

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pengendalian kualitas sangat penting dalam alur proses produksi. Disamping berperan vital terhadap proses produksi, pengendalian kualitas juga akan berpengaruh terhadap citra perusahaan dimata konsumennya. Penelitian mengenai kualitas yang selama ini telah dilakukan bertujuan mempermudah perusahaan untuk mengetahui bentuk pemborosan biaya akibat cacat produk. Berikut beberapa penelitian telah mengangkat masalah pengendalian kualitas.

Hales *et al.*, (2006) dalam penelitian yang dilakukan dengan pendekatan *binary sorting algorithm* (BSA) untuk mengklasifikasikan cacat produk pada tiga bentuk perusahaan. Perusahaan pertama adalah perusahaan plastik dengan skala besar, perusahaan kedua ada perusahaan elektronik bersekala sedang dan yang terakhir adalah perusahaan peralatan rekreasi dengan skala kecil. Tujuan dari penelitian Hales *et al.*, (2006) ini adalah untuk melakukan perbaikan pada perusahaan dengan melakukan penelitian pada rantai produksi. Data dari hasil observasi akan dimasukkan dalam tabel BSA sehingga didapatkan banyaknya cacat pada setiap lini produksi. Dengan didapatnya data tersebut maka akan dilakukan pengendalian pada lini yang memiliki cacat terbanyak hingga terkecil. Sebelum dilakukan pengendalian, data dihitung dengan metode *cost of quality* (COQ) dan dibandingkan dengan setelah pengendalian. Maka selanjutnya dilihat perbandingan setelah pengendalian biaya yang dikeluarkan setinggi dan sebelum melakukan pengendalian.

He (2010) melakukan penelitian pengukuran cacat produk dengan metode *cost of quality*. Berdasarkan survey selama 40 tahun terakhir, pada perusahaan barat biaya kualitas yang dikeluarkan berkisar antara 5% sampai 40% dari pendapatan (Parker, 1995). Target dari pada *quality management* adalah bagaimana mendapatkan kualitas yang sesuai standartetapi dengan biaya yang rendah. Sebenarnya konsep ini telah lebih dulu dikemukakan oleh para praktisi TQM sejak tahun 1960. Secara umum biaya kualitas yang dikeluarkan adalah dari total biaya yang dikeluarkan untuk proses *quality control* dan biaya yang dikeluarkan pada produk yang cacat. Disini peneliti He (2010) melakukan penelitian dengan pendekatan TQM. Pada pendekatan TQM tersebut dapat meningkatkan profit dengan menurunkan biaya kualitas dengan cukup signifikan.

Dengan pendekatan TQM maka akan menciptakan budaya dan lingkungan *continues improvement*.

Ilham (2012), melakukan penelitian di PT. Bosowa Media Grafika, salah satu perusahaan percetakan terbesar di Makassar yang memproduksi koran Tribun Timur. Masalah yang terjadi adalah banyaknya kecacatan pada proses produksi selama Desember 2011. Total dari jumlah produksi sebesar 1.650.650 eksemplar, terdapat jumlah produk cacat sebesar 73.789 atau sekitar 4,47% dari total produksi. Metode yang dipakai untuk mengatasi masalah ini adalah *Statistical Process Control* (SPC). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas produk pada PT. Bosowa Media Grafika (Tribun Timur) masih belum terkendali, dengan rata-rata kerusakan produk sebesar 4.47% per hari. Jenis kerusakan yang paling banyak terjadi adalah tinta kabur dengan total 57.555 eksemplar atau 78% dari total produk cacat pada bulan Desember 2011. Dari hasil observasi lapangan dan wawancara, faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan ini adalah faktor manusia, mesin, lingkungan, metode kerja dan bahan baku.

Awaj *et al.*, (2013) meneliti tentang pengendalian kualitas dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) di perusahaan botol kaca di Addis Ababa, Ethiopia, Afrika. Perusahaan ini berdiri sejak 1973. Ada dua pengukuran kecacatan produk yakni dilihat secara visual (*visual defective*) dan secara fisik (*physical defective*). Pengukuran yang pertama dilihat secara visual berdasarkan presentase kumulatif kecacatan produk sebesar 50% seperti, lecet pada botol (*blisters*) sebesar 22,14%, *double seam* sebesar 14,06%, dan *stone* sebesar 10,78%. Pengukuran selanjutnya ditinjau secara fisiknya yakni, kegagalan pada saat proses tekanan (*pressure failure*) sebesar 69,36% dan berat botol kaca melebihi batas yang ditentukan (*over weight*) sebesar 16,32%. Pengukuran dari segi fisik ini didasarkan pada presentase kumulatif sebesar 90%. Hasil dari metode *Statistical Process Control* (SPC) ini adalah lecet pada botol (*blisters*) sebesar 20,14%, *double seam* sebesar 16,71%, dan *stone* sebesar 4,38%. Ditinjau secara fisiknya yakni, kegagalan pada saat proses tekanan (*pressure failure*) sebesar 31,6% dan berat botol kaca melebihi batas yang ditentukan (*over weight*) sebesar 23,11%.

Ivanto (2013) melakukan penelitian di PT. Akcaya Pariwara Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat, sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang percetakan koran salah satunya yakni koran Pontianak Post. Proses pengendalian kualitas dengan cara memeriksa sampel hasil produksi pada setiap koin yang berjumlah 250

eksemplar. Masalah timbul saat operator QC melakukan *sampling*. Jumlah sampel yang diambil oleh operator dalam tiap koin adalah sebanyak 3 sampai dengan 5 eksemplar. Sampel yang diperiksa apabila terdapat cacat, maka satu koin tersebut akan direject oleh operator. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, ternyata banyak produk yang direject oleh operator, tentu saja hal ini akan berakibat pada besarnya biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah menggunakan alat bantu statistik, yakni dengan menggunakan *Seven Tools*. Hasil penelitian yang telah dicapai adalah diperoleh jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada koran Pontianak Post adalah warna kabur (30,94%), kotor (26,45%), kertas rusak dan terpotong (23,28%).

Latifna (2013) melakukan penelitian di perusahaan Omahe Bakpia, sebuah perusahaan makanan yang menghasilkan produk berupa bakpia pathuk khas Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan selama 10 hari. Masalah yang terjadi adalah volume bakpia yang terlalu besar atau terlalu kecil yang tidak sesuai standar, kulit bakpia terlalu tipis sehingga mudah sobek, proses bolak-balik pada oven yang terlalu lama sehingga menyebabkan kulit bakpia gosong dan tidak menyatu dengan isi. Untuk memperbaiki masalah ini, peneliti menggunakan metode \bar{X} dan R . Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses berada dalam batas kendali. Hal ini dapat dilihat dari grafik \bar{X} selama 10 hari diperoleh skor BPA sebesar 607,472, nilai rata-rata sebesar 604,7, dan BPB sebesar 601,928, sedangkan untuk grafik R diperoleh BPA = 15,993, range = 9 dan BPB = 2,007. Untuk perkiraan hasil selama 12 bulan pada grafik \bar{X} diperoleh BPA = 18.214,224, nilai rata-rata = 18.110,9, dan BPB = 18.025,576, sedangkan pada grafik R diperoleh BPA = 608,848, range = 354,6, dan BPB = 100,352. Dilihat dari diagram pareto, prioritas perbaikan yang perlu dilakukan adalah untuk jenis kerusakan yang dominan yaitu 20%.

Raharjo (2014), melakukan riset tentang pengendalian kualitas di PT.Triteguh Manunggal Sejati. Perusahaan ini bergerak dibidang minuman kemasan (*beverages*) dan menghasilkan dua jenis produk dengan berbagai rasa yaitu Okky Jelly Drink dan Okky Coco Drink. Masalah yang diteliti oleh peneliti mengenai tingginya rata-rata cacat produk pada kemasan (*packaging*) dari Okky Jelly Drink dan Okky Coco Drink selama sebulan sebesar 0,2%. Standar kecacatan produk yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 0,1%. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Statistical Process Control* (SPC). Dengan metode ini, peneliti bermaksud mencari penyebab tingginya

presentase kecacatan produk dan memberikan solusi agar cacat produk tiap bulan menjadi terkendali.

Penelitian yang akan direncanakan oleh peneliti yakni pengendalian kualitas produk di PT. Cahaya Mas berdasarkan cacat pada produk yang datanya diambil berdasarkan jumlah barang yang diproduksi selama 1 bulan (15 Agustus s.d. 15 September 2016). Sebelum melakukan penelitian selama satu bulan penuh, peneliti akan memulai langkah awal dengan mengidentifikasi jenis cacat terlebih dahulu berdasarkan Peta Proses Operasi (PPO), lalu meninjau karakteristik kualitas produk dengan metode *Critical to Quality* (CTQ) kemudian menjabarkan cacat yang sering ditemui berdasarkan *brainstorming*. Setelah dijabarkan, maka akan dilakukan pengambilan data selama satu bulan agar diketahui besarnya cacat yang diperoleh dengan bantuan metode *Statistical Process Control*. Langkah terakhir membuat evaluasi dan perbaikan dari proses produksi tersebut dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

2.2. Dasar Teori

2.1.1 Pengertian Kualitas

Banyak pandangan mengenai definisi kualitas. Misalnya saja menurut Mitra (2008), pengendalian kualitas itu sendiri dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem yang digunakan untuk menjaga tingkatan kualitas pada produk atau jasa dan secara terus-menerus hingga pengimplementasian dari perbaikan karakteristik yang tidak sesuai dengan standar spesifikasi. Dilihat dari sudut pandang konsumen dan pasar seperti pendapat yang dikemukakan oleh Deming (1982) bahwa kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar, dimana kebutuhan pasar adalah kebutuhan konsumen. Begitu juga apa yang diutarakan oleh Goetsch Davis (1994) dalam bukunya yang berjudul "Manajemen Kualitas Produk dan Jasa" mengemukakan definisi kualitas yaitu: "Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan" (Yamit, Z. 2010).

Ditinjau dari sudut pandang produsen, kualitas dapat diartikan sebagai kesesuaian dengan spesifikasinya (Juran, 1962; Krajewski, 1987). Suatu produk akan dinyatakan berkualitas oleh produsen, apabila produk tersebut telah sesuai dengan spesifikasinya.

Kualitas juga tergantung dari kondisi (waktu). Tjiptono, dkk. (2001), menyatakan bahwa kualitas diartikan sebagai kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap

merupakan kualitas saat itu, mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang yang mencakup produk, jasa, manusia, dan lingkungan).

Esensi utama dari kualitas adalah produk yang bermutu tinggi. Kualitas keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang terlihat atau yang tersamar (Heizer & Render, 2006). Juran (1988) juga menambahkan bahwa kualitas adalah barang atau jasa yang memberikan manfaat pada pemakai (*measure of utility and usefulness*) tergantung kemampuannya (*availability*), kinerja (*performance*), keandalan (*reliability*), kemudahan pemeliharaan (*maintainability*) dan karakteristiknya dapat diukur. Kemudian, menurut Crosby (1979:58) dalam buku pertamanya "Quality is Free" menyatakan bahwa, kualitas adalah "conformance to requirement", yaitu sesuai dengan yang diisyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan.

Kualitas tidak bisa dipandang sebagai suatu ukuran yang sempit, yaitu kualitas produk semata-mata. Hal itu bisa dilihat dari beberapa pengertian tersebut diatas, dimana kualitas tidak hanya kualitas produk saja akan tetapi sangat kompleks karena melibatkan seluruh aspek dalam organisasi serta diluar organisasi. Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari beberapa definisi kualitas menurut para ahli di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut (Nasution, 2005:3).

- a. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
- b. Kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses dan lingkungan
- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang).

2.2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu atribut atau sifat yang mempunyai variasi tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2000). Pada variabel penelitian ini, peneliti menggunakan variabel pengukuran atribut karena data-data yang diperoleh bersifat *countable* atau bisa dihitung tapi tidak dapat diukur.

2.2.3 Pengendalian Kualitas

Untuk memastikan kualitas telah berjalan dengan baik maka perlu dilakukan pengendalian kualitas. Menurut Vincent Gasperz (2005), pengendalian kualitas merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja sebenarnya yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan. Kegiatan pengendalian kualitas perlu diawasi agar tidak terjadi penyimpangan. Apabila sudah terlanjur terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga yang diharapkan dapat tercapai (Assauri, 1998).

Assauri (1998:223) juga mengungkapkan bahwa tujuan utama pengendalian kualitas, yaitu:

- a. Pengawasan (control), di mana penyelidikan yang diperlukan untuk dapat menetapkan statistical control mengharuskan bahwa syarat-syarat kualitas pada situasi itu dan kemampuan prosesnya telah dipelajari hingga mendetail. Hal ini akan menghilangkan beberapa titik kesulitan tertentu, baik dalam spesifikasi maupun dalam proses..
- b. Pengerjaan kembali barang-barang yang telah scrap-rework. Dengan dijalankan pengontrolan, maka dapat dicegah terjadinya penyimpangan-penyimpangan dalam proses. Sebelum terjadi hal-hal yang serius dan akan diperoleh kesesuaian yang lebih baik antara kemampuan proses (process capability) dengan spesifikasi, sehingga banyaknya barang-barang yang diapkir (scrap) dapat dikurangi sekali. Dalam perusahaan pabrik sekarang ini, biaya-biaya bahan sering kali mencapai 3 sampai 4 kali biaya buruh, sehingga dengan perbaikan yang telah dilakukan dalam hal pemanfaatan bahan dapat memberikan penghematan yang menguntungkan..
- c. Biaya-biaya pemeriksaan, karena *Statistical Quality Control* dilakukan dengan jalan mengambil sampel-sampel dan mempergunakan *sampling-techniques*, maka hanya sebagian saja dari hasil produksi yang perlu untuk diperiksa. Akibatnya maka hal ini akan dapat menurunkan biaya-biaya pemeriksaan.

Untuk menjalankan tujuan tersebut, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan. Montgomery (2001) mengutarakan ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pengendalian kualitas.

- a. Kemampuan proses

Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

b. Spesifikasi yang berlaku

Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.

c. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima

Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.

d. Biaya kualitas

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

2.2.4 Populasi dan Sampel

Kata populasi (population/universe) dalam statistika merujuk pada sekumpulan individu dengan karakteristik khas yang menjadi perhatian dalam suatu penelitian (Riadi, 2015). Populasi yang diambil dalam penelitian ini adalah cacat produk pada seluruh jenis *foam*. Dengan menggunakan rumus Slovin, peneliti akan melakukan pengambilan sampel *synthetic leather* dengan *density* 14 kg/m³ di lini produksi selama sebulan dari tanggal 15 Agustus s.d 15 September 2016.

Rumus Slovin (1960)

$$S = \frac{N}{N.d^2+1}$$

Dimana :

S = ukuran sampel

d = taraf signifikansi yang dikehendaki

N = ukuran populasi

2.2.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung di perusahaan yang menjadi objek penelitian. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah:

a. Wawancara

Merupakan suatu cara untuk dapat mendapatkan data atau informasi dengan melakukan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti. Dalam hal ini pihak manajemen/karyawan PT. Cahaya Mas.

b. Observasi

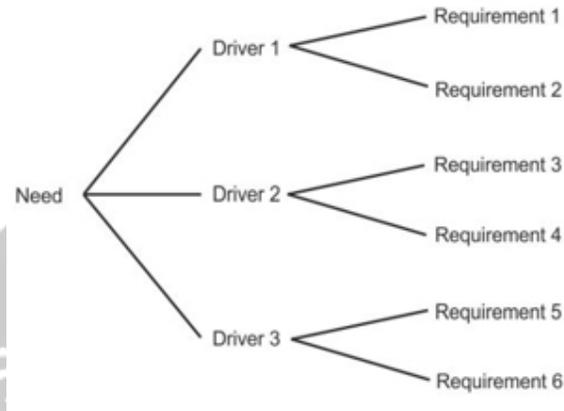
Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian dengan mengamati sistem atau cara kerja, proses produksi dari awal sampai akhir, dan kegiatan pengendalian kualitas.

c. Dokumentasi

Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang terkait dengan penelitian.

2.2.6 Critical To Quality (CTQ)

Evan, dkk., (2007) dalam bukunya yang berjudul *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement* mengatakan bahwa CTQ adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standard atau batas/limit dari spesifikasinya agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan dari customer. Dengan adanya CTQ ini maka improvement atau upaya desain yang dilakukan akan bersekuat dan searah dengan requirement dari customer. CTQ Tree (*Critical To Quality tree*) adalah sebuah tools yang biasa digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi *requirement* customer yang cukup luas menjadi requirement yang terkuantifikasi dan lebih mudah memprosesnya. Secara umum CTQ Tree memiliki bentuk umum seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.1. CTQ Tree

Cara menggunakan CTQ tree :

a. Identifikasi kebutuhan penting

Pertama-tama kita harus mengidentifikasi kebutuhan utama yang harus dimiliki oleh produk Anda. Melakukan CTQ tree untuk semua kebutuhan yang teridentifikasi. Dalam langkah pertama, pada dasarnya kita akan bertanya, "Hal apa yang merupakan hal penting dalam produk atau service ini?". Sangat baik untuk menentukan kebutuhan ini dalam pembahasan yang luas; ini akan membantu memastikan bahwa kita tidak melewatkan hal penting apapun pada langkah berikutnya.

b. Identifikasi *quality drivers*

Selanjutnya, kita perlu mengidentifikasi kualitas spesifik dari *driver* yang harus ditempatkan agar bertemu dengan kebutuhan yang telah kita identifikasi pada langkah sebelumnya.

c. Identifikasi *requirement* dari performansi

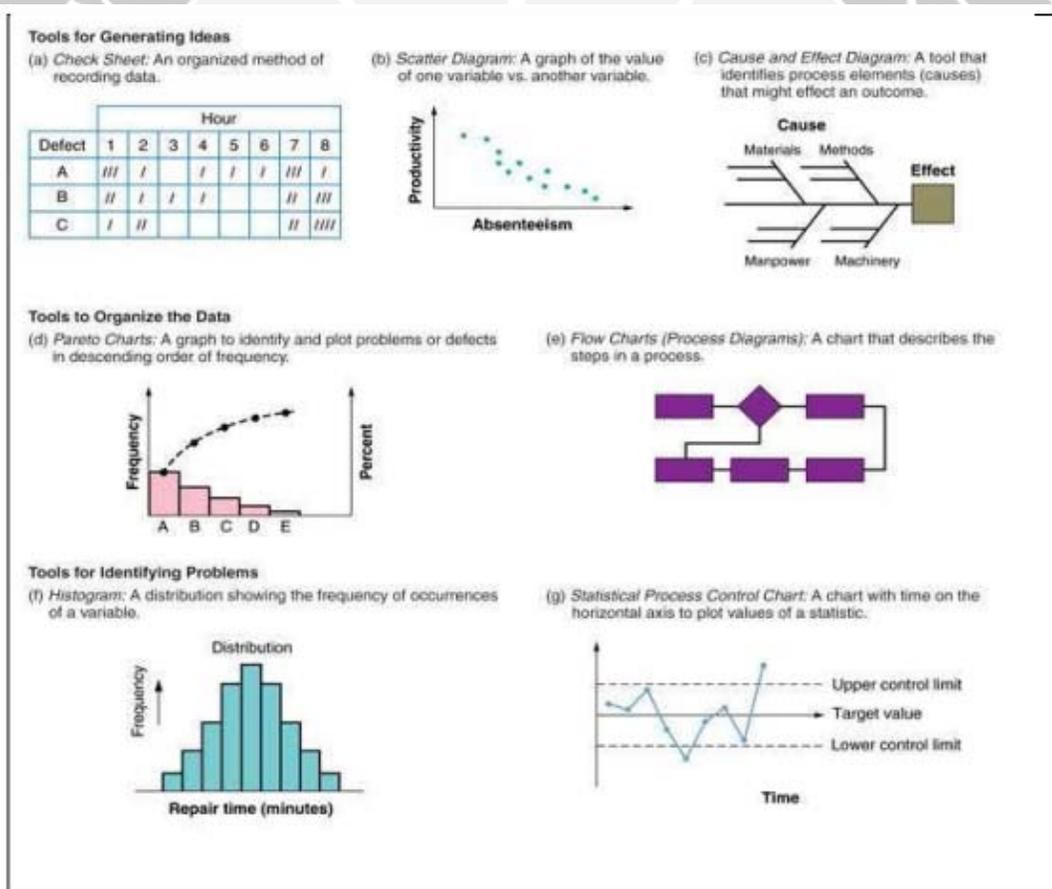
Identifikasi minimum requirement dari performansi kita yang harus memuaskan masing-masing quality driver dengan tujuan untuk menyediakan *quality product* yang sebenarnya. Setelah menyelesaikan CTQ tree untuk masing-masing kebutuhan utama, kita akan memiliki daftar dari requirement yang dapat diukur yang harus dipenuhi untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi.

2.2.7 Statistical Process Control(SPC)

SPC adalah salah satu teknik pengendalian kualitas terbesar karena berdasarkan prinsip yang mendasari kebutuhan, mudah digunakan, memiliki dampak yang signifikan,

dan dapat digunakan pada semua proses (Montgomery, 2009). Selain itu, Heizer dan Render (2006, p286) dalam bukunya yang berjudul Manajemen Operasi, juga mengatakan bahwa *Statistical Process Control* merupakan sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Dengan kata lain, selain *Statistical Process Control* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi.

Lanjut lagi menurut Heizer dan Render, SPC mempunyai tujuh alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan kualitas, antara lain yaitu; check sheet, histogram, control chart, diagram pareto, diagram sebab akibat, scatter diagram, dan diagram proses.



Sumber : Jay Heizer and Barry Render, 2006

Gambar 2.2. Tujuh alat bantu dalam SPC

a. Lembar pengecekan (*Check sheet*)

Check Sheet atau lembar pemeriksaan merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkannya.

Tujuan digunakannya *check sheet* ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang berkenaan dengan kualitasnya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas.

Adapun manfaat dipergunakannya check sheet yaitu sebagai alat untuk :

- 1) Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
- 2) Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
- 3) Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
- 4) Memisahkan antara opini dan fakta.

b. Diagram sebar (*Scatter Diagram*)

Scatter Diagram atau disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak, yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan kualitas produk. Pada dasarnya diagram sebar (*scatter diagram*) merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel dan menentukan jenis hubungan dari dua variabel tersebut, apakah positif, negatif, atau tidak ada hubungan. Dua variabel yang ditunjukkan dalam diagram sebar dapat berupa karakteristik kuat dan faktor yang mempengaruhinya.

c. Diagram Sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Diagram ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu, kita juga dapat

melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat pada panah-panah yang berbentuk tulang ikan.

Diagram sebab-akibat ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas dari Jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses.

Faktor-faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan dalam :

- 1) *Material* (bahan baku)
- 2) *Machine*(mesin)
- 3) *Man* (tenaga kerja)
- 4) *Method* (metode)
- 5) *Environment* (lingkungan)

Adapun kegunaan dari diagram sebab-akibat adalah :

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- 2) menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
- 3) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- 4) Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
- 5) Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
- 6) Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
- 7) Merencanakan tindakan perbaikan.

Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat adalah sebagai berikut :

- 1) Mengidentifikasi masalah utama.
- 2) Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
- 3) Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
- 4) Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
- 5) Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.

d. Diagram Pareto (*Pareto Analysis*)

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi Diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil.

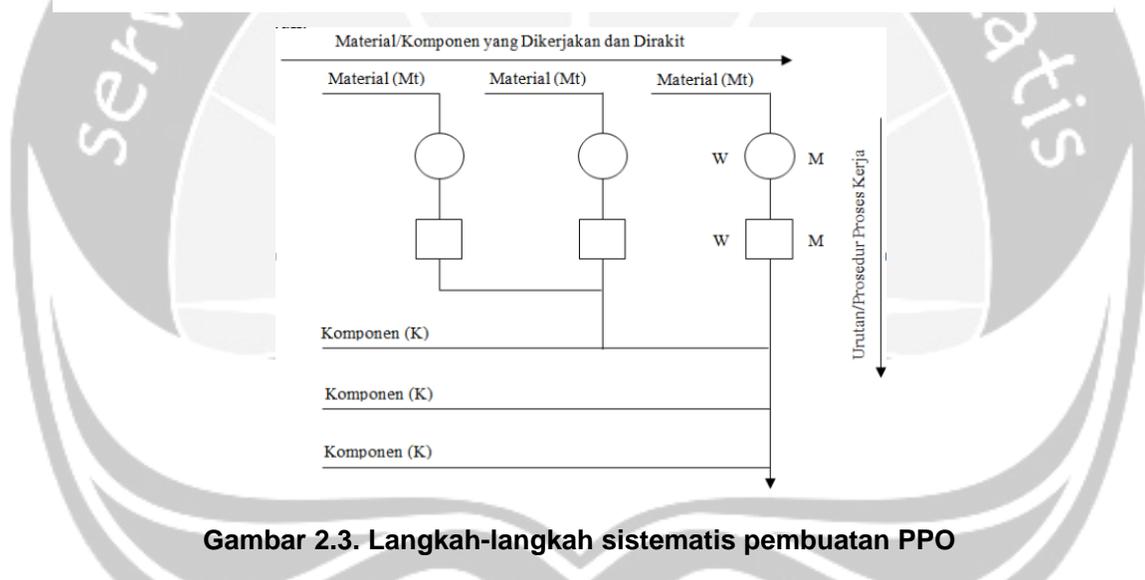
e. Diagram Alir/Diagram Proses (*Process Flow Chart*)

Diagram alir yang digunakan adalah Peta Proses Operasi. Peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan operasi dan pemeriksaan (Sutalaksana, 1979). Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk menganalisa lebih lanjut, seperti, waktu yang dihabiskan material yang digunakan, dan tempat atau alat-alat mesin yang digunakan. Jadi dalam suatu proses peta operasi, dicatat hanya kegiatan operasi dan pemeriksaan saja. Terkadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan. Untuk bisa menggambar peta operasi ini dengan baik, ada beberapa aturan dasar yang perlu dipahami dan diikuti sebagai berikut.

- a. Pertama kali tentukan dahulu apakah peta yang akan dibuat merupakan "Material Process Chart" ataukah "Man-Process Chart"
- b. Selanjutnya pada baris paling atas perlu dituliskan "Peta Proses Operasi" dan seterusnya tulis semua identifikasi kerja lainnya seperti :nama obyek, nomor gambar kerja, dan lain-lain.
- c. Lambang atau simbol ASME ditempatkan dalam arah vertikal secara berurutan yang menunjukkan terjadinya perubahan proses untuk setiap simbolnya.
- d. Penomoran terhadap kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang diperlukan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi. Penomoran terhadap kegiatan pemeriksaan (*inspeksi*) diberikan tersendiri dan aturannya sama dengan aturan pemberian nomor pada proses operasi.

- e. Agar diperoleh gambar peta proses operasi yang baik, maka produk yang paling banyak memerlukan proses operasi yang harus dipetakan terlebih dahulu dan digambarkan pada garis vertikal paling kanan sendiri.

Setelah semua langkah-langkah proses kerja digambarkan dengan lengkap maka perlu dibuatkan ringkasan (*summary*) yang mencantumkan informasi-informasi total mengenai : banyaknya operasi dan pemeriksaan yang dilaksanakan serta jumlah waktu (menit atau jam) yang dibutuhkan untuk masing-masing proses tersebut. Dalam penggambaran peta proses operasi tampak bahwa ruang lingkup operasi yang dibahas sangat luas tetapi tidak begitu detail. Penggambaran dengan peta ini hanya terfokus pada aktivitas-aktivitas yang produktif saja. Hal ini akan sangat bermanfaat untuk langkah awal dalam proses perencanaan pembuatan produk.



Gambar 2.3. Langkah-langkah sistematis pembuatan PPO

Keterangan :

- W = waktu yang dibutuhkan untuk suatu operasi atau pemeriksaan (dinyatakan dalam unit waktu menit atau jam)
- O-N = nomor urut untuk kegiatan operasi tersebut
- I-N = nomor urut untuk kegiatan pemeriksaan
- M = nama mesin atau lokasi kerja dimana kegiatan operasi atau pemeriksaan tersebut dilaksanakan
- K = komponen yang tidak dikerjakan, tapi tinggal merakitnya

(Wignjosoebroto, 2006).

f. Histogram

Histogram adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal dengan distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Histogram dapat berbentuk "normal" atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simetris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan data nya berada pada batas atas atau bawah.

g. Peta Kendali U (*U-Chart*)

Peta kendali merupakan sebuah alat grafik yang digunakan untuk melakukan pengawasan dari sebuah proses yang sedang berjalan. Nilai dari karakteristik kualitas diplot sepanjang garis vertikal, dan garis horizontal mewakili sampel atau subgrup (berdasarkan waktu) di mana karakteristik dari kualitas ditemukan (Montgomery, 2009).

Manfaat dari peta kendali adalah untuk :

- 1) Memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali kualitas atau tidak terkendali.
- 2) Memantau proses produksi secara terus menerus agar tetap stabil.
- 3) Menentukan kemampuan proses (*capability process*).
- 4) Mengevaluasi *performance* pelaksanaan dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi.
- 5) Membantu menentukan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum dipasarkan.

Pada penelitian ini, jenis peta kendali yang digunakan adalah peta kendali u (*U-Chart*). Peta kendali u digunakan untuk menyusun peta kendali rata-rata ketasesuaian per unit di dalam subgroup dengan ukuran tidak sama. Berikut adalah perhitungan UCL, CL, dan LCL dari *U-Chart*.

- 1) *Upper Control Limit* (UCL), merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.

Menghitung batas kendali atas

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{Ni}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

\bar{u} = rata-rata ketidaksesuaian produk i

Ni = jumlah sample inspeksi i

- 2) *Center Line* /mgaris pusat atau tengah (CL), merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.

Menghitung garis pusat :

Garis pusat merupakan rata-rata cacat produk dalam 1 bulan

$$CL = \bar{u} = \frac{\sum Ci}{\sum Ni} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$\sum Ci$ = unit cacat ke i

$\sum Ni$ = jumlah sample inspeksi i

- 3) *Lower Control Limit* (LCL), merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

Menghitung batas kendali bawah

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{Ni}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

\bar{u} = rata-rata ketidaksesuaian produk i

Ni = jumlah sample inspeksi i

2.2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu teknik yang menawarkan suatu metodologi untuk memfasilitasi perbaikan proses (Mitra, 2008). Terdapat beberapa manfaat dari FMEA menurut Forest (2009) yaitu meningkatkan fungsionalitas dan ketahanan produk, mengurangi biaya garansi, mengurangi masalah manufaktur tiap hari ke hari, meningkatkan keamanan produk dan proses pelaksanaan, dan mengurangi masalah proses bisnis.

Ada beberapa tipe dari FMEA. Berikut ini dijelaskan beberapa tipe dari FMEA, yaitu:

a. *Design FMEA*

Desain FMEA digunakan untuk menganalisa produk sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi. Desain FMEA fokus pada modus kegagalan yang diakibatkan oleh desain (Stamatis, 2003).

b. *Process FMEA*

Process FMEA digunakan menganalisa proses produksi dan perakitan. *Process FMEA* ini fokus pada modus kegagalan yang disebabkan oleh proses produksi atau perakitan (Stamatis, 2003).

c. *System FMEA*

System FMEA digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. *System FMEA* ini fokus pada modus kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh defisiensi sistem (Stamatis, 2003).

d. *Service FMEA*

Service FMEA digunakan untuk menganalisa servis sebelum mencapai ke konsumen. *Service FMEA* fokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses (Stamatis, 2003).

e. *Product FMEA*

Product FMEA fokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek (Gygi, Decarlo, Williams, 2005).

f. *Software FMEA*

Software FMEA digunakan untuk menganalisa modus kegagalan pada sebuah *software* (Gygi, DeCarlo, Williams, 2005).

2.2.8.1 Process FMEA

Berikut proses dari sebuah FMEA (dikutip dari Forrest W. Breyfogle III, h 258):

1) *Header Information*

Mendokumentasikan sistem / subsistem / komponen (dibawah nama proyek atau deskripsi) dan perlengkapan informasi lain tentang kapan dan siapa yang membuat FMEA.

2) *Item/Function*

Berisi nama dan jumlah item yang dianalisis dengan ringkas, tepat, dan mudah untuk memahami penjelasan dari fungsi atau respon yang dianalisis untuk memenuhi maksud dari proses.

3) *Potential Failure Mode*

Didefinisikan sebagai proses yang potensial akan menimbulkan kegagalan pada proses produksi

4) *Potential Effect(s) of Failure*

Efek yang ditimbulkan oleh adanya modus kegagalan potensial pada konsumen.

5) *Severity*

Menilai seberapa besar efek dari kegagalan terhadap komponen, sistem, subsistem ke depannya. Menurut tingkat keseriusan, *severity* dinilai pada skala 1 sampai 10.

6) *Classification*

Menjelaskan mengenai informasi tambahan seperti karakteristik penting yang mungkin memerlukan proses kontrol tambahan.

7) *Potential Causes(s) of Failure*

Menunjukkan bagaimana sebuah kegagalan dapat terjadi.

8) *Occurrence*

Memperkirakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi.

9) *Current Process Controls*

Daftar kegiatan yang dimaksudkan untuk pengendalian sebuah proses untuk modus kegagalan.

10) *Detection*

Penilaian kemampuan pengendalian kontrol saat ini untuk mendeteksi modus kegagalan berkelanjutan atau penyebab potensial dari kelemahan proses sebelum memulai produksi

11) *Risk Priority Number*

Nilai dari perkalian *severity*, *occurrence*, dan tingkat *detection*.

12) *Recommended Action(s)*

Menjelaskan tindakan-tindakan yang dapat mengurangi tingkat *severity*, *occurrence*, dan tingkat *detection* atau mengurangi tingkat mode kegagalan RPN tertinggi.

13) *Responsibility for Recommended Action*

Berisi tentang individu – individu yang bertanggung jawab atas tindakan yang direkomendasikan dan target penyelesaian.

14) *Action Taken*

Menggambarkan tindakan pelaksanaan dan waktu yang efektif.

15) *Resulting RPN*

Berisikan hasil dari perhitungan ulang akibat tindakan korektif yang mempengaruhi *severity*, *occurrence*, dan tingkat *detection* sebelumnya.

Besterfield dalam Mulyanti (2015) memaparkan kriteria-kriteria dalam menentukan nilai *Severity* (S), *Occurrences* (O), dan *Detection* (D).

Tabel 2.1. Ranking severity dari akibat yang ditimbulkan

AKIBAT	KRITERIA : TINGKAT SEVERITY AKIBAT YANG DITIMBULKAN	RANKING
Berbahaya tanpa peringatan	Mungkin berbahaya bagi mesin atau operator perakitan. Memiliki ranking kehebatan tinggi ketika modus kegagalan potensial yang mempengaruhi operasi yang aman dan / atau melibatkan tidak terpenuhinya regulasi yang ada. Kegagalan akan terjadi tanpa ada peringatan sebelumnya	10
Berbahaya dengan peringatan	Mungkin berbahaya bagi mesin atau operator perakitan. Memiliki ranking kehebatan tinggi ketika modus kegagalan potensial terjadi yang mempengaruhi operasi yang aman dan/atau melibatkan tidak terpenuhinya regulasi yang ada. Kegagalan akan terjadi didahului peringatan sebelumnya	9
Sangat tinggi	Gangguan utama terhadap garis produksi. 100% produk mungkin memiliki goresan. <i>Item</i> tidak dapat dioperasikan, kehilangan fungsi utama. Pelanggan sangat kecewa.	8
Tinggi	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus dipilih dan memiliki goresan. Item bisa beroperasi tapi dengan level pengoperasian yang berkurang. Pelanggan kecewa.	7
<i>Moderate</i>	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin memiliki goresan (tanpa penyortiran). Item bisa beroperasi tapi beberapa item yang nyaman tidak bisa dioperasikan. Pelanggan memiliki pengalaman ketidaknyamanan.	6
Rendah	Gangguan minor terhadap garis produksi. 100% produk mungkin harus di <i>re-work</i> . Item dapat beroperasi, akan tetapi beberapa item dapat dioperasikan dengan nyaman dalam level	5

	performansi yang berkurang. Pengalaman pelanggan berupa ketidakpuasan.	
Sangat rendah	Gangguan minor terhadap garis produksi. Produk mungkin perlu untuk di sortir dan porsi untuk di <i>re-work</i> . Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan.	4
Minor	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus di <i>re-work</i> secara <i>on-line</i> , tapi diluar stasiun kerja. Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan.	3

Sumber : Besterfield dkk. (1999)

Tabel 2.1. Ranking severity dari akibat yang ditimbulkan (Lanjutan)

Sangat minor	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus di <i>re-work</i> secara <i>on-line</i> , tapi diluar stasiun kerja. Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan tertentu.	2
Tidak ada	Tidak ada efek	1

Tabel 2.2 Ranking kemungkinan tingkat kegagalan (Occurrences (o)) untuk process FMEA

PROBABILTY OF FAILURE	POSSIBLE FAILURE RATES	RANKING
Sangat tinggi : Kegagalan hampir tak dapat dihindari	>1 dalam 2	10
	1 dalam 3	9
Tinggi : Secara general berasosiasi dengan proses sebelumnya yang sering gagal	1 dalam 8	8
	1 dalam 20	7
Moderat : Secara general berasosiasi dengan proses sebelumnya yang memiliki	1 dalam 80	6
	1 dalam 400	5

kegagalan yang kadang-kadang terjadi	1 dalam 2000	4
Rendah : Kegagalan yang kecil berasosiasi dengan proses yang sama	1 dalam 15000	3
Sangat rendah : Hanya Kegagalan yang kecil berasosiasi dengan proses yang hampir identik	1 dalam 150000	2
<i>Remote</i> : Kegagalan tidak boleh terjadi. Tidak ada kegagalan yang pernah berasosiasi dengan proses yang hampir identik	1 dalam 1500000	1

Sumber : Besterfield dkk. (1999)

Tabel 2.3 Ranking kemungkinan deteksi (*Detection (D)*) oleh *process control* untuk *process FMEA*

DETEKSI	KRITERIA : KEMUNGKINAN DETEKSI OLEH <i>PROCCES CONTROL</i>	RANKING
Absolut tak mungkin	Tidak tersedia kendali yang diketahui untuk mendeteksi modus kegagalan	10
Sangat tipis	Sangat tipis kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	9
Tipis	Tipis kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	8
Sangat rendah	Sangat rendah kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	7
Rendah	Rendah kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	6
Cukup	Cukup kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	5

Sedang	Sedang kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	4
Tinggi	Tinggi kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	3
Sangat tinggi	Sangat tinggi kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	2
Hampir pasti	Kontrol saat ini hampir pasti untuk mendeteksi modus kegagalan. Keandalan kendali deteksi diketahui dengan proses yang sama.	1

