

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LINGKUP PENELITIAN**

#### **II.1 Tinjauan Pustaka Penelitian**

##### **II.1.1 Manajemen**

“Manajemen adalah kegiatan atau usaha yang dilakukan untuk mencapai tujuan dengan menggunakan atau mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan orang lain.”

Pengertian manajemen menurut **Robbins dan Coulter (2003:6)**, dikemukakan sebagai berikut:

*“Management as the process of coordinating work activities so that they are completed efficiently and effectively with and through other people.”*

Artinya: Manajemen adalah proses mengkoordinasi dan mengintegrasikan kegiatan-kegiatan kerja agar diselesaikan secara efektif dan efisien dengan dan melalui orang lain.

Pengertian manajemen oleh **Malayu S.P Hasibuan (2010:2)**, yaitu:

“Manajemen adalah ilmu dan seni mengatur proses pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai satu tujuan tertentu.”

Berdasarkan beberapa definisi tersebut diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dimaksud dengan manajemen adalah ilmu yang dapat mengkoordinasikan seluruh kegiatan-kegiatan didalam suatu organisasi agar dapat mencapai tujuan secara efektif dan efisien.

##### **II.1.2 Pengertian Operasi**

Produksi merupakan faktor terpenting dalam suatu perusahaan dan merupakan salah satu dari kegiatan pokok untuk mempertahankan kelangsungan hidup suatu perusahaan.

Produksi memiliki definisi yang dikemukakan oleh beberapa ahli, yaitu sebagai berikut:

Pengertian menurut **Sofjan Assauri (2004:11)**, yaitu:

“Produksi adalah kegiatan yang mentransformasikan masukan (input) menjadi keluaran (output), tercakup semua aktifitas atau kegiatan yang menghasilkan barang atau jasa, serta kegiatan-kegiatan orang lain yang mendukung atau menunjang usaha untuk menghasilkan produk tersebut.”

Pengertian produksi menurut **Vincent Gaspersz (2004:3)**, yaitu:

“Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi, yang mencakup aktifitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri itu.”

Menurut **Vincent Gaspersz (2004:6)**, sistem produksi memiliki karakteristik berikut:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi itu.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif dipasar.
3. Mempunyai aktifitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

Dari beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud dengan produksi adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengolah bentuk dan menciptakan nilai tambah atau menambah nilai guna barang ataupun jasa dengan melalui sumber daya sebagai alat penggerak proses kegiatan.

### **II.1.3 Pengertian Manajemen Operasi**

Pada mulanya istilah manajemen operasi dikenal dengan istilah manajemen produksi. Namun seiring perkembangannya istilah tersebut mengalami perubahan sehingga dikenal dengan istilah manajemen produksi dan operasi seperti yang kita kenal saat ini. Dalam melakukan produksi diperlukan manajemen, yang berguna untuk menetapkan keputusan-keputusan dalam upaya pengaturan dan pengkoordinasian penggunaan sumber-sumber daya dari kegiatan produksi untuk mencapai tujuan organisasi. Keterampilan manajer sebagai pengambil keputusan dalam mengelola kegiatan produksi dapat meningkatkan kegunaan/ manfaat dari suatu barang secara efektif dan efisien. Oleh karena itu semua kegiatan dan aktifitas dalam proses produksi harus disertai dengan proses manajemen.

Dampak terhadap biaya produksi dihasilkan dari proses pembuatan produk yang sesuai dengan standar sehingga meminimalkan tingkat kerusakan dan menghindarkan perusahaan dari pemborosan dan inefisiensi. Dampak terhadap pendapatan terjadi melalui peningkatan penjualan akibat baiknya kualitas produk yang dihasilkan dan harga yang bersaing. Oleh karena itu, aktivitas pengendalian kualitas yang baik diperlukan agar tercipta dampak positif bagi perusahaan.

## **II.2 Pengendalian Kualitas**

Dalam manajemen operasi, pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan dalam proses produksi untuk menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas produk yang telah sesuai.

**Vincent Gasperz (2004:3)** menyatakan bahwa setiap perusahaan agar tetap eksis didunia bisnis harus memperhatikan kualitas dari produk yang dihasilkan. Perhatian penuh terhadap kualitas yang akan memberikan dampak positif kepada bisnis melalui dua cara, yaitu terhadap biaya produksi dan terhadap pendapatan.

Dampak terhadap biaya produksi dihasilkan dari proses pembuatan produk yang sesuai dengan standar sehingga meminimalkan tingkat kerusakan dan menghindarkan perusahaan dari pemborosan dan inefisiensi. Sebelum membahas pengertian pengendalian kualitas, terlebih dahulu dikemukakan pengertian pengendalian dan pengertian kualitas menurut beberapa ahli.

### **II.2.1 Pengertian Pengendalian**

Menurut **Sofjan Assauri (2004:25)**, pengendalian dan pengawasan merupakan:

“Kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan, dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi, sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.”

Menurut **Stephen P.Robbins (2003:5)**, definisi pengendalian adalah:

*“Control can be defined as the process of monitoring activities to ensure they are being accomplished as planned and correcting any significant deviations.”*

Artinya: Pengendalian dapat didefinisikan sebagai proses pengawasan aktivitas untuk memastikan bahwa proses tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan yang telah direncanakan dan memperbaiki perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan pengertian diatas, maka dapat diambil suatu simpulan bahwa pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengawasi aktivitas dan memastikan kinerja yang dilakukan telah sesuai dengan yang telah direncanakan.

### **II.2.2 Pengertian Kualitas**

Kualitas merupakan salah satu unsur yang merupakan bagian dari manajemen operasi. Ada beberapa pengertian kualitas menurut para ahli, diantaranya:

Menurut **American Society for Quality (2010:222)**

*“Quality is the totality of features and characteristic of a product or service that bears on its ability to satisfy stated or implied need.”*

Artinya: Kualitas adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari barang dan jasa yang berkemampuan untuk memenuhi kebutuhan yang telah ditetapkan atau ditentukan.

Menurut **Heizer dan Render (2006:222)**:

*“Quality is the totality of features and characteristic of a product or service that bears on its ability to satisfy stated or implied need.”*

Artinya: Kualitas adalah kemampuan sebuah produk atau jasa untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Menurut **Syauqi Prawirosentono (2007)**:

“Kualitas adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk yang bersangkutan yang dapat memenuhi selera kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai dengan nilai uang yang telah dikeluarkan.

Dari semua definisi yang telah dikemukakan oleh para ahli diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kualitas adalah kemampuan sebuah produk maupun jasa yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen saat ini dan di masa yang akan datang. Sesuai dengan nilai uang yang telah dikeluarkan.

### ***II.2.2.1 Dimensi Kualitas***

Menurut **David Garvin (2009:4-5)** terdapat 8 dimensi dari kualitas, yaitu:

1. *Performance* : karakteristik utama dari suatu produk
2. *Reliability* : fungsi suatu produk dalam suatu periode yang diukur dari rata-rata kegagalan
3. *Durability* : daya tahan produk
4. *Aethentics* : nilai suatu poduk yang dirasakan oleh suatu konsumen
5. *Features* : karakteristk sekunder sebagai penambah keistimewaan suatu produk
6. *Serviceability* : kemudahan suatu produk untuk diperbaiki

7. *Perceived Quality* : reputasi perusahaan atau produk yang diketahui oleh konsumen
8. *Conformance to Standard* : tingkat dimana suatu produk memenuhi suatu spesifikasi atau standar

#### **II.2.2.2 Ukuran Kualitas**

Terdapat 3 (tiga) ukuran kualitas yang dapat digunakan untuk barang, diantaranya:

1. Kualitas Desain (*Design Quality*)

Kualitas desain barang sangat berhubungan dengan sifat-sifat keunggulan pada saat barang mula-mula diimpikan.

2. Kualitas Penampilan (*Performance Quality*)

Aspek ini mencakup performa produk dimasa yang akan datang, dipengaruhi oleh 2 (dua) faktor, yaitu:

- a. Keadaan Produk
- b. Perawatan Produk

3. Kualitas yang Memenuhi (*Conformance Quality*)

Berhubungan dengan apakah produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang telah diharapkan, dengan kata lain sejauh mana kualitas sesuai produk yang dapat dicapai.

Terlepas dari komponen yang dijadikan objek pengukuran kualitas, secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Fasilitas operasional seperti kondisi fisik bangunan
2. Peralatan dan perlengkapan (*Tools and Equipment*).
3. Bahan baku/material
4. Pekerjaan ataupun staf organisasi

Secara khusus faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas diuraikan sebagai berikut:

1. Pasar atau tingkat persaingan
2. Tujuan organisasi (*Organization Obyektives*)
3. Testing produk (*Product Testing*)
4. Desain produk (*Product Desain*)
5. Proses produksi (*Production Process*)
6. Kualitas Input (*Quality Standard*)
7. Perawatan perlengkapan (*Equipment Maintenance*)
8. Standart kualitas (*Quality Standard*)
9. Umpan balik konsumen (*Customer Feedback*)

#### ***II.2.2.3 Biaya-biaya Kualitas***

Menurut **Heizer & Render (2006:224)** terdapat 4 kategori utama dari biaya-biaya kualitas, yaitu:

1. *Prevention cost*: biaya-biaya yang disebabkan oleh usaha pencegahan dalam mengurangi potensi.
2. *Appraisal cost*: Biaya-biaya yang disebabkan oleh adanya pengevaluasian barang atau jasa proses.
3. *Internal failure*: Biaya biaya yang diakibatkan oleh cacatnya barang atau jasa sebelum penyerahan barang atau jasa tersebut kepada konsumen.
4. *External failure*: biaya-biaya yang terjadi setelah barang atau jasa yang cacat diserahkan kepada konsumen.

#### ***II.2.2.4 Fator-faktor yang Mempengaruhi Kualitas***

Dalam penerapan pengendalian kualitas perlu juga diketahui mengenai beberapa faktor yang sangat mempengaruhi kualitas dari suatu barang atau jasa.

Faktor-faktor tersebut sangat berhubungan dengan sesuai tidaknya suatu produksi barang atau jasa tersebut dengan tujuannya.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk atau jasa menurut **Besterfield (2009:180)**, antara lain:

1. *Man* (Tenaga Kerja)

Faktor tenaga kerja sangat berperan penting dalam menentukan kualitas produk dari tahap perencanaan sampai produk tersebut sampai ke tangan konsumen.

2. *Materials* (Bahan Baku)

Kualitas bahan baku sangat mempengaruhi kualitas dari suatu barang dan jasa, jadi dalam usaha menghasilkan barang atau jasa yang berkualitas maka bahan baku yang tersedia haruslah berkualitas juga.

3. *Method* (Metode Kerja)

metode kerja yang digunakan suatu organisasi akan sangat mempengaruhi kualitas dari hasil produksi barang atau jasa. Metode kerja haruslah baik dari perencanaan sampai kepelaksanaannya.

4. *Machine* (Mesin)

Pengendalian, penggunaan dan perawatan mesin haruslah dilakukan dengan baik agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga mencapai hasil yang diharapkan.

5. *Environment* (Lingkungan)

Lingkungan produksi haruslah dapat mendukung jalannya proses produksi, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan menghasilkan produk yang sesuai dengan harapan.

### **II.3 Tujuan Pengendalian Kualitas**

Konsumen produk maupun jasa sekarang semakin kritis terhadap produk yang ditawarkan oleh produsen. Selain memperhatikan harga yang ditawarkan



semakin memperhatikan kualitas barang atau jasa yang ditawarkan oleh produsen. Oleh karena itu produsen juga harus memperhatikan kualitas produk atau jasa yang ditawarkan kepada konsumen agar dapat mempertahankan maupun memperluas pangsa pasarnya.

Secara terperinci, dapat dikatakan bahwa tujuan dari pengendalian kualitas menurut **Sofjan Assauri (2004:210)** adalah:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

#### **II.4 Langkah-langkah Pengendalian Kualitas**

Menurut **Schroeder (2000:135)** usaha pengendalian kualitas yang baik harusnya dapat dikelola dengan baik, tersisem dan menyeluruh sesuai dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik  
Sebelum melakukan pengendalian kualitas perlu ditetapkan karakteristik produk yang berkualitas dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Selain itu dilakukan perencanaan tentang atribut produk yang dapat memenuhi karakteristik kualitas tersebut.
2. Memutuskan cara mengukur kualitas produk tersebut  
Dalam tahap ini harus ditentukan metode atau alat yang akan digunakan untuk mengukur apakah karakteristik produk tersebut telah berkualitas atau belum.
3. Memutuskan standar kualitas  
Dalam tahap ini ditentukan standar yang akan menjadi pembatasan kualitas suatu produk

4. Pembentuk suatu program inspeksi yang melibatkan tenaga kerja  
Dalam tahap ini dilakukan program inspeksi dengan mengambil beberapa sampel yang akan diuji apakah sudah memenuhi standar yang telah ditentukan atau belum.
5. Menemukan dan memperbaiki sebab-sebab kualitas yang rendah.  
Jika dalam inspeksi ditemukan kualitas yang rendah dan tidak sesuai dengan standar yang telah direncanakan maka harus diberi penyebab rendahnya kualitas tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan merencanakan dan merancang tindakan perbaikan terhadap kualitas yang rendah tersebut.
6. Perbaikan terus menerus  
Dalam tahap ini, dapat dilakukan dengan pendekatan pencegahan kerusakan dengan berpedoman dari tahap 5. Pengembangan system produksi menuju tingkat cacat yang sekecilnya haruslah tetap dilaksanakan.

## II.5 Jenis-jenis Pengendalian Kualitas

Ada beberapa jenis pengendalian kualitas, diantaranya:

1. Insepeksi
2. Pengendalian kualitas dengan Metode *Taguchi*
3. Pengendalian kualitas secara statistik (*Statistical Quality Control*)

### II.5.1 Inspeksi

Menurut **Elwood S. Buffa (2002:645)** inspeksi dapat dibedakan melalui tiga tahap, yaitu:

- a. Inspeksi dan pengendalian kualitas sebelum proses produksi  
Aktivitas ini dilakukan terhadap bahan baku yang akan digunakan. Bahan baku sangat berperan penting dalam menghasilkan suatu produk dengan kualitas yang baik. Dengan kata lain apabila masukan (*input*) baik maka keluaran (*output*) yang dihasilkan juga akan baik. Untuk itu perlu dilakukan

pengendalian kualitas terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi, dengan baik dan teliti.

- b. Inspeksi produk dan pengendalian kualitas selama proses produksi  
Aktivitas ini dilakukan apabila dikemukakan adanya penyimpangan yang terjadi selama proses produksi. Hal ini untuk menjaga agar proses produksi dapat berlangsung dengan baik dan memperkecil tingkat kesalahan yang terjadi selama proses produksi.
- c. Inspeksi dan pengujian terhadap kinerja produk  
Aktivitas ini dilakukan untuk melihat apakah produk yang dihasilkan sudah atau belum memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Selain itu juga untuk mempertahankan atau menjaga kualitas produk yang dihasilkan.

#### **II.5.1 Pengendalian Kualitas Secara Statistik (*Statistical Quality Control*)**

Pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan dapat bermacam-macam ada yang melakukan inspeksi secara keseluruhan (inspeksi 100%) dan ada pula yang secara statistik. Pengendalian kualitas secara *statistic* atau *Statistic Quality Control (SQC)* merupakan pengendalian kualitas yang menggunakan data-data kualitatif maupun kuantitatif.

#### **II.5.2 Pengertian SQC (*Statistic Quality Control*)**

Ada beberapa pengertian SQC menurut para ahli, diantaranya:

Menurut **Richard B, Chase, Nicholas J. Aquilano and F. Robert Jacobs, (2001:291)**, *Statistic Quality Control* diartikan sebagai berikut :

*“Statistical Quality Control is number of different techniques designed to evaluate quality from a conformance view.”*

Artinya: Pengendalian kualitas secara statistika adalah satu teknik berbeda yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari sisi kesesuaian dengan spesifikasi.

Sedangkan menurut **Richard B. Chase, Nicholas J. Aquilano and F. Robert Jaceobs (2001:291)**, *Statistic Quality Control* diartikan sebagai berikut:

“Statistica: Quality Control (SQC) adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standart uniform dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan menerapkan bantuan untuk mencapai efisiensi.”

Dari kedua pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa Pengendalian kualitas secara statistik atau dapat di sebut *Statistical Quality Control* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menjelaskan sebuah perangkat statistik untuk menjaga standar dari kualitas produksi pada tingkat minimum yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari kesesuaian dengan menggunakan sistem telah disesuaikan.

#### **II.5.2.2 Pembagian Pengendalian kualitas Secara Statistik**

Pengendalian Kualitas Secara Statistik dibagi menjadi 2 (dua) jenis metode, yaitu:

##### 1. *Acceptance Sampling*

Menurut **Montgomery (2009:15)** pengertian *acceptance sampling*,

Adalah:

“*Acceptence Sampling, defined as the Inspection and clasification of a sampe of units selected at random from a larger batch or lot and the unlimiate decision about disposition of a lot, ussualy occurs at two points: incoming raw materials or components, or final production.*” Artinya menjelaskan sampling penerimaan sebagai proses inspeksi dan pengklarifikasian dari sample unit yang telah dipilih secara acak dari batch / lot yang lebih besar dari

keputusan utama tentang penempatan sebuah lot, biasanya terjadi pada 2 (dua) titik: bahan baku yang masuk atau komponen-komponen atau produk akhir.

## 2. *Statistical Process Control (SPC)*

Adalah pengendalian kualitas pada proses produksi. SPC juga merupakan aplikasi dari teknik statistik dalam mengendalikan proses. Pendapat ahli mengenai definisi dari SPC adalah:

Menurut **Heizer & Render (2006:201)** pengertian dari SPC adalah:

*“A process used to monitor used to monitor standards making measurements and taking corrective action as a product or service is being produced.”*

Artinya: Sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa dengan diproduksi.

SPC digunakan jika terdapat berbagai variasi yang terjadi pada proses. Variasi yang terjadi terbagi atas 2, yaitu:

1. *Natural Variation*: variasi yang mempengaruhi tiap-tiap proses produksi sampai ke tingkat tertentu dan dapat diperkirakan (penyebab umum).
2. *Assignable Variation* : variasi yang terjadi di dalam proses produksi dan dapat ditelusuri sampai ke penyebab spesifikasinya.

## II.6 **Alat Bantu Pengendalian Kualitas**

Dalam pengendalian kualitas terdapat beberapa alat bantu pengendalian yang dapat digunakan. Menurut **Jay Heizer & Barry Render (2006:263-268)** tujuh alat pengendalian kualitas tersebut adalah sebagai berikut:

### II.6.1 **Lembar pemeriksaan (*Check Sheet*)**

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

Tujuannya digunakan *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.

### **II.6.2 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 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.

### **II.6.3 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 berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram *fishbone* tersebut.

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.

#### **II.6.4 Diagram Pareto (*Pareto Diagram*)**

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 mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil.

#### **II.6.5 Diagram Alir/Diagram proses (*Flow Chart*)**

Diagram Alir secara grafis menyajikan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram ini cukup sederhana, tetapi merupakan alat yang sangat baik untuk mencoba memahami sebuah proses menjelaskan sebuah langkah-langkah proses. Diagram alir dipergunakan sebagai alat analisis untuk mengumpulkan data, mengimplementasikan data juga merupakan ringkasan visual dari data itu sehingga memudahkan pemahaman dalam menganalisis suatu data.

#### **II.6.6 Histogram**

Histogram adalah suatu alat bantu menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal sebagai 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 datanya berada pada batas atas atau bawah.

### **II.6.7 Peta Kendali**

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/ proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali menunjukkan adanya perusahaan data dari waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali. Manfaat peta kendali ini sendiri dapat memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas - batas kendali kualitas atau tidak terkendali.

## **II.7 Pengendalian Kualitas dengan Metode *Taguchi***

Metode *Taguchi* dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas unik memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Ia memiliki latar belakang *engineering*, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut sehingga ia dapat menggabungkan antara tehnik statistik dan matematika tingkat lanjut sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistik dan pengetahuan *engineering*. Ia mengembangkan metode Metode *Taguchi* untuk melakukan perbaikan kualitas dengan menggunakan percobaan “baru”, artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan SPC (*Statistical Process Control*).

Metode *Taguchi* diaplikasikan oleh perusahaan-perusahaan manufaktur Jepang dalam rangka memperbaiki kualitas produk dan proses. Penekanan lebih



diutamakan pada rancangan kualitas pada produk dan proses, bukan pada taraf inspeksi pada produk. Didalam perbaikan kualitas secara esensial *Taguchi* memakai alat-alat statistik, tetapi dia menyederhanakannya dengan mengidentifikasi beberapa petunjuk yang kuat untuk layout eksperimen dan menganalisis hasilnya. Pendekatannya lebih dari sebuah layout eksperimen, konsepnya adalah menghasilkan disiplin pengembangan kualitas yang kuat dan unik, yang berbeda dari praktek-praktek tradisional. Jadi *Taguchi* disini menekankan pentingnya perencanaan produk yang kokoh (*robust*) sehingga mampu berfungsi dengan baik pada tahap produksi maupun operasi.

Adapun konsep *Taguchi* adalah:

1. Kualitas seharusnya didesain ke dalam suatu produk dan bukan diinspektasi ke dalamnya.
2. Kualitas dapat diraih dengan baik dengan cara meminimasi deviasi target produk tersebut harus dirancang sedemikian rupa hingga dapat mengantisipasi faktor lingkungan yang tak terkontrol.
3. Biaya dari kualitas seharusnya diperhitungkan sebagai fungsi deviasi dari standar yang ada kerugiannya harus diperhitungkan juga kedalam sitem.

Konsep *Taguchi* dibuat dari penelitian W.E Deming 85% kualitas yang buruk diakibatkan oleh proses manufakturing dan hanya 15% dari pekerja.

Di dalam metode *Taguchi* hasil eksperimen harus dianalisa untuk dapat memenuhi satu atau lebih kondisi berikut ini:

1. Menentukan kondisi yang terbaik atau optimum untuk sebuah produk atau sebuah proses.
2. Memikirkan kontribusi dari masing-masing faktor.
3. Memperkirakan respon atau akibat yang mungkin dari kondisi optimum.

Kelebihan dari penggunaan metode *Taguchi* adalah:

1. Dapat mengurangi jumlah pelaksanaan percobaan dibandingkan jika menggunakan percobaan *full factorial*, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.
2. Dapat melakukan penghematan terhadap rata-rata dan variasi karakteristik kualitas sekaligus, sehingga ruang lingkup pemecahan masalah lebih luas.
3. Dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas melalui perhitungan *Average* dan *Rasio S/N*, sehingga faktor-faktor yang berpengaruh tersebut dapat diberikan perhatian khusus.

Kekurangan dari metode *Taguchi* ini adalah jika percobaan dilakukan dengan banyak faktor dan interaksi akan terjadi pembauran beberapa interaksi oleh faktor utama. Akibatnya, keakuratan hasil percobaan akan berkurang, jika interaksi yang diabaikan tersebut memang benar-benar berpengaruh terhadap karakteristik yang diamati.

Menurut **Robert H Lochner & Joseph E Matar (1990)**, filosofi *Taguchi* dapat dirangum menjadi 7 elemen dasar (*Seven Point Taguchi*):

1. Dimensi penting dari kualitas produk yang diproduksi adalah total kerugian yang diteruskan oleh produk tersebut ke konsumen
2. Dalam era ekonomi yang penuh persaingan, perbaikan kualitas secara terus menerus dan pengurangan biaya adalah penting untuk dapat bertahan dalam bisnis.
3. Perbaikan yang terus menerus meliputi pengurangan variasi dari karakteristik produk dari nilai target mereka.
4. Kerugian yang diderita konsumen akibat produk yang bervariasi seringkali mendekati proporsi deviasi kuadrat dari karakteristik dari nilai targetnya.
5. Kualitas akhir dan biaya proses produksi ditentukan oleh perluasan yang besar dari desain *engineering* dari produk dan proses produksinya.
6. Variasi dari produk atau proses dapat dikurangi dengan mengeksploitasikan efek *nolinier* dari parameter produk atau proses pada karakteristik.

7. Desain eksperimen statistik dapat digunakan untuk mengidentifikasi setting parameter dari produk atau proses yang akhirnya dapat mengurangi variasi.

Dalam metode *Taguchi* terdapat 3 tahap untuk mengoptimasi desain produk atau produksi yaitu:

1. *System Design*

Merupakan tahap pertama dalam desain dan merupakan tahap konseptual pada pembuatan produk baru atau inovasi proses. Konsep mungkin berasal dari percobaan sebelumnya, pengetahuan alam / teknik. Perubahan baru atau kombinasinya. Tahap ini adalah untuk memperoleh ide-ide baru dan mewujudkannya dalam produk baru atau inovasi proses.

2. *Parameter Design*

Tahap ini merupakan pembuatan secara fisik atau prototipe matematis berdasarkan tahap sebelumnya melalui percobaan secara statistik. Tujuannya adalah mengidentifikasi setting parameter yang akan memberikan performansi rata-rata pada target dan menentukan pengaruh dari faktor gangguan pada variasi dari target.

3. *Tolerance Design*

Penentuan toleransi dari parameter yang berkaitan dengan kerugian pada masyarakat akibat penyimpangan produk.

Setiap produk didesain untuk menghasilkan fungsi tertentu. Beberapa karakteristik pengukuran, biasanya menunjukkan karakteristik kualitas, digunakan untuk mengekspresikan sejauh mana sebuah produk menjalankan fungsinya. Di dalam banyak kasus, karakteristik kualitas biasanya merupakan kuantitas pengukuran tunggal seperti berat, panjang, dan waktu. Beberapa pengukuran subjektif produk seperti “baik”, “buruk”, dan “rendah” juga kerap kali digunakan.

Karakteristik kualitas adalah hasil suatu proses yang berkaitan dengan kualitas. Karakteristik kualitas yang terukur menurut *Taguchi* dapat menjadi 3 kategori Soejanto (2009):

1. *Nominal is the best*

Karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai target yang tepat pada suatu nilai tertentu. Yang termasuk kategori ini yaitu berat, panjang, kerapatan, ketebalan, diameter luas, kecepatan, volume, jarak, dan tekanan waktu

2. *Smaller the better*

Pencapaian karakteristik jika semakin kecil (mendekati nol, nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik. Contoh yang termasuk kategori ini adalah: penggunaan mesin persen kontaminasi hambatan, penyimpanan kebisingan, produk gagal, waktu proses, waktu respon kerusakan, pemborosan panas, pemborosan energi.

3. *Larger the better*

Pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik (tak terhingga sebagai nilai idealnya). Contoh dari karakteristik ini adalah: kekuatan-kekuatan tarik km/liter, waktu antar kerusakan efisiensi, ketahanan terhadap korosi.

### II.7.1 Orthogonal Array (OA)

*Orthogonal Array* (OA) merupakan salah satu bagian kelompok dari percobaan yang hanya menggunakan bagian dari kondisi total, dimana bagian ini barangkali hanya separuh, seperempat atau seperdelapan dari percobaan faktorial penuh.

*Orthogonal Array* diciptakan oleh Jacques Hadmard pada tahun 1897, dan mulai diterapkan pada perang dunia II oleh Plackett dan Burman. Matriks *Taguchi* secara sistematis dan identik dengan matriks *Hardmard*, hanya kolom dan barisnya dilakukan pengaturan lagi. Keuntungan *Orthogonal Array* adalah kemampuannya untuk mengevaluasi beberapa faktor dengan jumlah percobaan yang minimum. Jika pada percobaan terdapat 7 faktor dengan 2 level, maka jika menggunakan full factorial akan diperlukan  $2^7$  sebuah percobaan. Dengan *Orthogonal Array*, jumlah

percobaan yang perlu dilakukan dapat dikurangi sehingga akan mengurangi waktu dan biaya percobaan.

*Orthogonal Array* metode *Taguchi* telah menyediakan berbagai matriks OA untuk pengujian faktor-faktor dengan 2 dan 3 level dengan kemungkinan untuk pengujian *multiple level* (Ross, (1998), h.70).

Contoh dari OA L8 adalah sebagai berikut:

**Tabel II.1 Tabel *Orthogonal Array* L8**

Kolom/Trial	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Sumber: buku *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*

## II.7.2 Langkah-langkah Pelaksanaan metode *Taguchi*

### II.7.2.1 Penentuan Variabel Tak Bebas (*Karakteristik Kualitas*)

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu percobaan harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang diselidiki.

Dalam percobaan *Taguchi*, variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori:

1. *Measurable Characteristic* (Karakteristik yang dapat diukur)

Semua hasil akhir yang diamati dapat diukur dengan skala kontinue seperti dimensi, berat, tekanan, dan lain-lain. Dalam karakteristik yang dapat diukur diklasifikasikan atas:

- a. *Nominal is the best*
- b. *Smaller the better*
- c. *Larger the better*

#### 2. *Attribute Characteristic* (karakteristik atribut)

Hasil akhir yang diamati tidak dapat diukur dengan skala kontinue, tetapi dapat diklasifikasikan secara kelompok. Seperti sekelompok kecil, menengah, besar, sangat besar. Bisa juga dikelompokkan berdasarkan berhasil/tidak.

#### 3. *Dynamic Characteristic* (Karakteristik dinamis)

Merupakan fungsi representasi dari proses yang diamati. Proses yang diamati digambarkan sebagai signal atau input dan output sebagai hasil dari signal.

### **II.7.2.2 Identifikasi Faktor-faktor (Variable Bebas)**

Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini faktor-faktor yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan diidentifikasi.

Dalam suatu percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselidiki, hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks.

Hanya faktor-faktor yang dianggap penting saja yang diselidiki. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang akan diteliti adalah dengan:

1. *Brainstorming*

*Brainstorming* merupakan pemikiran kreatif tentang pemecahan suatu masalah, tanpa melihat apakah yang diungkapkan itu masuk akal atau tidak. *Brainstorming* akan lebih baik jika dimulai dengan diskusi kelompok, untuk memberikan gambaran tentang masalah yang akan dihadapi ditinjau dari semua sudut pandang yang berbeda.

## 2. *Flowchart*

Pada metode ini yang dilakukan adalah mengidentifikasi faktor-faktor melalui *flowchart* proses pembuatan obyek yang diamati. Dengan melihat *Flowchart* maka untuk masing-masing tahap diidentifikasi faktor-faktor yang mungkin berpengaruh.

## 3. *Cause-effect* diagram

Diagram ini sering disebut Diagram *Ishikawa*, merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab (faktor-faktor) yang potensial. Dimulai dengan menyatakan variabel bebas yang akan diamati. Kemudian secara sistematis diurutkan penyebab yang mungkin berpengaruh pada variabel tak bebas yang diamati. Akibat ada di sebelah kanan dan penyebab ada di sebelah kirinya dengan garis miring penghubung.

Dari penyebab-penyebab utama dapat dijabarkan beberapa penyebab yang lebih spesifik sebagai penyebab sekunder. Biasanya penyebab utama terdiri atas material, mesin, peralatan, metode operator atau lainnya.

### **II.7.2.3 Pemisah Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan**

Faktor-faktor yang diamati terbagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam metode *Taguchi* keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua faktor tersebut berbeda.

Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau dikendalikan. Sedangkan faktor gangguan ( *noise factor* ) adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau

kendalikan (**Peace, [1993], h.77**) atau faktor yang nilainya tidak ingin kita atur, faktor gangguan akan mahal biayanya.

Faktor gangguan terdiri atas (**Belavendram, [1995],h.77**). Walaupun dapat kita atur, faktor gangguan akan mahal biayanya.

Faktor gangguan terdiri atas (**Belavendram, [1995],h.43**):

**Tabel II.2 Tabel Faktor-Faktor Gangguan**

No	Performasi Produk		Peformasi Proses
1.	Kondisi penggunaan konsumen Suhu Rendah Suhu Tinggi Getaran Goncangan Kelembaban Debu	Outer Noise	Perubahan temperatur Kelembaban Debu Kedatangan material Performasi Operator Voltase dan frekuensi
2.	Part yang jelek Material yang Jelek Proses Oksidasi	Inner noise	Umur mesin Penggunaan tool Pengerjaan antar shift
3.	Variasi antarsatuan saat satuan diharapkan berformansi sama	Antar Produk	Variasi antar proses saat proses diharapkan berformansi sama
4.	Semua desain parameter seperti Dimensi, material, konfigurasi,	Faktor-faktor terkendali	Semua parameter desain proses



No	Performasi Produk		Peformasi Proses
	kemasan, dll.		semua setting parameter proses

#### ***II.7.2.4 Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor***

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil percobaan dan ongkos pelaksanaan percobaan. Makin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak. Tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan ongkos percobaan.

Level faktor yang dapat dinyatakan secara kuantitatif seperti temperature : 20°C, 35°C : Kecepatan : 30 km/jam, 45 km/jam dan lainnya. Dapat pula dinyatakan secara kualitatif jika skala *numeric* tidak digunakan pada level faktor tersebut. Level juga dapat ditanyakan secara *fixed* secara tekanan temperatur, waktu, dan lain-lain atau dipilih secara random dari beberapa kemungkinan yang ada seperti pemilihan mesin, operator dan lainnya. Dari parameter-parameter yang diketahui, dilakukan penentuan level pengamatan untuk tiap faktor yang ada, sehingga memudahkan dalam melakukan pengamatan

#### ***II.7.2.5 Identifikasi Interaksi Faktor Kontrol***

Interaksi muncul ketika dua faktor atau lebih yang mengalami pengakuan secara bersamaan akan memberikan hasil yang berbeda pada karakteristik kualitas jika dibandingkan faktor yang mengalami perlakuan secara sendiri-sendiri (**Peace, [1993],h.85**).

Kesalahan dalam penentuan interaksi akan berpengaruh pada kesalahan interpretasi data dan kegagalan pada penentuan proses yang optimal. Tetapi *Taguchi* lebih mementingkan pengamatan pada penyebab utama sehingga adanya interaksi

dusahakan seminimal mungkin, tetapi tidak dihilangkan sehingga perlu dipelajari kemungkinan hadirnya interaksi (Peace, [1993],h.86).

Jumlah interaksi yang terlalu banyak akan meningkatkan biaya percobaan dan tidak efisien dalam penggunaan waktu. Maka penentuan dilakukan hanya antar faktor yang mengalami interaksi saja. Ini tergantung pada jenis industri, proses *engineering* dan lain-lain.

#### **II.7.2.6 Perhitungan Derajat Kebebasan (Degrees of Freedom)**

Derajat kebebasan adalah sebuah konsep yang mendeskripsikan seberapa besar eksperimen yang mesti dilakukan dan seberapa banyak informasi yang didapatkan dari eksperimen tersebut. bentuk persamaan umum dari drajat kebebasan matrik ortogonal (*Orthogonal Array*) ( $V_{OA}$ ), dalam menentukan jumlah eksperimen yang akan diamati adalah sebagai berikut:

$$V_{OA} = (\text{banyaknya eksperime} - 1)$$

Derajat kebebasan faktor-faktor dan level-level ,( $V_{fl}$ ) untuk menghitung jumlah level yang harus diuji atau diadakan pengamatan pada sebuah faktor, bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Total } V_{fl} = (\text{banyaknya faktor}) .( V_{fl})$$

Derajat kebebasan merupakan suatu konsep yang sangat tepat dalam menentukan banyaknya faktor dan levelnya dan sangat membantu dalam menentukan dan mendesain *Matriks Ortogonal*.

$$\text{Total } V_{fl} = (\text{banyaknya faktor}).( V_{fl})$$

Derajat kebebasan merupakan suatu konsep yang sangat tepat dalam menentukan banyaknya faktor dari levelnya dan sangat membantu dalam menentukan dan mendesain *matriks orthogonal*.

### **II.7.2.7 Pemilihan Orthogonal Array**

Dalam pemilihan *Orthogonal Array* harus yang cocok atau sesuai, diperlukan suatu persamaan dari *matriks orthogonal* tersebut yang mempresentasikan jumlah faktor, jumlah level dan jumlah pengamatan yang akan dilakukan.

Dalam memilih jenis *Orthogonal Array* harus diperhatikan jumlah faktor yang diamati yaitu:

- a. Jika semua faktor adalah 2 level : pilih jenis OA untuk 2 level faktor
- b. Jika semua faktor adalah 3 level : pilih jenis OA untuk 3 level faktor
- c. Jika beberapa faktor adalah 2 level dan lainnya 3 level : pilih mana yang dominant dan gunakan *Dummy Treatment*, Metode kombinasi atau Metode *Idle Coloumn* (Ross, [1988],h.101-109-112 & 137-145)
- d. Jika terdapat campuran 2,3, atau 4 level faktor : dilakukan modifikasi OA dengan metode *Merging Coloumn* (Ross, [1088],h.101-109)

Bentuk umum *matriks orthogonal* adalah:

**La ( $b^c$ )**

Dimana:

L = rancangan bujur sangkar

a = banyak baris / eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom / faktor

### **II.7.2.8 Penugasan untuk Faktor dan Interaksinya pada Orthogonal Array**

Penugasan faktor-faktor baik faktor kontrol maupun gangguan dan interaksi interaksinya pada *orthogonal array* terpilih dengan memperhatikan:

1. Grafik *Linier*
2. Tabel *Triangular*

Kedua hal tersebut merupakan alat bantu penugasan faktor yang dirancang oleh *Taguchi*. Grafik *Linear* mengidentifikasi berbagai kolom kemana faktor-faktor dapat ditugaskan dan kolom berikutnya mengevaluasi interaksi dari faktor-faktor

tersebut. Table *triangular* berisi semua hubungan interaksi-interaksi yang mungkin antara faktor-faktor (kolom-kolom) dalam suatu OA (Ross, [1988,h. 78-80).

### **II.7.2.9 Persiapan dan Pelaksanaan Percobaan**

Persiapan percobaan meliputi penentuan jumlah replikasi dan randomisasi pelaksanaan percobaan.

#### a. Jumlah Replikasi

Replikasi diperlukan karena dapat:

1. Memberikan taksiran kekeliruan eksperimen yang dapat dipakai untuk menentukan panjang interval *konfidensi* atau dapat digunakan sebagai satuan dasar pengukuran untuk penetapan taraf signifikansi dari perbedaan-perbedaan yang diamati.
2. Menghasilkan taksiran yang lebih akurat untuk kekeliruan eksperimen
3. Kemungkinan kita untuk memperoleh taksiran yang lebih baik mengenai efek rata-rata dari suatu faktor.

Selain itu, dikemukakan pula bahwa penambahan replikasi akan mengurangi tingkat kesalahan percobaan dibatasi oleh sumber yang ada yaitu waktu, tenaga, biaya dan fasilitas.

*Taguchi* menghubungkan jumlah replikasi dengan tingkat kepercayaan dan standar deviasi percobaan sebagai berikut:

1. L8 OA dengan satu kali *test per trial* (4 *test* vs 4 *test*) mempunyai tingkat kepercayaan 90% dari deteksi perubahan rata-rata dengan kira-kira standar deviasi 2
2. L8 OA dengan dua kali pengulangan test atau L16 OA dengan satu *test per trial* (8 *test* vs 8 *test*) mempunyai tingkat kepercayaan 90% dari deteksi perubahan rata-rata dengan kira-kira standar deviasi  $1 \frac{1}{3}$

3. L16 OA dengan dua *test per trial* mempunyai tingkat kepercayaan 90% dari deteksi perubahan rata-rata dengan kira-kira standar deviasi 1. Ini sudah merupakan percobaan yang sensitif dan ukuran yang lebih besar tidak akan menambah sensitivitas.
4. L4 OA dengan satu kali *test per trial* mempunyai tingkat kepercayaan 90% dari deteksi perubahan rata-rata dengan kira-kira standar deviasi  $3\frac{3}{4}$ .

b. *Randomisasi*

Dalam percobaan, selain faktor-faktor yang diselidiki pengaruhnya terhadap suatu variabel, juga terdapat faktor-faktor lain yang tidak dapat dikendalikan/ tidak diinginkan seperti kelelahan operator, naik/turun daya mesin, dan lain-lain. Hal tersebut dapat mempengaruhi hasil percobaan. Pengaruh faktor-faktor tersebut diperkecil dengan menyebarkan pengaruh selama percobaan melalui *randomisasi* (pengacakan) urutan percobaan. Secara umum *randomisasi* dimaksudkan untuk:

1. Meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit percobaan.
2. Memberikan kesempatan yang sama pada setiap unit percobaan untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh dari setiap perlakuan yang sama.
3. Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas (*independent*) satu sama lain.

Jika replikasi dengan tujuan dengan yang memungkinkan dilakukannya test signifikan, maka randomisasi bertujuan menjadi test tersebut valid dengan urutan seperti pada randomisasi.

### II.7.3 Analisa dan Interpretasi Hasil Percobaan

Pada metode *taguchi* ini dapat dilakukan perhitungan dan pengujian data

untuk mendapatkan suatu kondisi dimana hasil dari proses mencapai kondisi optimum dalam perhitungan tersebut, dapat dilihat berapa besar kontribusi masing-masing faktor.

### II.7.3.1 ANOVA

ANOVA ini dilakukan pada nilai rata-rata yang dilakukan untuk data atribut (Jumlah produk cacat). Data atribut ini merupakan data yang tidak dapat diukur dimensinya, berbentuk dengan produk cacat yang accept/reject. Langkah-langkah perhitungan ANOVA untuk data atribut dapat dilihat urutannya seperti dibawah ini:

1. Hitung frekuensi kumulatif total untuk tiap kelas
2. Hitung frekuensi cacat tiap kelas

Rata-rata presentase cacat untuk cacat parah:

$$Y = \frac{\text{Jumlah total dalam kelompok}}{\text{Jumlah total pengamatan}}$$

Prediksi rata-rata proses pada kondisi optimum:

$$\begin{aligned} P_{\text{predikted}} &= y + (D_1 - y) + (F_2 - y) + (B_1 - y) \\ &= D_1 + F_2 + B_1 - 2 \times y \end{aligned}$$

3. Hitung bobot kelas
4. Hitung Sum of Square
5. Hitung derajat kebebasan total

$$Vt = (\text{Total number of measurement} - 1) \times (\text{number of classes} - 1)$$

6. Hitung total *Sum of Squares* untuk rata-rata
7. Hitung *Sum of Squares* untuk faktor
8. Hitung Derajat Kebebasan tiap faktor
9. Hitung Mean Squares
10. Hitung F-Ratio
11. Hitung Presentasi Kontribusi

### **II.7.3.2 Test F Ratio**

Hasil analisis variansi tidak membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor dalam percobaan. Secara statistik, terdapat suatu metode yang menyediakan sebuah keputusan pada suatu tingkat kepercayaan mengenai apakah adanya perbedaan secara signifikan pada estimasi-estimasi ini dan metode tersebut uji F (Belavendram, 1955).

Test hipotesis F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dengan variansi error. Variansi error adalah variansi setiap individu dalam pengamatan yang timbul karena faktor-faktor luar yang tidak dapat dikendalikan.

Nilai Fhitung dibandingkan dengan nilai Ftabel

### **II.7.3.3 Strategi Pooling Up**

Strategi *Pooling Up* dirancang oleh Taguchi untuk mengestimasi variasi error pada ANOVA. Sehingga estimasi yang dihasilkan akan lebih baik, karena strategi ini akan mengakumulasi beberapa variansi error dari beberapa faktor yang kurang berarti.

Strategi ini akan menguji F efek kolom terkecil terhadap yang lebih besar berikutnya untuk melihat kesignifikannya. Dalam hal ini jika tidak ada rasio F signifikansi yang muncul maka kedua efek tersebut di *pooling* untuk menguji kolom yang lebih besar berikutnya sampai rasio F yang signifikan muncul. Makin besar rasio F, makin signifikan sumber tersebut.

Strategi *pooling up* cenderung memaksimalkan jumlah kolom yang dipertimbangkan signifikan faktor-faktor tersebut akan digunakan dalam putaran selanjutnya atau dalam desain produk atau proses. Dengan demikian kecenderungan

melakukan kesalahan A (kesalahan tipe 1) akan membesar yaitu pertimbangan bahwa faktor menyebabkan perbaikan padahal tidak (penolakan hipotesis yang benar). Namun keadaan ini lebih baik daripada melakukan kesalahan E (kesalahan tipe 2) yaitu pertimbangan bahwa faktor menyebabkan perbaikan padahal sebenarnya menyebabkan perbaikan (penerimaan hipotesis yang salah).

Yang terjadi dasar melakukan *pooling* pertama kali adalah derajat kebebasan dinyatakan *error* maka langsung dilakukan *pooling* berdasarkan V. *Pooling* dilakukan terhadap faktor atau interaksi yang memiliki F-rasio lebih kecil dari pada F-tabel di-pool. Setelah melakukan *pooling* satu putaran (setelah melakukan satu kali pengecekan dari faktor/interaksi di kolom satu, dua, dan seterusnya hingga paling bawah), dilakukan kembali pengecekan dari atas derajat kebebasan yang *error* menjadi berubah (jika ada faktor atau interaksi yang di-*pool*). Setelah tidak lagi faktor atau interaksi yang di-*pool*, maka proses *pooling* selesai.

#### **II.7.3.4 Pemilihan Faktor-Faktor yang berpengaruh pada Kondisi Optimal**

Untuk mendapatkan suatu kondisi optimal harus dilakukan pemilihan faktor-faktor yang paling berpengaruh pada kondisi optimal dari kualitas suatu produk. Berbagai macam pengaruh dari faktor-faktor dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Nicolo Belavendram, 1995):

1. Hanya berpengaruh pada rata-rata.

Faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata namun tidak pada variansinya dapat digunakan untuk menggeser nilai rata-rata dari suatu proses menuju suatu nilai target. Faktor ini disebut juga *adjustment factor*.

2. Hanya berpengaruh pada variansi.

Faktor yang berpengaruh pada variansi namun tidak pada rata-rata dapat digunakan untuk mengurangi variansi dari suatu proses.



3. Berpengaruh pada rata-rata dan variansi.

Faktor yang berpengaruh pada rata-rata dan variansi harus digunakan dengan sangat hati-hati. Faktor ini memiliki *fleksibilitas* dalam menyeimbangkan target.

4. Tidak berpengaruh baik pada rata-rata maupun variansi.

Faktor yang tidak berpengaruh pada nilai rata-rata maupun variansi bukanlah suatu faktor yang tidak berguna. Level yang lebih baik dari faktor ini dapat dipilih berdasarkan faktor-faktor lainnya seperti biaya, kepercayaan dan lain-lain.

#### II.7.4 Konfirmasi

Konfirmasi adalah penerapan setting optimum pada proses produksi seutuhnya. Tujuan dari konfirmasi adalah untuk mengetahui keberhasilan dari penelitian dengan melakukan pengontrolan proses produksinya. Pengontrolan ini adalah dengan membuat peta kendali hasil konfirmasi dan melakukan perhitungan rata-rata cacat sebelum dan sesudah melakukan percobaan *taguchi*.

##### II.7.4.1 Uji Selisih antara Dua Proporsi

Uji selisih dua proporsi ini berguna untuk mengetahui apakah terjadi perubahan proporsi yang cukup signifikan sebelum dilakukan percobaan dengan implementasi. Langkah-langkah uji selisih dua proporsi adalah sebagai berikut:

1.  $H_0 : P_1 = P_2$
2.  $H_1 : P_1 > P_2$  atau  $P_1 < P_2$  atau  $P_1 \neq P_2$
3. Tentukan taraf nyata(  $\alpha = 0,05$  )
4. Wilayah kritisnya :
  - $Z < \alpha$  bila alternatifnya  $P_1 < P_2$
  - $Z > \alpha$  bila alternatifnya  $P_1 > P_2$
  - $Z > \alpha/2$  dan  $Z < -\alpha/2$  bila alternatifnya  $P_1 \neq P_2$
5. Perhitungan

Simpangan baku populasi ( $\sigma$ ) di ketahui:

$$Z_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad \text{dengan} \quad \sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Simpangan baku populasi ( $\sigma$ ) tidak di ketahui :

$$Z_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad \text{dengan} \quad \sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

#### 6. Kesimpulan

Menyimpulkan tentang penerimaan atau penolakan  $H_0$  (sesuai dengan kriteria pengujiannya).

- a) Jika  $H_0$  diterima maka  $H_1$  di tolak
- b) Jika  $H_0$  di tolak maka  $H_1$  di terima

