

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini akan diuraikan mengenai teori-teori dan referensi yang menunjang permasalahan pada penelitian. Teori-teori ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pemahaman materi berkaitan dengan permasalahan yang diangkat serta digunakan dalam menganalisa data. Tinjauan pustaka bersumber dari jurnal, penelitian terdahulu, buku dan internet.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian yang terkait dengan pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai referensi penulis dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu digunakan sebagai perbandingan untuk mengetahui perbedaan penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini:

1. Wahyu Sukaputra (2012) dalam penelitiannya membahas mengenai *Waste* yang sering terjadi pada proses produksi pupuk NPK Kebomas diantaranya adalah *waste defect, excessive processing* yang didapat dari hasil pengolahan kuisioner dengan menggunakan BORDA. Berdasarkan RCA penyebab terjadinya *waste* adalah *defect* dan *Over Processing*. Berdasarkan hasil perhitungan performansi alternatif dan pengukuran biaya dan *value* didapatkan hasil ketiga alternatif perbaikan dengan menambah diameter crusher dan melakukan pengawasan lebih pada mesin granulator, membeli mesin flow dosimeter yang baru serta menambah jumlah forklift agar penggunaannya tidak *overload*.
2. Vitho, Ginting, dan Anizar, 2013 dalam jurnal berjudul “Aplikasi Six Sigma untuk Menganalisis Faktor – Faktor Penyebab Kecacatan Produk Crumb Rubber Sir 20 Pada PT. XYZ”. Penelitian ini menganalisis faktor – faktor dominan penyebab kecacatan produk crumb rubber SIR 20 dengan menggunakan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve, and control*). Hasil penelitian menunjukkan faktor dominan penyebab kecacatan adalah faktor kadar PRI. Dari hasil FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) didapat penyebab kecacatan bahan baku berkualitas rendah adalah karena banyak mengandung kotoran, proses pencucian kurang bersih, serta proses penjemuran dan pengeringan kurang baik.

Usulan perbaikan berupa seleksi bahan baku yang ketat, melakukan pencucian dengan air bersih, melakukan proses penjemuran sempurna, dan pemeriksaan secara berkala pada mesin.

- Andrew Christian (2013) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Defect Pada Mesin Pengemasan Susu Bubuk di PT. Frisian Flag Indonesia Dengan Metode DMAIC”. Penelitian ini membahas *defect* yang muncul dalam proses pengemasan susu bubuk 400gr dan bertujuan untuk mendapatkan usulan – usulan solusi untuk mengatasi *defect* yang muncul pada mesin Wolf di Departemen Powder Packing PT. Frisian Flag Indonesia. Analisa dilakukan dengan menggunakan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve, and control*) dengan alat bantu *7 tools of quality* dan metode FMEA. Metode FMEA digunakan untuk menemukan prioritas penanganan terhadap penyebab *defect* pada tahap *analyze* DMAIC. Hasil yang dicapai adalah prioritas penanganan berdasarkan nilai RPN terbesar untuk kemudian dijadikan dasar pada tahap *Improve*. Tahap *Control* dilakukan dengan cara membuat standar pemeriksaan baru terhadap pemeliharaan dan operasional mesin.

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian mengenai *defect* dan penyebabnya yang sering terjadi pada produk pupuk NPK Phonska di PT Petrokimia Gresik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *defect* yang paling sering terjadi serta faktor yang paling berpengaruh (kritis) dari terjadinya *defect* dan level sigma pada perusahaan. Selain itu juga memberikan solusi perbaikan untuk mengurangi *defect* yang terjadi pada produk NPK Phonska.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Objek	Tahapan Six Sigma	Tools	Tujuan	Hasil
1	Wahyu Sukaputra (2012)	Waste pada Pupuk Kebomas PT Petrokimia Gresik	DMAI	Root Cause Analysis, FMEA, BORDA	untuk mereduksi Waste dengan memberikan alternatif solusi perbaikan	Pemberian rekomendasi alternatif dengan menambah diameter crusher, pembelian mesin flow dosimeter dan penambahan jumlah forklift

Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis	Objek	Tahapan Six Sigma	Tools	Tujuan	Hasil
2	Vitho, Ginting, dan Anizar (2013)	Cacat pada produk <i>Crumb Rubber Sir</i> 20 pada PT. XYZ	DMAIC	<i>Cause and Effect Diagram, FMEA,</i>	untuk mengurangi cacat berupa kotoran, proses penjemuran dan pengeringan	Usulan perbaikan berupa seleksi bahan baku yang ketat, melakukan pencucian dengan air bersih, pemeriksaan secara berkala pada mesin
3	Andrew Christian (2013)	<i>defect</i> pada mesin pengemasan susu bubuk di PT. Frisian Flag Indonesia	DMAIC	<i>Seven tools of Quality, FMEA</i>	Untuk mengatasi <i>defect</i> yang muncul pada mesin Wolf di departemen Powder Packing	Pembuatan standar pemeriksaan baru terhadap pemeliharaan dan operasional mesin berdasarkan nilai RPN yang terbesar pada tahap <i>Improve</i>
4	Penelitian Ini	<i>Defect</i> pada pupuk NPK Phonska bersubsidi di PT Petrokimia Gresik	DMAI	<i>Diagram Parreto, Cause and Effect Diagram, FMEA</i>	Mengurangi <i>Defect</i> pada pupuk NPK Phonska bersubsidi	

2.2 DEFINISI KUALITAS

Menurut Garvin (1988:217), kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia/tenaga kerja, proses dan tugas, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Selera atau harapan konsumen pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah atau disesuaikan. Dengan perubahan kualitas produk tersebut diperlukan perubahan peningkatan ketrampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Definisi kualitas menurut *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik bahan baku, produk maupun proses (proses produksi, distribusi, dan jasa). Kualitas

memerlukan suatu proses perbaikan yang terus-menerus (*continuous improvement process*) yang dapat diukur dengan dukungan manajemen, karyawan, dan pemerintah.

2.3 PENGENDALIAN KUALITAS

2.3.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas menurut Cawley dan Harrold dalam Ariani (2004:54) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitori, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dengan menggunakan metode-metode yang dianjurkan. Sedangkan pengendalian kualitas menurut Goetch dan Davis dalam Ariani (2004:4) adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan produk pelayanan, orang, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melatih apa yang diharapkan. Kegiatan pengendalian itu sendiri dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standar, menafsirkan perbedaan-perbedaan dan mengambil tindakan-tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses itu sehingga sesuai dengan standar. Dalam kegiatan pengendalian kualitas tersebut tidak hanya meliputi penetapan standar produk atau proses dari pihak produsen melainkan standar yang ditetapkan produsen tersebut juga harus sesuai dengan spesifikasi atau toleransi yang ditetapkan oleh pihak konsumen.

2.3.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Manajemen perusahaan di dalam kegiatannya mengendalikan kualitas berusaha agar produknya sesuai dengan apa yang telah ditentukan. Dengan melaksanakan pengendalian kualitas mengandung beberapa tujuan (Assauri, 1993:274), yaitu :

1. Agar output dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi menjadi rendah
3. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses menjadi rendah
4. Mengusahakan agar biaya kualitas menjadi rendah

2.4 SIX SIGMA

Six Sigma adalah suatu strategi perbaikan bisnis untuk menghilangkan pemborosan, mengurangi biaya karena menghasilkan kualitas yang buruk, dan memperbaiki efektifitas dan efisiensi semua kegiatan operasi sehingga mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. *Six Sigma* juga menjadi bagian dari

strategi manajemen karena *Six Sigma* menghendaki perubahan nilai-nilai dan budaya dan pengenalan pada seluruh anggota organisasi dan perubahan secara substansial dalam struktur dan infrastruktur organisasi (Ariani, 2004:189)

2.4.1 Konsep *Six Sigma*

Six Sigma dijadikan alat ukur untuk menciptakan metode atau strategi yang tepat dalam proses transaksi antara pihak produsen dan konsumen. *Six Sigma* juga menerapkan strategi atau terobosan dalam perusahaan yang memungkinkan perusahaan tersebut dapat maju dan meningkat pesat tingkat produktivitasnya (Gaspersz, 2002:64).

Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah yang sederhana DMAIC yang merupakan singkatan dari *define* (merumuskan), *measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan atau memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya. Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma* maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,9997 % dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk tersebut. Konversi *yield* ke DPMO dan Nilai Sigma dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Konversi Nilai Yield ke DPMO

Yield (probabilitas tanpa cacat)	DPMO (defect per million opportunity)	Nilai sigma
30,9 %	690.000	1
62,9 %	308.000	2
93,3 %	66.800	3
99,4 %	6.210	4
99,98 %	320	5
99,9997 %	3,4	6

Sumber: Gaspersz, 2002:11

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma* (Gaspersz, 2002:99), yaitu:

1. Identifikasi pelanggan
2. Identifikasi produk
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan

4. Definisi proses
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
6. Tingkatkan proses secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*.

2.4.2 Manfaat *Six Sigma*

Ada beberapa manfaat *Six Sigma* bagi perusahaan (Pande, 2000:12), yaitu:

1. Menghasilkan sukses berkelanjutan
Cara untuk melanjutkan pertumbuhan dan tetap menguasai pertumbuhan pasar yang aman adalah terus-menerus berinovasi. *Six Sigma* merupakan upaya untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus (*continous improvement*).
2. Mengatur tujuan kinerja bagi setiap orang
Dalam sebuah perusahaan, setiap orang bekerja dengan memiliki tujuan yang sama. *Six Sigma* merupakan alat untuk menciptakan sebuah tujuan yang konsisten yaitu kesempurnaan 99,9997 % atau 3,4 cacat dalam sejuta peluang.
3. Memperkuat nilai pada pelanggan
Dengan persaingan yang ketat di setiap industri, hanya produk yang memiliki kualitas terbaik yang dapat diterima oleh pelanggan. Fokus pada pelanggan adalah inti dari *Six Sigma* dengan mempelajari nilai yang diinginkan oleh pelanggan terhadap produk.
4. Mempercepat tingkat perbaikan
Perusahaan yang mampu melakukan perbaikan dengan cepat dapat memenangkan persaingan di pasar. Dengan menggunakan *Six Sigma* membantu perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan kinerjanya tetapi juga meningkatkan perbaikan.
5. Mempromosikan pembelajaran dan “*cross pollination*”
Six Sigma merupakan sebuah pendekatan yang dapat meningkatkan dan mempercepat pengembangan dan penyebaran ide-ide baru dalam sebuah organisasi. Orang-orang yang terlatih dengan keahlian dalam banyak proses serta kemampuan dalam mengelola dan memperbaiki proses dapat dipindahkan ke divisi lain dengan kemampuan untuk menerapkan proses dengan lebih cepat. Ide-ide mereka dibagikan sehingga kinerja mudah untuk dibandingkan.
6. Melakukan perubahan strategi

Dengan lebih memahami proses dan prosedur perusahaan akan memberikan kemampuan yang lebih besar untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian kecil maupun perubahan-perubahan besar yang dituntut oleh proses bisnis.

2.4.3 Tahap-tahap Pengendalian Kualitas dengan *Six Sigma DMAIC*

Menurut Gaspersz (2002:8), metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *six sigma* dengan mengurangi kecacatan. Metode DMAIC memiliki lima langkah utama, yaitu:

1. *Define*

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

- a. Kriteria pemilihan proyek *six sigma*
- b. Peran dan tanggung jawab dari orang – orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*
- c. Kebutuhan pelatihan untuk orang – orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*
- d. Proses – proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelanggannya
- e. Kebutuhan spesifik dari pelanggan
- f. Pernyataan tujuan proyek *six sigma*

2. *Measure*

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Tahap ini dilakukan dengan memilih dan mengidentifikasi karakteristik kualitas dalam suatu produk, mengembangkan rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, atau *outcome*, dan menyediakan sebuah kesimpulan untuk sebuah evaluasi yang dilakukan untuk beberapa karakteristik yang didasarkan pada pengumpulan data observasi.

Menurut Gaspersz (2002:96), Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat yaitu:

- a. Pengukuran pada tingkat proses (*Process level*) adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan.

- b. Pengukuran pada tingkat *output* (*Output level*) adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.
- c. Pengukuran pada tingkat *outcome* (*Outcome level*) adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional pelanggan. Pengukuran pada tingkat *outcome* merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas.

Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) pada masing-masing jenis *defect*. DPMO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. Target yang ingin dicapai adalah adanya kegagalan produk sebesar 3,4 tiap satu juta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan rumus (Gaspersz, 2002:99):

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$\text{Dengan nilai DPO} = \frac{\text{Banyaknya produk yang cacat}}{(\text{Banyaknya yang diperiksa} \times \text{CTQ})}$$

Adapun langkah-langkah perhitungan DPMO dan Nilai Sigma secara sistematis dijelaskan pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Langkah-langkah Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Berapa jumlah produk yang di inspeksi	-
2	Berapa jumlah produk yang gagal / <i>defect</i>	-
3	Hitung tingkat kecacatan = (2) / (1)	= (langkah 2 / langkah 1)
4	Banyaknya CTQ potensial	= banyaknya karakteristik CTQ
5	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	= (langkah 3 / langkah 4)
6	Kemungkinan gagal per sejuta kemungkinan	(Langkah 5) x 1 juta
7	Konversi DPMO ke nilai <i>sigma</i>	-
8	Buat Kesimpulan	-

Sumber: Gaspersz, 2002:167

3. Analyze

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini perlu untuk menentukan stabilitas (*stability*) dari kapabilitas/kemampuan (*ability*) dari proses, menetapkan target – target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan, mengidentifikasi sumber –



sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan dan mengkonversikan banyak kegagalandalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*)(Gaspersz, 2002:200)

Alat-alat yang akan digunakan dalam melakukan analisis bergantung pada masalah serta proses dan bagaimana cara pendekatan masalah yang dilakukan. (Dalam Christian, skripsi, 2013:19), terdapat dua sumber kunci dari input untuk menentukan penyebab sesungguhnya dari masalah yang ditargetkan yaitu:

a. Analisis data

Menggunakan ukuran-ukuran dan data-data yang telah dikumpulkan atau data baru yang telah dikumpulkan dalam fase analyze, untuk membedakan pola-pola, kecenderungan, atau faktor-faktor lain mengenai masalah yang menunjukkan atau membuktikan penyebab-penyebab yang mungkin.

b. Analisis proses

Penyelidikan yang lebih dalam dan memahami bagaimana pekerjaan dilakukan untuk mengidentifikasi inkonsistensi, “disconnect”, atau bidang-bidang masalah yang mungkin menyebabkan atau memberikan kontribusi terhadap masalah.

Untuk menemukan sumber penyebab masalah kualitas digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan.

4. **Improve**

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus memutuskan target yang ingin dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, siapa penanggung jawabnya, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan tersebut.

Tim proyeksi *Six Sigma* telah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas sekaligus memonitor efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan sepanjang waktu. Efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan presentase biaya kegagalan kualitas yaitu *Cost Of Poor Quality* (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatkan kapabilitas proses. Setiap rencana yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu menurunkan DPMO menuju target *zero defect* atau mencapai tingkat kapabilitas proses

pada tingkat yang lebih besar atau sama dengan 6 sigma, serta mengkonversi manfaat hasil-hasil ke dalam penurunan presentase biaya kegagalan kualitas.

Manfaat dari peningkatan kualitas yang diukur berdasarkan prosentase antara COPQ terhadap penjualan ditunjukkan dalam tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

Tingkat pencapaian sigma	DPMO	COPQ
1 sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2 sigma	308.536 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3 sigma	66.807	25-40 % dari penjualan
4 sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25 % dari penjualan
5 sigma	233	5-15 % dari penjualan
6 sigma	3,4 (industri kelas dunia)	< 1% dari penjualan
Setiap peningkatan atau pergeseran 1 sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10 % dari penjualan.		

Sumber: Gaspersz, 2002:268

5. Control

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma* (Gaspersz, 2002:293). Pada tahap ini, hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses dan kualitas produk distandarisasikan dan disebarluaskan untuk mencegah masalah yang sama atau praktek – praktek lama terulang kembali, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar agar hasil yang sudah ditunjukkan bisa dipertahankan dan dilakukan secara berkesinambungan. Pada dasarnya, kontrol digunakan untuk mengontrol proses perbaikan yang telah dilakukan.

2.5 Tools of Quality

Alat pengendalian kualitas proses statistik merupakan alat bantu yang bermanfaat untuk memetakan lingkup persoalan, menyusun data dalam diagram – diagram agar lebih mudah untuk dipahami, menelusuri berbagai kemungkinan penyebab persoalan dan memperjelas kenyataan atau fenomena yang otentik dalam suatu persoalan. Tujuh alat pengendali statistik oleh Heizer dan Render (2006) antara lain yaitu *check sheet*, histogram, *control chart*, diagram pareto, *fishbone diagram*, *scatter diagram* dan diagram proses proses.

2.5.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto (Pareto Analysis) adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah atas cacat dan untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini berdasarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi di abad ke-19. Joseph M. Juran mempopulerkan pekerjaan Pareto dengan menyatakan bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%. (Heizer dan Render, 2006:266)

Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah

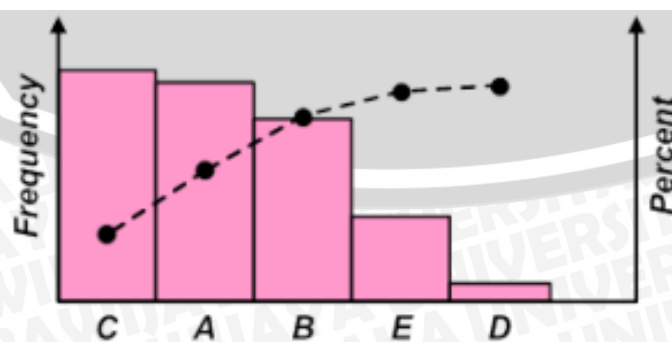
Pada dasarnya diagram pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk:

- Analisa komplain (jumlah kejadian) di perusahaan.
- Analisa jenis *defect* (pcs) yang terjadi dari hasil QC.
- Analisa *losses* (unit) sparepart di gudang
- Analisa pemborosan (Rp) atas hilangnya peralatan produksi
- Analisa produk *rework* (pcs) berdasar tipe produk
- Analisa *breakdown* mesin (frekuensi atau jam) berdasar jenis mesin

Manfaat dari diagram pareto:

- Merupakan pedoman memilih peluang perbaikan berdasar prinsip “*vital few*” dari “*trivial many*”
- Memfokuskan sumber daya pada area / *defect* / penyebab yang menghasilkan keuntungan yang terbesar
- Membandingkan frekuensi dan/atau dampak dari berbagai penyebab masalah

Berikut dibawah ini merupakan contoh Diagram Pareto pada gambar 2.1



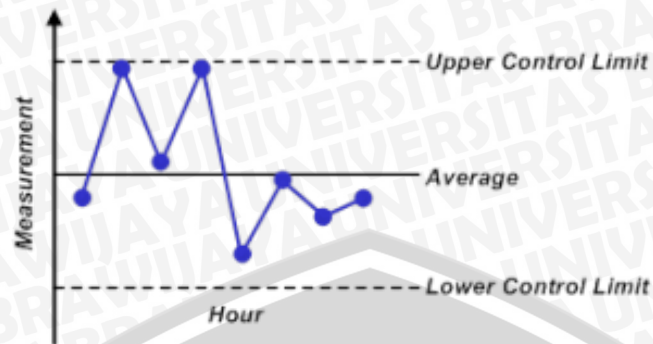
Gambar 2.1 Contoh diagram pareto
Sumber : Heizer, 2006:266

2.5.2 Peta Kontrol (*Control Chart*)

Peta kendali (*Control Chart*) adalah gambaran grafik data sejalan dengan waktu yang menunjukkan batas atas dan bawah proses yang ingin kita kendalikan. Peta kendali dibangun sedemikian rupa sehingga data baru dapat dibandingkan dengan data masa lalu secara cepat. Sampel output proses diambil dan rata-rata sampel ini dipetakan pada sebuah diagram yang memiliki batas. Batas atas dan bawah dalam sebuah diagram kendali bisa dalam satuan temperatur, tekanan, berat, panjang, dan sebagainya (Heizer dan Render, 2006:268). Nilai dari karakteristik kualitas yang dimonitor, digambarkan sepanjang sumbu y, sedangkan sumbu x menggambarkan sampel atau subgroup dari karakteristik kualitas tersebut. Sebagai contoh karakteristik kualitas adalah panjang rata-rata, diameter rata-rata, dan waktu pelayanan rata-rata. Semua karakteristik tersebut dinamakan variabel dimana nilai numeriknya dapat diketahui. Sedangkan atribut adalah karakteristik kualitas yang ditunjukkan dengan jumlah produk cacat, jumlah ketidaksesuaian dalam satu unit, serta jumlah cacat per unit. Terdapat tiga garis pada grafik pengendali (*Control chart*), yaitu:

- a. Garis pusat (*center line*), garis yang menunjukkan nilai tengah (*mean*) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-*plot*-kan pada peta kendali.
- b. *Upper control limit* (UCL), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
- c. *Lower control limit* (LCL), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

3. Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis, terkadang besarnya UCL dan LCL ditentukan oleh *confidence interval* dari kurva normal. Dengan *control chart*, kita dapat menarik kesimpulan tentang apakah variasi proses konsisten (dalam batas kendali) atau tidak dapat diprediksi (di luar batas kendali karena dipengaruhi oleh *special cause of variation*, yaitu variasi yang terjadi karena faktor dari luar sistem). Jika terdapat data yang berada di luar batas pengendali atas dan batas pengendali bawah serta pada pola data tidak acak atau random maka dapat diambil kesimpulan bahwa data berada di luar kendali statistik. Berikut dibawah ini merupakan contoh Peta Kontrol (*Control Chart*) pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Contoh control chart

2.5.2.1 Peta Kontrol untuk Data Variabel

Data variabel merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah diameter pipa, berat semen dalam kantong, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu proses, ukuran-ukuran berat, panjang, tinggi, diameter, waktu dan volume merupakan data variabel. Variabilitas dapat disebabkan oleh penyebab umum dan penyebab khusus.

1. Penyebab Umum (*Chance causes/common cause*) terjadi selama proses, bersifat acak dan tak dapat dikontrol jika hanya ada penyebab umum saja, proses dianggap stabil dan terkontrol.
2. Penyebab Khusus (*Assignable causes/special cause*). Variasi ini terjadi karena adanya pengaruh dari luar, proses ini dikatakan tak terkontrol.

Peta kendali rata-rata merupakan peta pengendali untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas pengendalian atau tidak (Ariani,2004). Selain itu, peta kendali rata-rata menunjukkan apakah rata-rata yang dihasilkan oleh produk masih sesuai dengan standar pengendalian yang digunakan perusahaan atau tidak. Menurut (Montgomery, 2009) jumlah sampel yang digunakan dalam perhitungan *subgroup* pada *X-chart* dan *R-chart* adalah 20-25 sampel dengan jumlah *trial* sebanyak 3-5 replikasi setiap *subgroup*. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk peta kontrol X.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2-1)$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{g=1}^g \bar{x}_g}{g} \quad (2-2)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2-3)$$

Sumber : Ariani (2004)

Keterangan :

\bar{X} : rata-rata pada masing-masing kelompok

\bar{R} : rata-rata *range*

X_i : data pada setiap sub kelompok atau sampel yang diambil

n : banyaknya sampel yang diambil dalam setiap observasi

g : banyaknya observasi yang diambil dalam setiap observasi

$\bar{\bar{X}}$: rata-rata dari rata-rata masing-masing kelompok

Batas pengendali atas dan batas pengendali bawah untuk peta kendali rata-rata (*X-chart*) adalah:

$$\text{BPA } \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \quad (2-4)$$

$$\text{BPB } \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \quad (2-5)$$

Sumber : Ariani (2004)

Batas pengendali atas dan batas pengendali bawah untuk peta kendali jarak (*R-chart*) adalah:

$$\text{BPA } \bar{R} = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2-6)$$

$$\text{BPB } \bar{R} = D_3 \cdot \bar{R} \quad (2-7)$$

Sumber : Ariani (2004)

2.5.2.2 Peta Kontrol untuk Data Atribut

Data atribut (*Attributes Data*), yaitu data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka cacatan itu dianggap sebagai “atribut”. Contoh dari atribut adalah ketiadaan label dalam kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain (Gasperz, 1998). Peta kendali yang digunakan untuk data atribut adalah Peta Kendali P karena jenis data yang diambil adalah jenis data atribut yang digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat.

$$P = \frac{x}{n} \quad (2-8)$$

(Ariani, 2004)

Dimana:

P = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = Banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

Garis pusat (*Center Line*) peta kontrol p :

$$P = GP \ p = CL = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n \cdot g} \quad (2-9)$$

(Ariani, 2004)

Dimana :

P = Garis pusat peta pengendalian proporsi kesalahan

Pi = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

g = Banyaknya observasi yang dilakukan

Sedangkan batas pengendalian atas (BPA) dan batas pengendalian bawah (BPB) untuk peta pengendalian proporsi kesalahan tersebut (untuk 3 sigma) adalah :

$$BPA = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2-10)$$

$$BPB = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

2.5.3 Checklist

Checklist merupakan suatu daftar yang berisi nama subjek ataupun faktor yang ingin diamati dimana cara penggunaannya hanya dengan memberikan tanda centang pada *list* faktor sesuai dengan kolom yang telah tersedia. *Checklist* bersifat sangat selektif karena berisi *list* yang dibatasi pada jawaban *ok* atau *not ok*. Fungsi dari *checklist* adalah pencatat hasil observasi terhadap objek yang diamati. Nantinya *checklist* akan berguna sebagai rekapan data, dan mengetahui apakah suatu objek yang diteliti telah berjalan sesuai dengan prosedur atau keinginan atau tidak. Contoh Checklist dapat dilihat pada Gambar 2.3

Goldenbug Ltd Checklist for requirement specification report					
Project name: _____					
The reviewed document: _____ Version: _____					
Item no.	Subject	Yes	No	N.A.*	Comments
1	The document				
1.1	Prepared according to configuration management requirements				
1.2	Structure conforms to the relevant template				
1.3	Reviewed document is complete				
1.4	Proper references to former documents, standards, etc.				
2	Specifying the requirements				
2.1	Required functions were properly defined and clearly and fully phrased				
2.2	Designed inputs conform with required outputs				
2.3	Software requirement specifications conform with product requirements				
2.4	Required interfaces with external software packages and computerized equipment are fully defined and clearly phrased				
2.5	GUI interfaces are fully defined and clearly phrased				
2.6	Performance requirements – response time, input flow capacity, storage capacity – are correctly defined and fully and clearly phrased				

Gambar 2.3 Contoh *checklist*
Sumber: Yanuar (2012)

2.6 Indeks Kapabilitas Proses (Cp)

Kapabilitas proses adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002). Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *Six Sigma* ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Sebaliknya apabila proses memiliki kapabilitas yang jelek, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang berada di luar batas-batas spesifikasi sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk akan ditolak.

Indeks Kapabilitas Proses (Cp) dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$Cpk = \min \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \right); \left(\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right) \tag{2-11}$$

Sumber : Gaspersz (2002)

Dimana :

Cp = Indeks Kapabilitas Proses

USL = batas spesifikasi atas (upper specification limit)

LSL = batas spesifikasi bawah (lower specification limit)

S = simpangan baku

Kriteria penilaian :

Jika $C_p > 1,33$, maka kapabilitas proses sangat baik

Jika $1,00 \leq C_p \leq 1,33$, maka kapabilitas proses baik

Jika $C_p < 1,00$, maka kapabilitas proses rendah

2.7 Critical To Quality (CTQ)

CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan, serta merupakan elemen-elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan konsumen.

CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya bentuknya berupa turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan.

2.8 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

2.8.1 Pengertian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Gaspersz (2002:246), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari permasalahan kualitas. Mode kegagalan merupakan segala sesuatu yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk tersebut.

Pada dasarnya terdapat dua jenis FMEA yaitu:

1. Design FMEA

Digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah dipastikan memiliki keterkaitan dengan karakteristik desain. Design FMEA akan menguji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem. Modus potensialnya

dapat berupa kesalahan pemilihan material, ketidaktepatan spesifikasi dan sebagainya.

2. *Process FMEA*

Digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah dipastikan memiliki keterkaitan dengan karakteristik prosesnya. *Process FMEA* akan menguji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem. Modus potensialnya dapat berupa kesalahan operator dalam merakit part, terdapat variasi proses yang terlalu besar sehingga produk berada diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan.

2.8.2 Tujuan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Menurut Setyadi (2013), Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA:

1. Mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat pengaruh efeknya
2. Mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Mengurutkan desain potensial dan defisiensi proses
4. Membantu fokus para *engineer* dalam mencegah timbulnya permasalahan

2.8.3 Elemen-Elemen Proses FMEA

Menurut Yumaida (2011:69), berikut ini adalah elemen-elemen dalam FMEA:

1. Fungsi proses

Merupakan deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item. Adapun suatu fungsi dapat digolongkan menjadi dua kategori, yaitu fungsi primer dan fungsi sekunder. Fungsi primer adalah fungsi utama yang diinginkan dari suatu proses, meliputi kecepatan proses, *output* dan kualitas hasil proses. Sedangkan fungsi sekunder adalah fungsi tambahan setelah fungsi primer terpenuhi. Fungsi sekunder meliputi faktor keamanan, kenyamanan dan ekonomi.

2. Moda kegagalan

Merupakan kemungkinan kegagalan terhadap setiap proses. Kegagalan yang dimaksud adalah ketidakmampuan sistem dari suatu produk atau proses untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan standar kinerja yang telah ditentukan.

3. Efek potensi dari kegagalan
Merupakan daftar resiko yang didapat perusahaan serta potensi efek dari kegagalan tersebut. Yang mana efek potensial dari suatu kegagalan adalah konsekuensi dalam proses, produk, pelanggan atau aturan pemerintah dimasa mendatang.
4. Tingkat keparahan (*Severity (S)*)
Penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan potensial
5. Penyebab potensial (*Potential Cause (s)*)
Merupakan bagaimana kegagalan tersebut bisa terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat dibenahi.
6. Keterjadian (*Occurance (O)*)
Berdasarkan tingkat *Occurance* dapat diketahui kemungkinan terdapatnya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan.
7. Deteksi (*Detection (D)*)
Merupakan penilaian dari kemungkinan alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu kegagalan.
8. Nomor Prioritas Resiko (*Risk Priority Number (RPN)*)
Merupakan angka prioritas resiko yang berasal dari perkalian *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*
$$RPN = S * O * D$$

; dimana : S = *Severity*
O = *Occurance*
D = *Detection*
9. Tindakan yang direkomendasikan (*Recommended Action*)
Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan resiko tertinggi. Dengan cara memikirkan mengenai strategi respon resiko seperti pencegahan dan solusi perbaikan yang bersifat efektif dan efisien.
Proses pengukuran terhadap besarnya nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* adalah sebagai berikut ini:
 - a. *Severity*
Merupakan langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian dapat mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut dinotasikan dengan skala 1 sampai 10, dimana nilai 1 merupakan dampak yang terendah dan nilai 10 adalah dampak yang terburuk.

Tabel 2.6 ini adalah parameter penentuan *rating* dalam *severity* yang ditentukan dalam skala 1-10, dimana dalam setiap *rating* memiliki tingkat kriteria yang berbeda-beda.

Tabel 2.6 Nilai *severity*

<i>Rating</i>	Deskripsi	Kriteria
1	<i>None</i>	Tidak disadari oleh pelanggan dan tidak berpengaruh pada produk atau proses
2	<i>Very Minor</i>	Kegagalan kemungkinan dapat menyebabkan konsekuensi secara minor, namun kemungkinan hal tersebut untuk terjadi sangat kecil
3	<i>Minor</i>	Kegagalan merupakan gangguan kecil namun tidak menyebabkan penurunan performa
4	<i>Very low</i>	Kegagalan dapat menimbulkan <i>minor performance loss</i>
5	<i>Low</i>	Kegagalan mempengaruhi performa produk/proses sehingga dapat menyebabkan adanya keluhan
6	<i>Moderate</i>	Kegagalan dapat menyebabkan kerusakan parsial pada produk/proses
7	<i>High</i>	Kegagalan dapat menyebabkan ketidakpuasan konsumen secara signifikan
8	<i>Very High</i>	Kegagalan menyebabkan produk/proses tidak dapat dioperasikan atau diperbaiki
9	<i>Extremely High</i>	Kegagalan dapat menyebabkan pelanggaran peraturan pemerintah
10	<i>Dangerously High</i>	Kegagalan dapat menyebabkan cedera fisik bagi pengguna atau pekerja

Sumber: Hariadi (2007:50)

b. *Occurance*

Tahap selanjutnya adalah menentukan *rating* terhadap nilai *occurance*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Tabel 2.7 cara menentukan nilai *occurance* dengan menggunakan *rating* 1-10, dimana setiap *rating* memiliki kriteria tersendiri.

Tabel 2.7 Nilai *Occurance*

<i>Probability of Occurance</i>	<i>Occurance</i>	<i>Rating</i>
Sangat tinggi: kegagalan hampir tidak bisa dihindari	1 in 2	10
	1 in 8	9
Tinggi: umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang sering menimbulkan kegagalan	1 in 20	8
	1 in 40	7
Sedang: Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah besar	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 1000	4
Rendah: kegagalan terisolasi berkaitan dengan proses yang identik	1 in 4.000	3
Sangat rendah: hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses yang hampir identik	1 in 20.000	2
Rendah: kegagalan yang mustahil, tidak pernah ada kegagalan dalam proses yang identik.	1 in 1.000.000	1

Sumber: Gaspersz (2002:251)

c. *Detection*

Berfungsi sebagai upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Tabel 2.8 merupakan parameter penentuan nilai *detection* dengan menggunakan *rating* 1-10 dan setiap *rating* memiliki kriteria tersendiri.

Tabel 2.8 Nilai *detection*

<i>Detection</i>	Kriteria	<i>Ranking</i>
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Lumayan tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Hansen (2011:46)

Dari nilai *severity*, *occurance* dan *detection* dapat diperoleh nilai RPN, yaitu dengan cara mengalikan ketiga unsur tersebut ($RPN = S \times O \times D$). Berdasarkan nilai RPN yang telah diperoleh maka dilakukanlah pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai dengan terendah. Kegiatan produksi dengan nilai RPN tertinggi merupakan sasaran utama perbaikan yang harus segera diselesaikan (Hansen, 2011: 47)

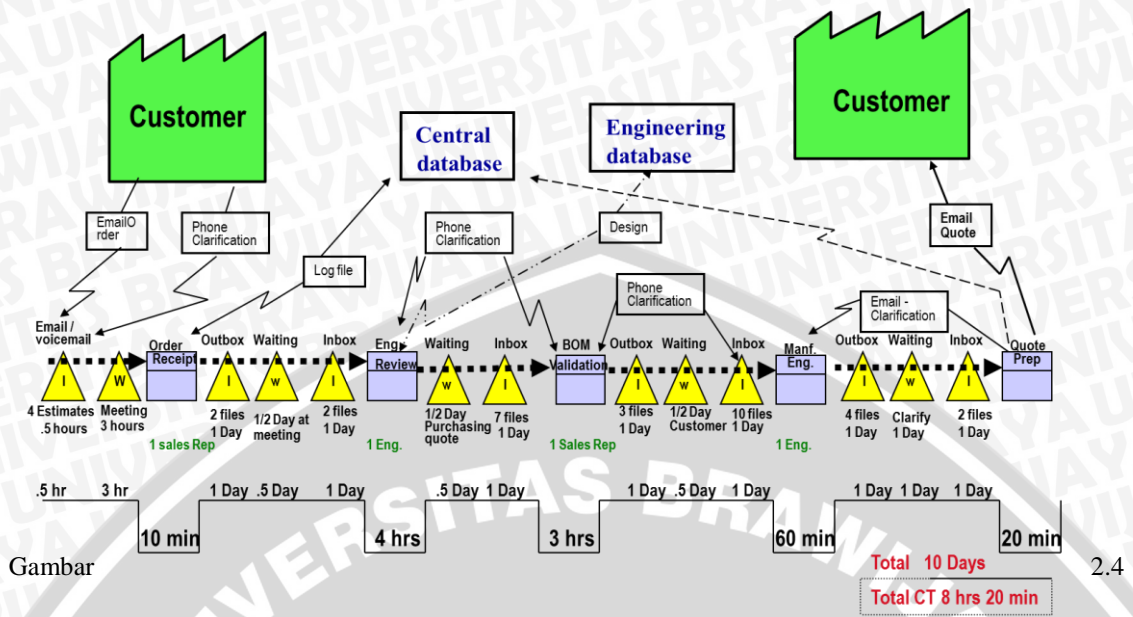
2.9 *Big Picture Mapping*

Big Picture Mapping adalah suatu *tools* yang diadopsi dari system produksi Toyota yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu system secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan (Hines & Taylor, 2000: 20). Sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari system yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste* serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan berdasarkan dari masing-masing

karakteristik proses yang terjadi. Langkah-langkah dalam menggambarkan *Big Picture Mapping* adalah sebagai berikut:

1. Menggambarkan keseluruhan kebutuhan *customer* berisi produk yang diminta *customer*, jumlah produk yang dikirimkan dalam suatu waktu, berapa sering pengiriman dilakukan, pengemasan yang dilakukan.
2. Menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* yang berisi antara lain: macam peramalan dan informasi pembatalan *supplier* oleh *customer*, organisasi atau departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.
3. Menggambarkan aliran fisik dengan berupa langkah-langkah utama aliran fisik dalam perusahaan, berapa lama aliran fisik dilakukan, dititik mana dilakukan *inventory*, di titik mana dilakukan proses inspeksi dan berapa tingkat cacat, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam perhari tiap stasiun kerja bekerja, waktu berpindah di stasiun kerja, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak, serta titik *bottleneck* yang terjadi
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang dapat memberikan informasi jadwal yang digunakan, instruksi kerja yang dihasilkan, dari dan untuk apa informasi informasi dan instruksi dikirim, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.
5. Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan aliran fisik yang dilakukan dengan menambah *lead time* dan *value added time* dibawah gambar aliran.

Berikut adalah gambar 2.4 merupakan contoh *Big Picture Mapping*.



Gambar

2.4

contoh Big Picture Mapping
Sumber : Philip, 2000

