang listrik beton yang biasanya dibutuhkan oleh PT. PLN (Persero) Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Masalah yang dihadapi oleh perusahaan ini adalah adanya *waste defect* dan pemborosan seperti *lead time* dan adanya *work in process* yang tidak terkendali sehingga menyebabkan *output* yang dihasilkan tidak mencapai target produksi. Pada tahun 2013 rata-rata jumlah produksi perbulan sekitar 153, sedangkan target produksi perbulan adalah 200. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma Kaizen* sebagai upaya dalam meningkatkan produktivitas perusahaan. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa kinerja produktivitas tahun 2013 adalah 1,56 sigma. Untuk meningkatkan nilai sigma tersebut dilakukan analisis menggunakan tahap *define, measure, analyze, dan improve*. Usulan perbaikan pada penelitian ini adalah penerapan 5s sesuai dengan metode *kaizen* sehingga didapatkan nilai sigma meningkat menjadi 1,99 sigma.

Sari dan Hermenda (2016) melakukan penelitian di PT. Amanah Inshanillahia yang bergerak dibidang Air Minum Dalam Kemasan. Masalah yang terjadi di perusahaan manufaktur ini yaitu tidak terpenuhinya target produksi yang telah ditetapkan untuk produksi AMDK. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi akar permasalahan dan memberikan usulan perbaikan. Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Lean Six Sigma* dengan tujuan untuk meminimasi masalah yang ada. Dalam penelitian ini terdapat 3 *waste* yang paling berpengaruh yaitu transportasi dengan persentase 29% dan nilai sigma 2,569, menunggu dengan persentase 25.4% dan nilai sigma 2,789, cacat produk dengan persentase 21% dan nilai sigma 3,436. Usulan perbaikan untuk jenis *waste transport* adalah menghitung dengan tepat jarak dan mengatur ulang rute yang dilalui oleh material saat berpindah dari aktivitas produksi awal hingga akhir. Masalah *waste waiting* diberikan usulan untuk pembuatan *line* baru khusus untuk aktivitas *packaging* dengan jumlah *line* minimal 2 yang mengarah ke aktivitas *packaging*, sehingga proses produksi AMDK tidak menunggu akibat menumpuk setelah di inspeksi. Permasalahan *waste defect* diatasi dengan menentukan *supplier* lid yang terpercaya dan baik sehingga tidak menimbulkan cacat akibat lid yang rusak, tempong, bocor, terlipat, dan menyambung.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang yang akan di lakukan adalah penelitian mengenai minimasi *waste* dominan pada produk galvalum di CV. Nusantara Usaha Sentosa dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi terlebih dahulu jenis pemborosan pada proses produksi *roll forming* di CV. Nusantara Usaha Sentosa menggunakan konsep *Lean* baru kemudian *waste* dominan tersebut dianalisis menggunakan metode *Six Sigma*. Analisa penelitian ini hanya berfokus pada jenis pemborosan yang paling dominan yang paling berpengaruh pada produk galvalum di CV. Nusantara Usaha Sentosa. Setelah proses analisis dilakukan secara keseluruhan pada proses produksi, maka langkah selanjutnya adalah memberikan usulan perbaikan yang dapat memberikan perbaikan kualitas melalui implementasi. Implementasi perbaikan diharapkan dapat meminimasi bahkan menghilangkan *waste* dominan yang ada di CV. Nusantara Usaha Sentosa.

2.2. Dasar Teori

Dasar teori membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian dan berguna sebagai acuan atau pedoman agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan awal penelitian pada sub bab 1.3.

2.2.1. Pengertian Kualitas

Istilah kualitas sudah bukan merupakan hal asing yang kita dengar. Apabila kita membeli sebuah produk atau menggunakan sebuah jasa layanan, kualitas adalah hal yang paling kita cari atau inginkan. Kualitas seringkali dianggap sebagai ukuran yang dijadikan standar kebaikan suatu produk dan jasa. Pengertian kualitas secara umum yaitu:

1. Kualitas merupakan usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen.
2. Kualitas meliputi produk, jasa, proses, manusia, serta lingkungan.
3. Kualitas memiliki sifat fleksibel mengikuti perkembangan jaman yang artinya hal yang dianggap berkualitas di masa sekarang bisa dianggap kurang berkualitas di masa mendatang.

Berikut pengertian kualitas atau mutu menurut beberapa ahli:

a. Goetsch dan David (1994)

Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.

b. Juran (1962)

Kualitas merupakan kecocokan penggunaan produk untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan.

c. Feigenbaum (1986)

Kualitas merupakan kepuasan pelanggan sepenuhnya (*customer satisfaction*). Suatu produk dikatakan berkualitas bila dapat memberikan kepuasan sepenuhnya kepada konsumen (sesuai dengan yang diharapkan konsumen atas suatu produk).

2.2.2. Aspek Utama Kualitas

Ada 2 aspek utama yang terkandung dalam pengertian kualitas, yaitu:

1. Memiliki ciri-ciri produk yang memenuhi harapan konsumen

Tingkat kualitas yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan akan menentukan tingkat kepuasan konsumen terhadap produk atau jasa yang dihasilkan.

Kepuasan konsumen akan menjadikan produk yang dihasilkan laku dipasaran dan mampu bersaing dengan produk perusahaan lain, meningkatkan jumlah penjualan, dan dapat terjual dengan nominal harga yang lebih tinggi yang akan meningkatkan profit perusahaan.

2. Bebas dari kekurangan

Tingkat kualitas yang tinggi yang dihasilkan oleh perusahaan akan mengurangi tingkat kegagalan, mengurangi perbaikan atau pengerjaan ulang, menghilangkan inspeksi, mengurangi waktu distribusi produk, dan mengurangi total biaya produksi.

2.2.3. Dimensi Kualitas

Terdapat 8 dimensi kualitas yang dikembangkan oleh Garvin (1994) yang dapat digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analitis, terutama untuk proses manufaktur, yaitu:

1. Kinerja (*Performance*) dari karakteristik proses produksi dari sebuah produk.
2. Ciri-ciri atau spesifikasi tambahan (*Features*), yaitu karakteristik sekunder pada produk yang dihasilkan.
3. Keandalan (*Reliability*), adalah kemungkinan kecil mengalami kegagalan produk.
4. Sesuai dengan spesifikasi (*Conformance to specifications*), berarti seberapa tinggi tingkat karakteristik desain dan proses produksi memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
5. Daya tahan (*Durability*), berbicara tentang waktu produk tersebut dapat digunakan.
6. *Serviceability*, cepat, kompetensi, nyaman, mudah diperbaiki; pelayanan dan tanggapan yang memuaskan.
7. Estetika, yaitu daya tarik produk terhadap panca indera konsumen.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*Perceived quality*), yaitu gambaran dan reputasi produk serta seberapa besar perusahaan bertanggung jawab terhadap produknya.

2.2.4. Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)

Kualitas didapatkan dari sebuah kegiatan atau usaha yang dinamakan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai suatu sistem yang dirancang sebagai usaha mempertahankan dan memperbaiki tingkat kualitas yang ada pada suatu produk atau jasa yang dihasilkan dan usaha untuk mencapai

atau memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan oleh sebuah perusahaan. J.M. Juran membagi pengendalian kualitas menjadi 3 aspek yang disebut sebagai konsep trilogi kualitas, yaitu:

1. Perencanaan Kualitas

Definisi kualitas sebuah produk dari sebuah proses produksi membutuhkan arahan yang telah ditetapkan oleh manajemen yang berada pada tingkat atas. Seluruh tim yang bekerja pada area produksi ada dibawah kendali dari kepala produksi dan mereka memerlukan arahan ini dalam menentukan spesifikasi produk seperti apa yang harus dihasilkan.

Dalam tahap ini produsen atau pihak perusahaan harus:

- a. Menentukan apa yang menjadi kebutuhan konsumen, baik konsumen dalam lingkup internal ataupun eksternal.
- b. Membuat produk yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen.
- c. Merancang sebuah sistem produksi yang dapat menghasilkan produk sesuai kebutuhan konsumen.
- d. Proses Produksi dirancang sesuai dengan standar operasi perusahaan.

2. Pengendalian Kualitas

Pada tahap pengendalian kualitas perusahaan harus:

- a. Mengendalikan faktor kritis yang memiliki pengaruh pada kualitas.
- b. Memperbaharui alat produksi dan memastikan metode pengukuran yang dilakukan sudah benar.
- c. Memperbaharui standar untuk faktor kritis.

3. Peningkatan Kualitas

Aktivitas pada tahap ini dilakukan jika ada ketidaksesuaian antara kondisi yang sebenarnya terjadi dan kondisi standar yang telah ditetapkan perusahaan.

2.2.5. Six Sigma

Six Sigma menurut Wikipedia adalah suatu alat manajemen baru yang digunakan untuk menggantikan *Total Quality Management (TQM)*, sangat berfokus terhadap pengendalian kualitas pada proses produksi perusahaan secara menyeluruh.

- a. Pengertian *Six Sigma*

Secara etimologi *Six Sigma* terdiri dari 2 kata, yaitu Six yang berarti enam dan Sigma yang adalah simbol dari standar deviasi. Istilah *Six Sigma* bersumber dari terminologi statistik, dimana nilai sigma (σ) adalah simpangan baku dalam distribusi normal dengan probabilitas $(\alpha) \pm 6$ (enam) atau sama dengan P value = 0,999996 atau efektivitas dengan persentase 99,9996%.

Metodologi *Six Sigma* merupakan sebuah pendekatan yang secara keseluruhan dapat mengatasi permasalahan kualitas dan memberikan peningkatan kualitas melalui tahapan DMAIC. Metodologi *Six Sigma* menggunakan alat-alat statistik sebagai cara untuk mengidentifikasi faktor yang memiliki pengaruh besar untuk memperbaiki kualitas dan mengurangi tingkat kegagalan produk yang dihasilkan. DMAIC merupakan inti dari *six sigma* yang mengakibatkan peningkatan terus-menerus untuk memenuhi target dari metode *six sigma* dan menghilangkan setiap tahapan proses produksi yang tidak efektif dan efisien. DMAIC dilakukan dengan tersusun dan sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. DMAIC juga mengikutsertakan peran teknologi dalam peningkatan kualitas yang terus-menerus untuk memenuhi target six sigma.

b. Istilah-Istilah Dalam *Six Sigma*

Istilah-istilah Sigma menurut Evans dan Lindsay (2007) adalah sebagai berikut :

i. *Defect* dan *defective*

Defect atau cacat dapat diartikan sebagai kekurangan, kegagalan, atau ketidaksesuaian (*nonconforming*) yang ditemukan pada produk yang dapat mengurangi nilai dari suatu produk.

Sedangkan *defective* adalah terjadinya ketidaksesuaian fungsi dari seluruh atau beberapa spesifikasi produk sehingga produk tersebut dapat dikatakan tidak layak digunakan atau tidak dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan perusahaan. *Defective* pada sebuah produk setidaknya memiliki 1 *defect* atau dengan kata lain dalam produk yang *defective* dapat memiliki beberapa *defect*.

ii. CTQ (*Critical to Quality*)

CTQ adalah suatu cara pengukuran yang dapat dilakukan pada produk maupun proses agar standar spesifikasinya dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. CTQ berguna untuk menyesuaikan perbaikan dengan persyaratan kebutuhan dan kepuasan pelanggan.

iii. DPO

Defect per Opportunities (DPO) adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur kegagalan yang terjadi dan dihitung untuk menjadi tolak ukur dan penilaian metode *six sigma*. Nilai DPO dapat menunjukkan banyaknya kegagalan berdasarkan banyaknya produk yang dihasilkan dan jumlah CTQ potensial yang menyebabkan cacat tersebut. Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut :

$$DPO = \frac{D}{T \times O} \quad (2.1)$$

Keterangan :

DPO = Jumlah ketidaksesuaian per peluang kejadian.

D = Jumlah ketidaksesuaian yang terjadi pada produk secara keseluruhan.

TO = Jumlah jenis cacat pada semua produk.

iv. Defect per Million Opportunities (DPMO)

Defect per Million Opportunities (DPMO) merupakan tolak ukur kegagalan dalam metode Six Sigma dimana nilai DPMO menunjukkan tingkat kegagalan per sejuta kejadian. Formula DPMO dituliskan sebagai berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2.2)$$

v. DPU

Defect per unit (DPU) memiliki arti yang sama dengan DPMO, hanya saja nilai DPU menunjukkan tingkat kegagalan pada produk secara keseluruhan. Formula DPU dapat dituliskan sebagai berikut :

$$DPU = \frac{D}{u} \quad (2.3)$$

Keterangan :

DPU = Jumlah ketidaksesuaian per unit

D = Jumlah cacat yang ditemukan

U = Jumlah unit yang diproduksi

c. Tujuan *Six Sigma*

Tujuan dari metode *Six Sigma* secara umum adalah melakukan perbaikan pada sistem produksi suatu perusahaan yang berhubungan dengan *customer*. Sedangkan tujuan khusus dari *Six Sigma* adalah memperbaiki setiap proses produksi yang tidak efisien dan efektif untuk mengurangi tingkat kegagalan produk.

d. Metodologi *Six Sigma* (DMAIC)

Para ahli seperti W. Edwards Deming, Juran, dan Philip Crosby merupakan peneliti terdahulu yang merancang metodologi khusus untuk revolusi kualitas. Secara garis besar metodologi yang mereka rancang memiliki dasar yang sama seperti:

1. Mendefinisikan ulang dan menganalisis masalah (mengumpulkan informasi, menganalisis data dan mengasumsikan data tersebut untuk memperoleh definisi masalah yang dapat diperbaiki).
2. Mengumpulkan ide (*brainstorming* untuk mengembangkan dan menghasilkan solusi).
3. Mengevaluasi dan memilih ide (ide yang dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah)
4. Mengimplementasikan ide

Menurut Evans dan Lindsay (2007) tema-tema pemecahan masalah seperti yang dijabarkan diatas dirumuskan dalam metodologi DMAIC. Metodologi tersebut dapat di jelaskan sebagai berikut :

i. *Define (D)*

Proses *define* merupakan tahap awal pada metode *Six Sigma*. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Penentuan Cakupan Proyek
2. Mengidentifikasi faktor CTQ

ii. *Measure (M)*

Proses ini merupakan tahap kedua setelah *define* dalam metode *Six Sigma*. Langkah *measure* adalah sebagai berikut :

1. Pemetaan Proses

Memetakan proses produksi sehingga dapat diketahui waktu terjadinya proses yang berpotensi menimbulkan CTQ.

2. Pengukuran Kinerja Sekarang Menggunakan Peta Kendali

Pengukuran ini dilakukan untuk menganalisis perubahan proses dari waktu ke waktu (untuk menentukan setiap keadaan didalam proses yang diluar kendali secara statistik).

3. Analisis Kapabilitas Proses *Baseline* Kinerja

Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan mengetahui seberapa besar nilai sigma yang dapat dicapai sebagai acuan untuk meminimasi produk dan meningkatkan kualitas ke arah *zero defect*. *Baseline Six Sigma* ditetapkan dalam satuan DPMO (*Defect per Million Opportunities*). Ada 3 *baseline* kinerja, yaitu pengukuran *baseline* kinerja proses, pengukuran *baseline* kinerja tingkat output, dan pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *outcome*.

iii. *Analyze (A)*

Proses ini merupakan tahapan ketiga dalam metode *Six Sigma*. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Menentukan stabilitas dan kemampuan dari suatu proses produksi.
2. Mengidentifikasi standar kinerja dari karakterikerpik CTQ yang ingin ditingkatkan kualitasnya dalam metode *Six Sigma*.
3. Menganalisis akar penyebab dari produk yang cacat.

iv. *Improve (I)*

Improve merupakan tahapan keempat dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini peningkatan kualitas dilakukan dengan memberikan

berbagai usulan perbaikan kualitas untuk mengatasi kegagalan produk yang telah dianalisis pada tahap *analyze*.

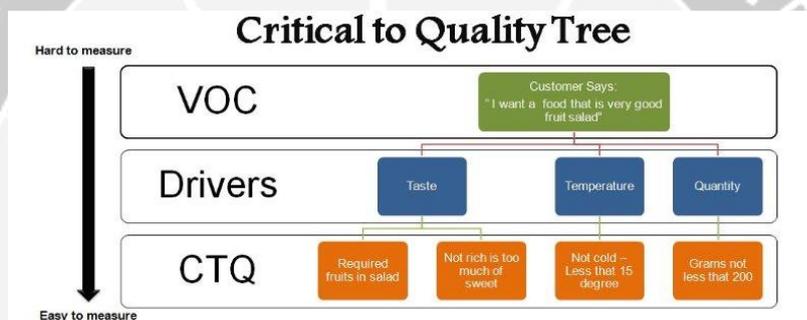
v. *Control (C)*

Control merupakan tahapan terakhir dalam metode *Six Sigma*. *Control* dapat digunakan untuk mengawasi proses sebelumnya yang sudah berjalan. Hasil peningkatan kualitas pada tahap *control* didokumentasikan dan dipublikasikan.

e. Alat-alat dalam *Six Sigma*

Alat-alat dalam metode *Six Sigma* adalah alat yang digunakan untuk mempermudah pengaplikasian *Six Sigma* kedalam penyelesaian suatu permasalahan kualitas. Berikut *tools-tools* yang biasa di gunakan dalam *Six Sigma*:

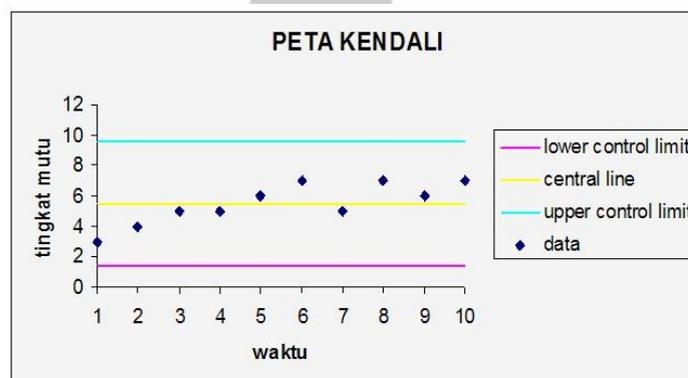
1. CTQ Tree



Gambar 2.1. CTQ Tree

CTQ Tree merupakan faktor-faktor kualitas yang penting bagi pelanggan dari tingkat tertinggi ke tingkat terendah. *Tools* ini membantu tim pelaksana proyek untuk lebih fokus dari kebutuhan umum menjadi kebutuhan yang lebih terukur secara spesifik.

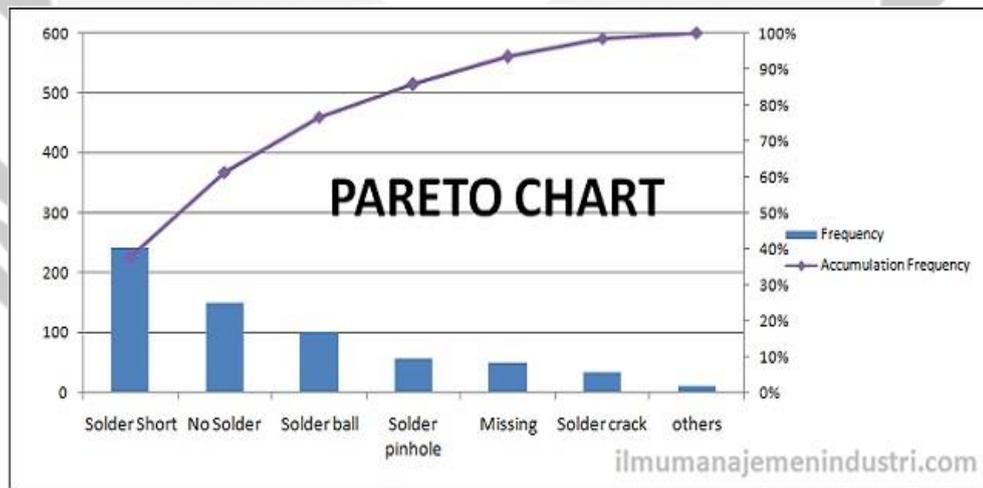
2. Peta Kendali



Gambar 2.2. Peta Kendali

Peta kendali pertama kali di kenalkan oleh seseorang yang berasal dari Amerika Serikat yang bernama DR. Walter Andrew Shewart dari Bell Telephone Laboratories pada tahun 1924. Peta kendali pertama kali ini dibuat dengan tujuan menghilangkan variasi yang tidak normal dengan cara memisahkan variasi yang memiliki penyebab khusus (special-cause variation) dari variasi yang memiliki penyebab umum (common-causes variation). Peta kendali adalah suatu teknik yang menggunakan metode grafik sebagai cara untuk memetakan dan menilai suatu proses apakah ada dalam pengendalian kualitas atau diluar dalam pengendalian kualitas dengan tujuan untuk mengatasi masalah dan meningkatkan kualitas. Tujuan utama dari pembuatan peta kendali adalah untuk memantau dan mengevaluasi setiap kondisi yang tidak terkendali yang ada dalam suatu proses dan mengidentifikasi penyebab khusus yang menjadi penyebab variasi dalam suatu proses produksi. Peta kendali memiliki ciri yang khas yaitu adanya variable atau atribut yang dibatasi antara batas kendali atas (*Upper Control Limit*) dengan batas kendali bawah (*Lower Control Limit*). Jika nilai sampel ada diluar batas pengendalian berarti penyebab khusus akan mempengaruhi proses tersebut dan proses tersebut dapat dikatakan tidak stabil.

3. Diagram Pareto



Gambar 2.3. Diagram Pareto

Diagram Pareto dikenalkan pertama kali oleh seorang yang bernama oleh Alfred Pareto. Alfred Pareto menyebutkan bahwa 80% masalah/kerugian dapat disebabkan 20% dari masalah kualitas dan yang kemudian aturan tersebut menjadi prinsip pareto yang sering dikenal dengan aturan 80-20. Diagram pareto bertujuan mengidentifikasi jenis kegagalan produk/cacat produk yang memiliki

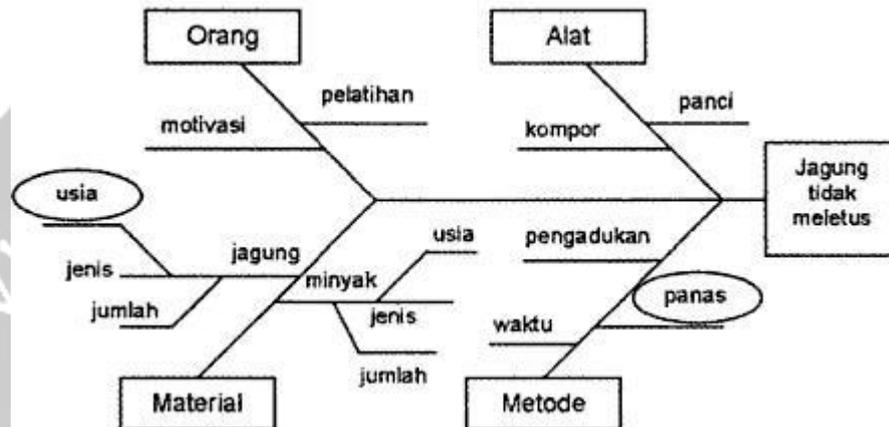
kesempatan terjadi lebih sering dibanding dengan jenis cacat produk yang lain.

Rumus persentase cacat menurut diagram pareto:

$$\% \text{ cacat} = \frac{\text{jumlah cacat per jenis}}{\text{jumlah cacat keseluruhan}} \quad (2.5)$$

Diagram pareto dapat dibuat setelah didapat % cacat dan % kumulatifnya lalu dapat ditarik kesimpulan.

4. Diagram Sebab-Akibat (*Cause-effect diagram*)



Gambar 2.4. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat merupakan salah satu alat *six sigma* yang digunakan untuk menganalisis tingkat kualitas dengan tujuan untuk mengidentifikasi seluruh hubungan antara kegagalan produk dengan penyebab terjadinya kegagalan produk. Diagram sebab-akibat sering disebut juga dengan diagram tulang ikan. Kepala ikan melambangkan sebagai masalah yang terjadi dan tulang-tulang ikan yang menuju kepala ikan dilambangkan sebagai penyebab dari masalah yang terjadi.

Faktor-faktor yang menjadi pengaruh dan sumber penyebab umum kegagalan produk dikategorikan sebagai berikut: (Gazperz (2002) : 241-243):

i. *Man Power* (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja dalam hal ini berhubungan dengan tidak adanya pengalaman, kurangnya pengetahuan pekerja, kurang terlatih, kurang memaksimalkan keterampilan dasar yang dimiliki pekerja, baik mental maupun fisik.

ii. Material (bahan mentah atau komponen)

Material berhubungan dengan tidak adanya standar kualitas bahan baku yang jelas dan kurangnya pemeriksaan terhadap kualitas material dan bahan

pelengkap yang digunakan, dan tidak adanya proses kontrol yang efektif terhadap material dan bahan pelengkap.

iii. *Method* (Metode kerja atau proses prosedur operasi)

Metode yang menjadi penyebab berbicara tentang suatu langkah dan cara kerja yang tidak benar yang tidak sesuai dengan SOP dan tidak memenuhi standar yang ditetapkan.

iv. *Machines* (Mesin dan Peralatan)

Mesin dapat menjadi penyebab jika mesin tidak dirawat secara rutin dan berkala yang bersifat preventif. Mesin dan fasilitas produksi yang tidak memenuhi SOP penggunaan dan menggunakan fungsi secara berlebihan.

v. *Environment* (lingkungan)

Lingkungan yang menjadi penyebab dikaitkan dengan desain lingkungan kerja dan tempat kerja yang tidak tertata, tidak rapi, dan kotor, tidak memenuhi standar K3, dan peralatan kerja yang tidak ergonomis.

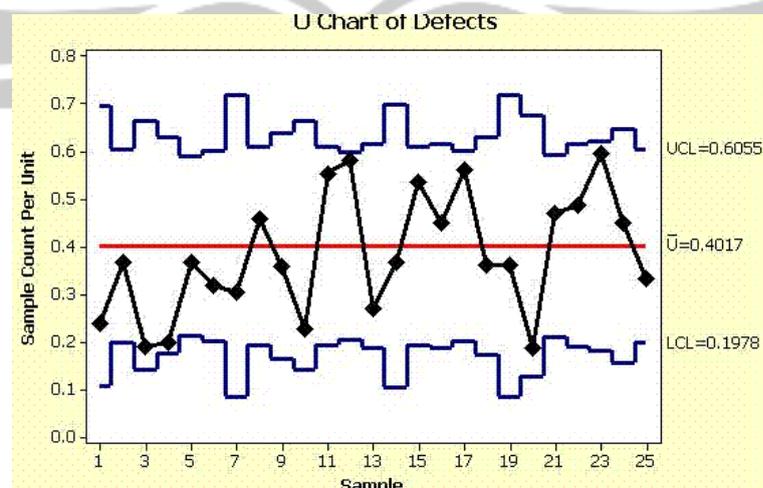
vi. *Motivation* (Motivasi)

Motivasi yang dapat menjadi penyebab adalah tidak adanya sikap kerja yang tepat dan profesional, seperti tidak inisiatif, tidak adanya kesadaran, tidak kreatif, tidak dapat bekerja sama dengan baik di dalam tim yang dapat disebabkan karena tidak adanya penghargaan dan apresiasi dari pihak perusahaan kepada pekerja.

vii. *Money* (Uang)

Berkaitan dengan ketiadaan dukungan finansial (keuangan) guna memperlancar proyek peningkatan kualitas yang akan diterapkan.

5. U-Chart



Gambar 2.5. U Chart

U-Chart yaitu peta kontrol untuk jumlah ketidaksesuaian per unit (*number of nonconformities per unit*). Montgomery (1991) berpendapat *u-chart* diawali dengan dibentuknya inspeksi secara 100% pada produk. Padahal pada kondisi nyata, produk yang dihasilkan tidak selalu sama dan mungkin berbeda dengan ukuran sampel tidak konstan. Kondisi tersebut menyebabkan variasi batas kendali akan sesuai dengan ukuran sampel untuk masing-masing subgrup.

Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk menentukan rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit pada ukuran sampel yang berbeda:

$$u = \frac{ci}{ni} \quad (2.5)$$

Perhitungan CL, UCL dan LCL dan u

$$CL = u \quad (2.6)$$

$$LCL = u - 3 \sqrt{\frac{u}{ni}} \quad (2.7)$$

$$UCL = u + 3 \sqrt{\frac{u}{ni}} \quad (2.8)$$

$$U = \sqrt{\frac{\sum ci}{\sum ni}} \quad (2.9)$$

Keterangan:

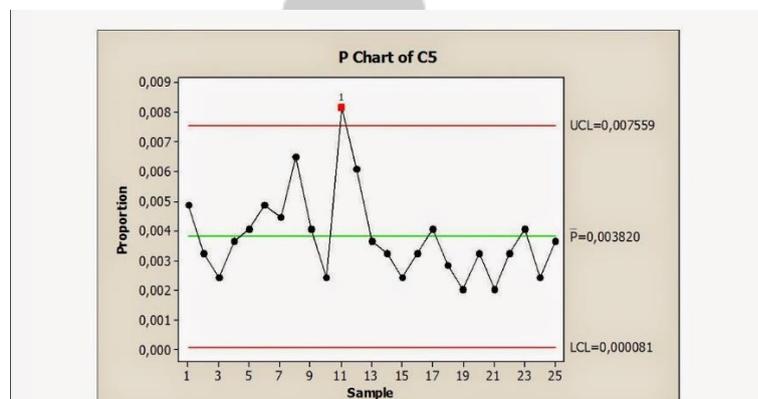
u = angka jumlah ketidaksesuaian per unit

Ni = ukuran setiap sampel

Ci = jumlah ketidaksesuaian

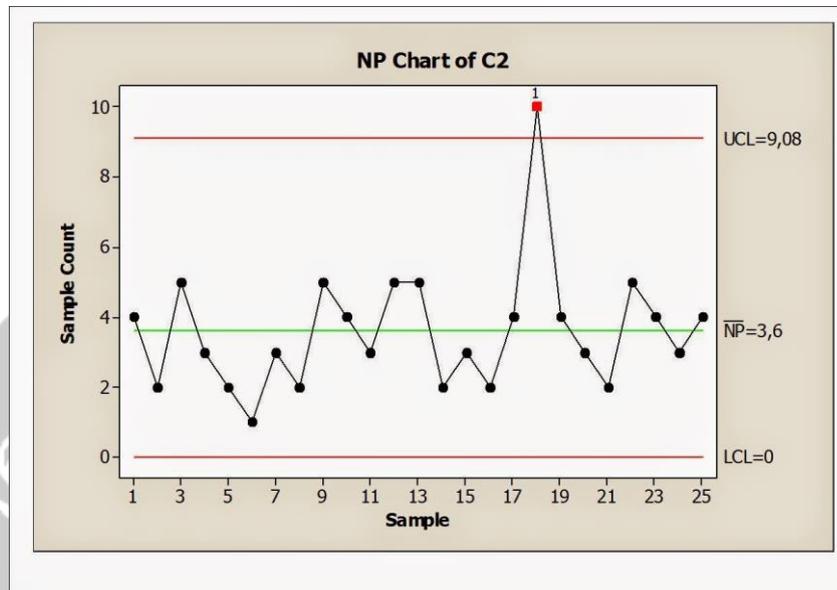
U = rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit

6. Peta Kontrol P (*P Chart*) didefinisikan sebagai sebuah peta kontrol untuk mengendalikan proporsi produk cacat dari setiap ukuran sampel.



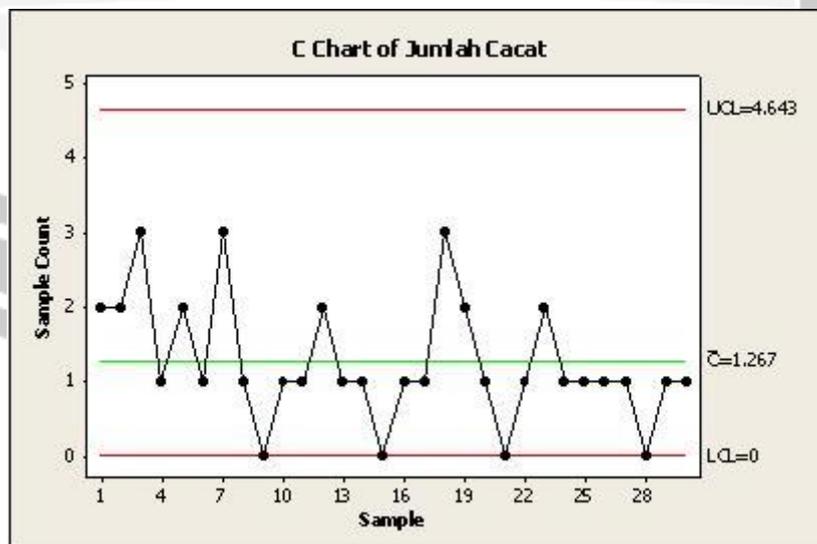
Gambar 2.6. Control P Chart

7. Peta Kontrol NP (NP Chart) adalah peta kontrol yang digunakan untuk mengendalikan jumlah unit yang tidak sesuai (*number of nonconforming*).



Gambar 2.7. Control NP Chart

8. Peta Kontrol C (C-chart) adalah peta kontrol yang digunakan untuk mengetahui jumlah ketidaksesuaian (*number of nonconformities*) dalam setiap sampel.



Gambar 2.8. Control C Chart

9. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Failure Modes Effects Analysis (FMEA)				
Calculation of Risk Preference Number(RPN)				
failure mode	Severity (1-lowerst, 10 -highest)	Probability of Occurrence (1-lowerst, 10 -highest)	Probability of Detection (1-lowerst, 10 -highest)	RPN
A	5	7	4	140
B	6	3	5	90
C	4	5	2	40

since A has highest priority as it has highest RPN value

Gambar 2.9. FMEA Analysis

Pengertian FMEA secara umum adalah suatu teknik yang memeriksa atau mengevaluasi kegagalan dari sistem dapat terjadi, disini FMEA akan menentukan efek atau dampak yang ada dari kegagalan tersebut. FMEA menurut Gaspersz (2002) merupakan suatu tahapan kerja tersusun yang mengidentifikasi dan mencegah setiap mode kegagalan. Namun dalam FMEA tidak hanya mengidentifikasi mode kegagalan yang terjadi saja, melainkan juga cara pengendalian.

2.2.6. *Lean*

Lean adalah suatu metode, cara, strategi untuk meningkatkan produktivitas pada lini produksi dan menghilangkan penyebab utama yang menjadi sumber pemborosan (*waste*) dalam suatu proses produksi. Sedangkan menurut Pande et al (2000), *lean* adalah sebuah cara untuk mencapai peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah produk terhadap pemborosan (*the value to waste ratio*).

Menurut APICS *Dictionary* (2005), *Lean* adalah filosofi manajemen yang berfokus pada minimisasi pemakaian sumber-sumber daya dalam setiap kegiatan perusahaan. Metode *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi pada aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value-adding activities*) baik itu dalam desain, proses produksi, proses operasi, dan manajemen rantai pasok yang langsung berhubungan dengan pelanggan.

Menurut Gaspersz (2002) terdapat 5 prinsip dasar *Lean* :

1. Menentukan nilai dari sebuah produk yang didasarkan pada sudut pandang pelanggan, yaitu sebuah produk yang memiliki kualitas super/sangat baik dengan harga yang masih dapat bersaing.
2. Menganalisis *Value Stream Process Mapping* untuk setiap produk yang dihasilkan.
3. Eliminasi proses yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi.
4. Mengorganisir setiap bahan baku, sumber informasi, dan produk yang dihasilkan sehingga berjalan dengan lancar dan efisien selama proses produksi yang menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Memperbaharui teknik dan fasilitas produksi untuk mencapai proses produksi yang efektif dan efisien serta meningkat secara terus-menerus.

2.2.7. Lean Six Sigma (LSS)

Lean Six Sigma merupakan 2 metode yang digabungkan, yaitu dari metode *lean* dan metode *six sigma*. Penyatuan 2 metode *lean* dan *six sigma* dilakukan dengan mengintegrasikan metode *lean* pada tahapan *six sigma* DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). *Goals* utama dari *lean* adalah menemukan *waste* dominan yang ada pada proses produksi, sedangkan *goals* dari *six sigma* adalah minimasi *waste* dominan hingga *zero defects* dan memenuhi standar kualitas yang sangat baik dengan cara menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah pada proses produksi yang terjadi. Jadi konsep *lean six sigma* dapat didefinisikan sebagai suatu cara berpikir, konsep, metode, dan pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengetahui lalu menghilangkan pemborosan (*waste*) yang paling dominan dalam sebuah proses produksi dan juga eliminasi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value add activities*) melalui peningkatan yang secara terus menerus dilakukan guna mencapai tingkat/nilai 6 sigma (Gaspersz, 2002). Setiap langkah dan tahapan dalam metode *Lean Six Sigma* dalam prakteknya harus dikerjakan menggunakan cara yang efektif dan efisien, tetapi tetap menghasilkan tingkat kualitas yang sangat baik yang memenuhi kebutuhan pelanggan. *Lean six sigma* berfokus pada eliminasi pada aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi berdasarkan data pemborosan yang diperoleh sehingga dapat diketahui letak permasalahan pada sistem kerja perusahaan dan dapat diidentifikasi penyebab dari permasalahan tersebut untuk dilakukan perbaikan.

Ada 5 prinsip dari *Lean Six Sigma*:

Law 1: *The law of market*

Untuk dapat mempertahankan pertumbuhan penjualan, konsumen perlu mendefinisikan kualitas & prioritas perbaikan.

Law 2: *The law of Flexibility*

Kecepatan suatu proses proporsional terhadap fleksibilitasnya. Contoh ukuran infleksibilitas:

- Di lantai produksi: *set-up time, changeover time*

- Di bidang layanan: *information retrieval time*

Law 3: *The law of Focus*

Data (Pareto): 20% aktivitas yang menyebabkan dan 80% adalah permasalahan atau keterlambatan. Perbaikan besar dapat dilakukan dengan fokus pada 20% aktivitas tersebut.

Law 4: *The law of Velocity (Little's Law)*

Kecepatan proses berbanding terbalik dengan jumlah WIP. Untuk meningkatkan kecepatan proses → kurangi WIP

Law 5: *The law of Complexity & Cost*

Peningkatan kompleksitas dapat menyebabkan peningkatan biaya, penurunan kualitas (low sigma) atau penurunan kecepatan proses. Target awal perbaikan: reduksi variasi produk atau jasa yang tercakup (keputusan ini harus didasarkan pada informasi finansial & pasar yang baik

Integrasi antara metode *Lean* dan *Six Sigma* akan meningkatkan kinerja melalui peningkatan kecepatan dan akurasi (*zero defect*). Pendekatan *Lean* akan memperlihatkan *non value added* (NVA) dan *value added* (VA) serta membuat *value added* mengalir secara lancar sepanjang *value stream process*, sedangkan *six sigma* akan mereduksi variasi dari *value added* itu (George, 2004).

2.2.8. Metodologi *Lean Six Sigma*

Metodologi *Lean Six Sigma* yang digunakan adalah hasil dari integrasi metode *lean* pada tahapan *six sigma* DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*).

Pada tahap DMAIC pertama yaitu tahap *define* dilakukan pengidentifikasian *waste* yang paling dominan yang terjadi di perusahaan dengan menggunakan pendekatan *lean* yaitu menggunakan analisis *Waste Relationship Matrix* dan setelah mengetahui *waste* dominan maka dilakukan pengidentifikasian faktor-

faktor yang mempengaruhi *waste* dominan tersebut. Lanjut ke tahap kedua yaitu *measure*, akan dilakukan identifikasi cara pengukuran yang dilakukan pada masing-masing faktor yang ditemukan pada *waste* dominan lalu menghitung nilai *dpmo* dan nilai *sigma* dan dilanjutkan dengan analisis *MSA* untuk memastikan pengukuran yang dilakukan dalam perusahaan sudah menggunakan cara yang benar dan tepat. Pada tahap ketiga yaitu tahap *analyze* akan dilakukan analisis akar penyebab dari permasalahan *waste* dominan yang terjadi menggunakan *fishbone diagram* dan *FMEA*. Lalu masuk ke tahap *improve* diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan prinsip *LSS*, setelah itu dilakukan implementasi perbaikan untuk membuktikan bahwa rekomendasi perbaikan sudah benar dan tepat serta dapat meningkatkan nilai *sigma*. Ditahap akhir yaitu tahap *control* akan dilakukan pengawasan dan penilaian terhadap kinerja dari proses perbaikan yang dilakukan pada permasalahan *waste* dominan yang terjadi. Langkah-langkah *DMAIC* untuk metode *LSS* yang akan dilakukan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

a. *Define*

Tahap ini merupakan tahap pengidentifikasian permasalahan yang terjadi di perusahaan. Identifikasi dimulai dengan menentukan *waste* dominan melalui *WRM*. *Waste* dominan yang teridentifikasi kemudian ditentukan *CTQ*-nya. *CTQ* atau *Critical To Quality* sangat mempengaruhi tahapan *define* karena *CTQ* digunakan sebagai acuan untuk identifikasi tahap selanjutnya. Pada tahap *define* ini, *tools* yang akan digunakan yaitu kuesioner *Waste Assessment Model* dan *CTQ tree*.

i. *Waste Relationship Matrix (WRM)*

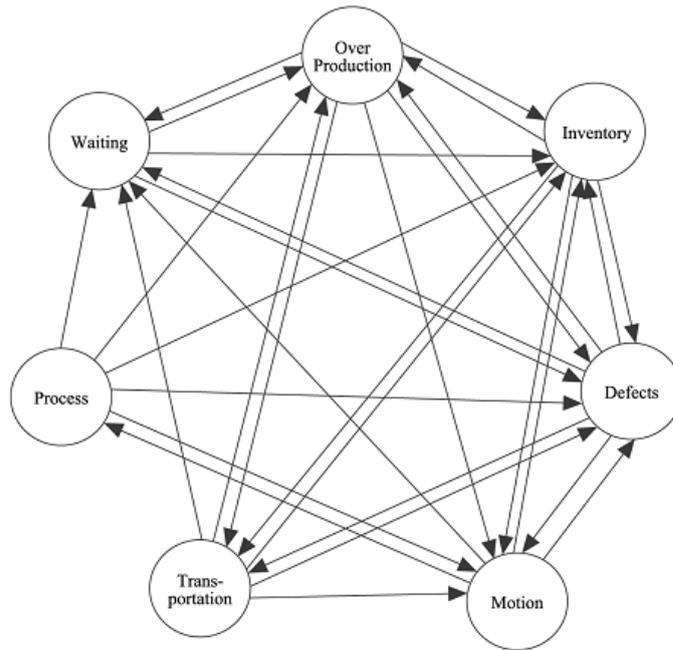
WRM merupakan suatu *matrix* yang berfungsi untuk menganalisis hubungan antar *waste*, metode ini diadopsi dari kerangka kerja yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Berikut langkah-langkah dalam pembuatan *WRM*:

1. Proses *benchmarking*

Bentuk *benchmarking* yang dilakukan adalah *internal benchmarking* artinya proses dilakukan dengan membandingkan sebuah operasi dengan bagian internal lainnya dalam suatu perusahaan (Dale, 1994).

Pada penelitian ini proses *benchmarking* dilakukan dengan menggunakan kuesioner pembobotan dan diskusi secara langsung dengan responden dari perusahaan. Diskusi yang dilakukan bertujuan untuk memberikan pengertian mengenai 7 *waste* yang terjadi pada perusahaan dan hubungan

antar waste yang terdapat pada kuesioner. Kuisisioner yang dibagikan menggunakan kriteria pembototan yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Menurut Rawabdeh (2005), masing-masing waste saling terkait dan memberikan pengaruh pada jenis waste yang lainnya. Berikut adalah model dasar kategori dan keterkaitan antar waste:



Gambar 2.10. Keterkaitan antar Waste (Rawabdeh, 2005)

Untuk masing-masing hubungan keterkaitan antar waste diajukan enam pertanyaan pada kuesioner dan dilengkapi dengan jumlah skoring pada masing- masing jawaban.

Tabel 2.1. Daftar pertanyaan untuk analisis WRM (Rawabdeh, 2005)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apa i menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara i dan j	a. jika i naik, maka j naik	2
		b. Jika i naik, maka j tetap	1
		c. Tergantung keadaan	0

Tabel 2.1. Daftar pertanyaan untuk analisis WRM (Lanjutan)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
3	Dampak terhadap j karena i	a. tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk muncul	2
		c. Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak i terhadap j dapat dicapai dengan cara	a. metode engineering	2
		b. Sederhana & langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak i terhadap j terutama mempengaruhi	a. kualitas produksi	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. <i>Lead time</i>	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas & <i>leadtime</i>	2
		f. Produktivitas & <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas dan <i>leadtime</i>	4
6	Sebesar apapun dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>leadtime</i>	a. sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

2. Perhitungan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

WRM (*Waste Relationship Matrix*) dibuat dalam bentuk tabel *from to* tersusun dari kumpulan baris dan kumpulan kolom. Adapun setiap baris dan kolom menunjukkan arti yang berbeda, dimana pada setiap baris menjelaskan pengaruh suatu *waste* tertentu terhadap 6 *waste* yang lain. Sedangkan untuk

kolom menjelaskan *waste* tertentu yang dipengaruhi oleh 6 *waste* yang lainnya. Simbol huruf yang ada pada tabel adalah simbol yang menunjukkan *waste* yang berbeda. Berikut adalah tabel WRM yang akan digunakan:

Tabel 2.2. Waste Relationship Matrix (Rawabdeh, 2005)

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	10						
I		10					
D			10				
M				10			
T					10		
P						10	
W							10

Tabel 2.2. diisi dengan menggunakan jawaban dari kuesioner enam pertanyaan yang sudah dijabarkan sebelumnya. Perolehan skor dari 6 pertanyaan tersebut kemudian dijumlahkan secara keseluruhan untuk mendapatkan nilai total tiap hubungan *waste*. Kemudian nilai total tersebut dikonversikan menjadi simbol A, I, U, E, O dan X. Berikut keterangan dari masing-masing simbol tersebut:

Tabel 2.3. Konversi Skor Keterkaitan antar Waste (Rawabdeh, 2005)

<i>Range</i>	<i>Type of Relationship</i>	<i>Symbol</i>
17 - 20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13 - 16	<i>Especially Important</i>	E
9 - 12	<i>Important</i>	I
5 - 8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1 - 4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

Setelah hasil kuesioner dikonversikan dalam bentuk simbol, langkah selanjutnya yaitu simbol tersebut kembali dikonversikan kedalam angka dengan ketentuan:

Tabel 2.4. Konversi *Symbol* (Rawabdeh, 2005)

<i>Symbol</i>	<i>Skor</i>
A	10
E	8
I	6
O	4
U	2
X	0

Skor total dari masing-masing *waste* yang didapatkan bisa diubah ke dalam bentuk persentase sehingga didapatkan *waste matrix value* untuk menentukan *waste* mana yang paling sering terjadi dan memiliki persentase terbesar.

ii. *CTQ tree*

Critical To Quality atau *CTQ tree* merupakan karakteristik kualitas dari suatu produk yang sangat berpengaruh untuk menentukan tingkat kepuasan akan terpenuhinya kebutuhan pelanggan. Berikut langkah pembuatan *CTQ tree*:

1. Mengidentifikasi produk atau jasa yang akan diteliti.
2. Mengidentifikasi persyaratan pelanggan terkait dengan produk atau jasa yang diteliti. Contohnya dapat dilakukan dengan cara seperti wawancara dengan *owner* atau Kepala Produksi Perusahaan, *survey*, dan *brainstorming*.
3. Menerjemahkan bahasa atau suara pelanggan menjadi kebutuhan pelanggan.

b. *Measure*

Measure adalah tahap kedua pada metode *Six Sigma* dimana pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran pada tingkat *output* yaitu dengan cara menghitung nilai sigma dan melakukan validasi pada sistem pengukuran dengan menggunakan *Attribute Measurement System Analysis*.

i. *DPMO (Defect per Million Opportunities)* (Evans dan Lindsay, 2005)

DPMO adalah metode pengukuran jumlah cacat yang dihasilkan oleh suatu proses untuk setiap satu juta peluang. Berikut rumus untuk perhitungan *DPMO*:

$$DPMO = (D / (U \times O)) \times 1.000.000 \quad (2.10)$$

Keterangan:

DPMO = *Defects per Million Opportunities*

D = Jumlah cacat produk

U = Jumlah unit produk

O = Jumlah peluang yang menjadi penyebab cacat (CTQ Potensial)

ii. Nilai Sigma

Nilai sigma didapatkan setelah didapatkan nilai DPMO terlebih dahulu. Untuk mengkonversikan nilai DPMO ke nilai sigma menggunakan fungsi logika di *Microsoft Excel* (Bass & Lawton, 2009). Rumus Fungsi logika yang digunakan adalah:

= IF(X=0,"",IF((Y/1000000)>0.933199,0,IF((Y/1000000)>0.5,1.5-ABS(NORMSINV(Y/1000000)),ABS(NORMSINV(Y/1000000))+1.5))))

Keterangan:

X = Jumlah Produksi

Y = Nilai DPMO

iii. *Attribute Measurement System Analysis* (MSA)

Menurut Allen (2006) *Attribute MSA* adalah *tools* yang digunakan untuk mengetahui sistem pengukuran terhadap data atribut yang dilakukan sudah benar atau belum. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengukuran MSA:

1. Memilih atau menentukan beberapa operator minimal 2 orang untuk melakukan pemeriksaan produk.
2. Menentukan jumlah perulangan atau *trial* pengukuran yang akan dilakukan.
3. Mempersiapkan sejumlah sampel atau objek yang akan diukur oleh *appraiser* dengan persentase jumlah produk cacat 40% dan produk baik 60% lalu diberi nomor/kode untuk masing-masing produk.
4. Membuat urutan pemeriksaan produk yang sudah diberi nomor dengan menggunakan *Software Minitab 16*.
5. *Appraiser* melakukan pemeriksaan produk sesuai urutan yang sudah dibuat, lalu dicatat hasil pemeriksaan dari *appraiser*.
6. Data yang didapatkan kemudian diolah menggunakan *Software Minitab 16*.

Jika persentase yang diperoleh dari grafik menyatakan 70% - 100%, maka dapat dikatakan bahwa pengukuran yang dilakukan oleh *appraisers* sudah baik dan cara pengukuran yang dilakukan sudah tepat. Berikut langkah pengolahan data menggunakan *Minitab 16*:

1. Buka *software* Minitab 16
2. Masukkan data yang telah diperoleh saat pengamatan yaitu data nama *appraisers*, jumlah pengulangan, kode produk yang diperiksa, *assessments* atau hasil dari pengukuran *appraisers*, dan standard perusahaan mengenai produk yang diperiksa.
3. Klik menu *assistant* pada menu bar lalu pilih *Measurement System Analysis*, lalu klik yang *Attribute Agreement Analysis*
4. Isikan kolom yang kosong dengan data yang sesuai di *worksheet*
5. Lihat nilai Fleiss Kappa dan grafik yang muncul dari hasil pengolahan Minitab 16.

Jika nilai *Fleiss kappa* yang didapatkan 0.7 - 1 dan grafik menunjukkan persentase 70%-100%, maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran yang dilakukan oleh appraiser sudah baik dan cara pengukuran yang dilakukan sudah tepat. Berikut rumus Fleiss' kappa yang digunakan menurut Gupta (2004):

$$\text{Fleiss' kappa} = \frac{P_o + P_e}{1 - P_e} \quad (2.11)$$

$$P_o = \frac{1}{Nn(n-1)} [\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k X_{ij}^2 - Nn] \quad (2.12)$$

$$P_e = \sum \left[\frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N X_{ij} \right] \quad (2.13)$$

Keterangan:

P_o = Proporsi *appraiser* k kali menilai setuju

P_e = Proporsi yang diharapkan dari *appraiser* k kali menilai setuju

P_j^2 = Proporsi yang diharapkan disetujui pada tiap kategori

N = Jumlah subjek

n = Jumlah penilai

k = Kategori skala

X_{ij} = Jumlah penilai yang menempatkan subjek ke- i ke kategori ke- j

c. *Analyze*

Tahap ketiga yaitu *analyze* adalah tahap dimana akan dilakukan identifikasi penyebab masalah yang terjadi. *Tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi adalah *cause effect diagram* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). *Cause effect diagram* atau sering disebut sebagai *fishbone diagram* diperkenalkan oleh Profesor Karou Ishikawa pada tahun 1953 (Nasution, 2004).

Diagram ini digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor atau akar penyebab dari masalah yang terjadi seperti manusia, metode, mesin, material dan lingkungan kerja.

i. Manusia

Berkaitan dengan kemampuan dari pekerja seperti keterampilan, pengalaman dan pengetahuannya dalam melakukan pekerjaan.

ii. Metode

Metode berkaitan dengan ada tidaknya metode kerja yang ditetapkan dari perusahaan, kesesuaian operator dalam bekerja dengan prosedur yang telah ditetapkan dan jelas tidaknya prosedur yang sudah ada.

iii. Mesin

Berkaitan dengan ada tidaknya perawatan atau pengecekan mesin secara berkala, kemampuan dari mesin untuk beroperasi dan kelengkapan spesifikasi fungsi dari mesin.

iv. Material

Material dapat berkaitan dengan kriteria dari material seperti berat atau bau dari material yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi yang terjadi atau dapat juga berkaitan dengan spesifikasi kualitas material yang digunakan dan juga kesesuaian spesifikasi material yang digunakan dengan spesifikasi material yang telah ditetapkan.

v. Lingkungan kerja

Lingkungan kerja berkaitan dengan kebersihan, kenyamanan, kesehatan, keselamatan kerja dan kondisi lingkungan disekitar tempat kerja.

Sedangkan FMEA menurut Gaspersz (2002) adalah suatu tahapan kerja tersusun yang mengidentifikasi dan mencegah setiap mode kegagalan. Namun FMEA tidak hanya mengidentifikasi mode kegagalan yang terjadi saja, melainkan juga cara pengendalian. Berikut langkah-langkah dalam analisis FMEA:

1. Menentukan proses-proses yang akan dianalisis (*process step*) dan mode kegagalan (*potential failure modes*) yang terjadi
2. Mencatat efek (*potential failure effects*) yang diakibatkan dari mode kegagalan yang terjadi. Kemudian efek atau akibat dari bahaya tersebut dinilai dengan menggunakan tabel *severity*.

Tabel 2.5. Rating for Severity

Ranking	Severity	Deskripsi
10	Kritis / pengaruh buruk yang sangat tinggi	Kegagalan/cacat produk memberikan pengaruh pada kualitas lain, tidak dapat <i>dirework</i> , dan konsumen tidak akan menerimanya
9	Tinggi / pengaruh buruk yang tinggi	Kegagalan / cacat tidak dapat ditoleransi dan tidak dapat diperbaiki sehingga konsumen tidak akan menerimanya
8	Tinggi	Adanya penurunan kualitas pada produk dan tidak dapat diperbaiki namun produk masih dapat dimanfaatkan
7	Cukup tinggi	Adanya penurunan kualitas diluar toleransi namun masih dapat <i>dirework/</i> diperbaiki
6	Sedang	Kegagalan produk mengalami penurunan kualitas namun masih dalam batas toleransi
5	Rendah	Efek kegagalan berpengaruh pada penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	tidak ada efek	Tidak ada efek

3. Setelah itu dilakukan identifikasi penyebab kegagalan menggunakan tabel *occurance* untuk mengetahui frekuensi terjadinya kegagalan.

Tabel 2.6. Rating for Occurence

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Ranking
Sangat tinggi : kegagalan terus menerus terjadi	≥ 100 dari 1000 satuan	10
	$21 \leq 50$ dari 1000 satuan	9
Tinggi : kegagalan sering terjadi	$11 \leq 20$ dari 1000 satuan	8
	$6 \leq 10$ dari 1000 satuan	7
Menengah : kegagalan kadang-kadang terjadi	$2 \leq 5$ dari 1000 satuan	6
	2 dari 1000 satuan	5
	1 dari 1000 satuan	4
Rendah : kegagalan sedikit terjadi	0,5 dari 1000 satuan	3
	0,1 dari 1000 satuan	2
Hampir tidak ada kegagalan terjadi	$\leq 0,01$ dari 1000 satuan	1

4. Langkah berikutnya yaitu mencatat teknik pengendalian kegagalan yang dilakukan saat ini (Current control), lalu pengendalian yang dilakukan dinilai dengan menggunakan detection yaitu untuk melihat tingkat kesulitan pengendalian kegagalan yang terjadi.

Tabel 2.7. Rating for Detection

Ranking	Detection	Deskripsi	Frekuensi kejadian
10	tidak pasti	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali	100 in 1000
9	sangat kecil		50 in 1000
8	kecil	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.	20 in 1000
7	sangat rendah		10 in 1000
6	rendah	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderate. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi.	5 in 1000
5	sedang		2 in 1000
4	menengah		1 in 1000
3	tinggi	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.	0,5 in 1000
2	sangat tinggi		0,1 in 1000
1	hampir pasti	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul.	0,01 in 1000

5. Langkah terakhir yaitu melakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk menentukan prioritas mode kegagalan yang akan dilakukan perbaikan. Nilai RPN didapatkan dari $severity \times occurrence \times detection$.

d. *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan dari akar penyebab permasalahan yang sudah teridentifikasi pada *cause effect diagram*. Perbaikan akan diurutkan sesuai dengan hasil RPN terbesar yang telah dihitung dengan menggunakan FMEA. Setelah itu, akan dibuat rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan dengan cara *brainstorming* dan diskusi langsung dengan narasumber di perusahaan, yaitu pemilik perusahaan dan kepala produksi perusahaan mengenai perbaikan apa saja yang efektif diperlukan dan dapat diterapkan pada perusahaan.

e. *Control*

Tahap *control* merupakan tahap untuk mengendalikan perbaikan yang akan dilakukan dan bagaimana agar perbaikan tersebut dapat terus berlangsung.

Bentuk *control* yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

i. Pengawasan secara langsung

Pengawasan secara langsung dilakukan oleh kepala produksi yang mengetahui dan menguasai metode, standar kerja ataupun panduan kerja yang berlaku diperusahaan. Kepala produksi bertugas memastikan setiap aktivitas yang sedang dilakukan sesuai dengan intruksi kerja dan SOP perusahaan.

ii. *Check Sheet*

Check sheet merupakan dokumen berbentuk daftar sederhana yang berfungsi untuk mencatat data dan daftar tersebut harus diperiksa dan berisi faktor-faktor tertentu yang menjadi fokus pengawasan atau pengendalian.

