

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Studi pustaka dan studi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi masalah lebih spesifik sehingga dapat ditentukan hipotesa penelitian. Dalam melakukan studi lapangan, metode dilakukan untuk mendalami materi pada area penelitian, sehingga penelitian dapat dilakukan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Pendalaman materi di lapangan meliputi proses produksi kemasan kantong pada mesin *bag making*, prinsip kerja mesin *bag making*, pengujian kemasan kantong hasil mesin *bag making* di laboratorium, dan faktor- faktor yang berpengaruh pada hasil proses mesin *bag making*. Studi literatur, pada tahap ini dilakukan pendalaman materi untuk penyelesaian masalah yang sudah dirumuskan. Batasan dan asumsi penelitian juga perlu dirumuskan agar penelitian tidak terlalu luas.

2.1 Kemasan

Kemasan merupakan gabungan dari ilmu pengetahuan, seni, dan teknologi untuk melindungi produk yang dikemas terhadap pengaruh lingkungan yang merusak.

Fungsi dasar kemasan:

1. Sebagai wadah, supaya bahan yang dikemas tidak berserakan, mudah disimpan, disusun, dihitung, dan diangkut.
2. Sebagai pelindung, supaya bahan yang dikemas tidak rusak oleh faktor-faktor dari luar seperti air, uap air, oksigen, cahaya, dan kontaminan-kontaminan lain serta zat-zat yang terkandung didalam bahan yang dikemas tidak hilang atau berkurang.
3. Sebagai sarana promosi dan informasi, supaya produk yang dikemas dapat dengan mudah diketahui fungsi, cara pakai, keunggulan, serta untuk membedakannya dengan produk lain.

4. Memberikan nilai tambah, barang yang dikemas dan didesain dengan baik akan menaikkan harga jual dibandingkan dengan produk tanpa kemasan.
5. Sebagai alat bantu pemasaran.

2.1.1 Jenis- jenis kemasan

Berdasarkan fungsinya, kemasan dibagi atas 3 kategori:

1. *Primary packaging*, yaitu material/kemasan yang pertama kali bersentuhan langsung dengan isi produk.

misal: botol, kaleng, pembungkus permen, dll.

2. *Secondary packaging*, yaitu kemasan yang membungkus *primary packaging* atau kemasan yg ukurannya lebih besar dan mewadahi beberapa *primary packaging* sekaligus.

Contoh: kardus

3. *Tertiary packaging*, yaitu kemasan yang digunakan untuk melindungi produk saat pengiriman / pendistribusian.

Contoh: kontainer

2.1.2 Kemasan fleksibel/ *flexible packaging*

Kemasan fleksibel (*Flexible Packaging*) merupakan kemasan dalam kategori *primary packaging* yang terbuat dari bahan plastik lentur, yang dapat dipadukan dengan bahan lain serta bisa dicetak, dan direkatkan agar tertutup rapat.

Sifat khas *flexible packaging*:

1. Fleksibel, mampu mengikuti bentuk produk yang dikemas
2. Bisa direkatkan “*seal*”, mudah dibuka, higienis, mudah diketahui isinya
3. Bisa dicetak penuh warna tanpa mempengaruhi produk yang diisi
4. Penyimpanan mudah, bisa dilipat, tanpa memerlukan tempat luas.

Klasifikasi material *flexible packaging* :

1. Material *printing*/ cetak

Material *printing*/ cetak merupakan lapisan film yang bisa dicetak/ diberi warna, tulisan maupun gambar. Jenis film yang dapat diklasifikasikan material cetak antara lain OPP, PET, Nylon, dan lain-lain. Setiap material mempunyai karakteristik masing- masing sesuai dengan penggunaannya, dibawah ini merupakan karakteristik material cetak :

a. OPP (*Oriented Polypropylene*)

Memiliki perlindungan yang baik terhadap uap air (*water vapor*),kurang tahan terhadap panas, sebagai material alternatif untuk PET (*Poly Esther Terephthalate*).

b. PET (*Poly Esther Terephthalate*)

Memiliki perlindungan yang baik terhadap oksigen, material yang baik untuk material cetak karena bersifat transparan, bersih, dan jernih.

c. Nylon (*Poly Amide*)

Memberikan perlindungan yang baik terhadap aroma, material tahan terhadap tusukan, mengandung *anti blocking agent*, stabil dalam temperatur -50 sampai 150°C. Biasanya digunakan untuk produk cair.

2. Material *Barrier*

Material *barrier* merupakan lapisan film yang berfungsi sebagai pelindung. Yang diklasifikasikan dalam film *barrier* antara lain VMCPP, VMPET, ALUMINIUM FOIL, EKSTRU, dll. Dimana memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda- beda:

a. VMCPP

Memiliki bahan yang cukup lentur, kekuatan *heat seal*nya cukup tinggi, memberikan ketahanan terhadap uap air lebih tinggi daripada VMPET.

b. VMPET

Memiliki ketahanan yang baik terhadap oksigen lebih baik daripada VMCPP sehingga produk yang didalamnya lebih tahan lama.

c. Aluminium Foil

Memberikan perlindungan yang baik terhadap cahaya, air serta mempertahankan aroma/ rasa dari produk yang didalamnya. Atau dengan kata lain dapat memberikan ketahanan dari oksigen maupun uap air. Kekurangannya bahan mudah berlubang.

d. VMOPP

Memberikan ketahanan terhadap uap air yang lebih baik daripada VMCPP, namun kekuatan heat sealnya kurang baik, jika dibandingkan dengan VMCPP.

3. Material *Heat Seal*

Material *heat seal* merupakan lapisan film yang bisa direkatkan. Yang termasuk dalam material *heat seal* diantaranya CPP (Transparan & *Metalized*), PE (LDPE, LLDPE), VMOPP, dll.

a. PE (*Poly Ethylene*)

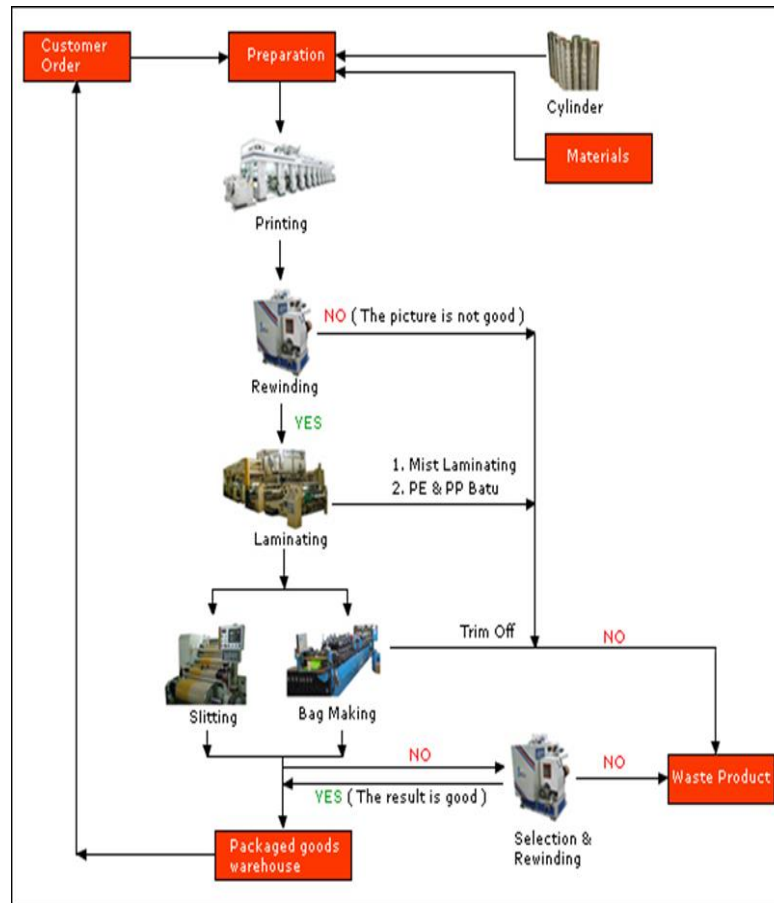
LDPE: bersifat fleksibel, dapat dilonggarkan/ dimolorkan, bisa direkatkan/ diseal.

LLDPE : memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap tekanan.

b. PP (*Poly Propylene*)

CPP : dapat disterilkan, melindungi dari suhu dingin dan minyak, fleksibel dan dapat dilonggarkan, dapat direkatkan, melindungi dari kelembapan.

Alur proses produksi flexible packaging



Gambar 2.1 Alur Proses Kemasan (*Flexible Packaging*)

Sumber: <http://www.miwonpackaging.com>

2.2 Proses *Bag Making*

Pembuatan kemasan dalam bentuk bag/ kantong dilakukan menggunakan mesin *Bag Making*.

Beberapa produk yang dihasilkan mesin *bag making* adalah:

- a. Kemasan *bag side seal*
- b. Kemasan *bag three side seal*
- c. Kemasan *bag center seal*

- d. Kemasan *gusset bag center seal*
- e. Kemasan *gusset bag standing pouch*

2.3 Kualitas

Definisi mengenai kualitas yang dirumuskan oleh beberapa ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut (Juran, 1962), kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.
2. Menurut (Crosby, 1979), kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability*, dan *cost effectiveness*.
3. Menurut (Deming, 1982), kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang.
4. Menurut (Feigenbaum, 1991), kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk; dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture*, dan *maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.
5. Menurut (Scherkenbach, 1991), kualitas ditentukan oleh pelanggan; pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.
6. Menurut (Elliot, 1993), kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, atau dikatakan sesuai dengan tujuan.
7. Menurut (Goetch dan Davis, 1995), kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.

8. Perbendaharaan istilah 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. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Komitmen terhadap kualitas adalah konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik produk maupun prosesnya. Kualitas produk meliputi:

1. Kualitas bahan baku
2. Kualitas barang jadi
3. Kualitas proses mencakup kualitas segala sesuatu yang berhubungan dengan proses produksi manufaktur/jasa atau pelayanan.

Kualitas produk atau jasa bisa diwujudkan bila perusahaan berorientasi pada kepuasan pelanggan (*Customer Satisfaction*).

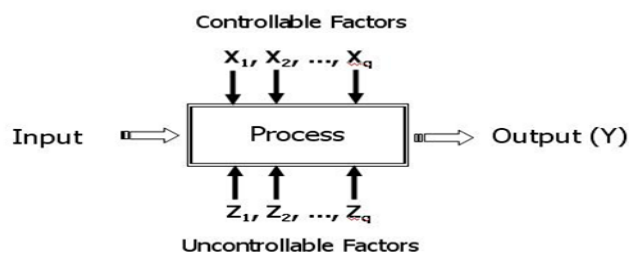
2.4 Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan setiap langkah tindakan yang betul-betul terdefiniskan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan. Desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas (Sudjana, 1995).

Desain eksperimen (percobaan) adalah evaluasi serentak terhadap dua atau lebih faktor (parameter) terhadap kemampuannya untuk mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu (Soejanto, 2009). Pada Umumnya desain eksperimen bertujuan untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan suatu rancangan percobaan.

Selain itu desain eksperimen didefinisikan sebagai suatu pengujian atau serangkaian pengujian yang bertujuan untuk melakukan perubahan

terhadap variabel-variabel input dari proses atau sistem sehingga dapat meneliti dan mengidentifikasi sebab perubahan dari output. Pada umumnya eksperimen digunakan untuk mempelajari kinerja proses atau sistem. Proses atau sistem tersebut dapat digambarkan dengan model yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses atau sistem

Sumber: Montgomery, 2008

Sebuah proses atau sistem sebagai kombinasi pelaksanaan, mesin, metode, manusia dan sumber daya lain yang mengubah input menjadi output memiliki satu atau lebih variabel respon. Beberapa variabel sistem dapat dikendalikan, sedangkan beberapa variabel lain tidak dapat dikontrol (walaupun mungkin dikendalikan untuk tujuan pengujian).

2.4.1 Prinsip Dasar Desain Eksperimen

Memahami desain eksperimen yang akan diuraikan selanjutnya, perlu diketahui prinsip-prinsip dasar yang lazim digunakan dan dikenal, yaitu:

1. Replikasi

Replikasi adalah pengulangan eksperimen dasar. Replikasi ini berguna untuk :

- a. Memberikan dugaan (taksiran) kekeliruan eksperimen, sehingga dapat ditetapkan taraf signifikan dari variasi yang diamati
- b. Menghasilkan dugaan (taksiran) yang lebih akurat untuk kekeliruan eksperimen

c. Memperoleh dugaan (taksiran) yang lebih baik tentang rata-rata pengaruh suatu faktor

2. Pengacakan

Dengan adanya sampel acak yang diambil dari sebuah populasi akan menjamin data pengamatan berdistribusi secara independen, sehingga memungkinkan dapat dilakukan langkah-langkah penelitian lebih lanjut dan kesimpulan yang tidak biasa. Pada setiap pengujian, umumnya asumsi-asumsi tertentu perlu diambil dan dipenuhi agar pengujian yang dilakukan menjadi berlaku. Salah satu di antaranya adalah pengamatan berdistribusi secara independen. Asumsi ini sukar untuk dipenuhi, tetapi dengan jalan berpedoman kepada prinsip sampel acak yang diambil dari sebuah populasi atau berpedoman pada perlakuan acak terhadap unit eksperimen, maka pengujian dapat dijalankan seakan-akan asumsi yang telah diambil terpenuhi. Dengan kata lain, pengacakan menyebabkan pengujian menjadi berlaku.

3. Kontrol Lokal

Adalah langkah-langkah yang berbentuk pemblokkan dan pengelompokan. Pengelompokan adalah penempatan sekumpulan unit eksperimen yang homogen ke dalam kelompok, agar kelompok yang berbeda mendapatkan perlakuan yang berbeda pula.

4. Pemblokkan (*Blocking*)

Pemblokkan adalah pengalokasian unit-unit eksperimen ke dalam blok, sehingga unit-unit eksperimen ke dalam blok relatif bersifat homogen. Sehingga variasi yang diduga tidak menjadi bagian dari kesalahan eksperimen dan dihasilkan desain yang lebih efisien. *Blocking* adalah sebuah teknik rancangan yang digunakan untuk meningkatkan ketepatan perbandingan antar faktor yang diteliti dengan cara mengurangi atau mengeliminasi variabilitas yang ditransmisikan dari *nuisance faktor* (faktor yang mungkin berpengaruh pada respon tapi biasanya tidak memiliki kepentingan langsung).

5. Pengaruh (Efek) dan Interaksi

Adalah pengaruh dari beberapa variabel bebas (variabel independen) terhadap variabel tak bebas (variabel dependen). Untuk keperluan desain, variabel bebas disebut faktor dan nilai dari faktor dinamakan taraf faktor. Faktor-faktor biasanya dinyatakan dengan huruf kecil a, b, c, d, ..., sedangkan taraf faktor dinyatakan dengan angka 1,2,3

2.4.2 Tujuan Desain Eksperimen

Desain eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi yang diperlukan sebanyak mungkin dan berguna untuk dilakukan penelitian dengan desain dibuat sesederhana mungkin. Dengan desain yang sederhana dapat cepat dianalisis dan membutuhkan biaya yang minimum.

2.4.3 Istilah dalam Desain Eksperimen

1. Perlakuan adalah sekumpulan kondisi eksperimen yang akan digunakan terhadap unit eksperimen dalam ruang lingkup desain yang dipilih. Perlakuan ini bisa berbentuk tunggal maupun kombinasi.
2. Unit Eksperimen adalah unit yang dikenai perlakuan tunggal (mungkin berupa gabungan dari beberapa faktor) dalam sebuah replikasi elemen dasar.
3. Kekeliruan Eksperimen adalah kegagalan dari dua unit eksperimen identik yang dikenai perlakuan untuk memberikan hasil yang sama. Untuk mengurangi kekeliruan eksperimen tersebut harus digunakan : bahan eksperimen yang homogen, informasi yang tepat tentang variabel yang ditentukan, ketelitian eksperimen yang tinggi dan desain yang efisien.

2.4.4 Langkah- Langkah Desain Eksperimen

Tahapan dalam eksperimen secara garis besar terdiri atas tiga tahapan, meliputi *planning phase*, *design phase* dan *analysis phase* (Hicks, 1993), yaitu:

1. *Planning phase*

Tahapan dalam *planning phase*, adalah:

- c. Membuat problem statement sejas-jelasnya.
- d. Menentukan variabel respon (*dependent variables*), yaitu efek yang ingin diukur, sering disebut sebagai kriteria atau ukuran performansi.
- e. Menentukan faktor (*independent variables*).
- f. Menentukan level-level yang akan diuji, tentukan sifatnya, yaitu: kualitatif atau kuantitatif dan *Fixed* atau *random*
- g. Tentukan cara bagaimana level-level dari beberapa faktor akan dikombinasikan (khusus untuk eksperimen dua faktor atau lebih).

2. *Design phase*

Tahapan dalam *design phase*, adalah:

- a. Menentukan jumlah observasi yang diambil.
- b. Menentukan urutan eksperimen (urutan pengambilan data).
- c. Menentukan model matematik yang menjelaskan variabel respon.
- d. Menentukan hipotesis yang diuji.

3. *Analysis phase*

Tahapan dalam *analysis phase*, adalah:

- a. Pengumpulan dan pemrosesan data.

- b. Menghitung nilai statistik-statistik uji yang dipakai.
- c. Menginterpretasikan hasil eksperimen.

2.5 Metode Taguchi/ *Robust Design*

Metode Taguchi dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang. Metode ini merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk *robust* terhadap *noise*, karena itu sering disebut sebagai *Robust Design*. Definisi kualitas menurut Taguchi adalah kerugian yang diterima oleh masyarakat sejak produk tersebut dikirimkan. Filosofi Taguchi terhadap kualitas terdiri dari empat buah konsep, yaitu:

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target.
3. Produk harus didesain sehingga *robust* terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
4. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Metode Taguchi merupakan *off-line quality control* artinya pengendalian kualitas yang preventif, sebagai desain produk atau proses sebelum sampai pada produksi di tingkat *shop floor*. *Off-line quality control* dilakukan pada saat awal dalam *life cycle product* yaitu perbaikan pada awal untuk menghasilkan produk (*to get right first time*). Kontribusi Taguchi pada kualitas adalah:

1. *Loss Function*

Merupakan fungsi kerugian yang ditanggung oleh masyarakat (produsen dan konsumen) akibat kualitas yang dihasilkan. Bagi produsen yaitu dengan timbulnya biaya kualitas sedangkan bagi konsumen adalah adanya

ketidakpuasan atau kecewa atas produk yang dibeli atau dikonsumsi karena kualitas yang jelek.

2. *Orthogonal Array*

Orthogonal array digunakan untuk mendesain percobaan yang efisien dan digunakan untuk menganalisis data percobaan. *Orthogonal array* digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari *orthogonal array* terletak pada pemilihan kombinasi level dari variabel-variabel *input* untuk masing-masing eksperimen.

3. *Robustness*

Meminimasi sensitivitas sistem terhadap sumber-sumber variasi.

2.5.1 Tahapan dalam Desain Produk atau Proses Menurut Taguchi

Dalam mendesain suatu sistem yang kokoh atau robust, Taguchi memperkenalkan tiga tahap desain proses pada *off line quality control* (Belavendram, 1995), yaitu:

1. *System design*

Merupakan fase pembentukan konsep, ide, dan metode baru untuk perbaikan produk atau pengembangan produk baru bagi konsumen. Fase ini memerlukan pengetahuan teknis dan pengalaman tentang area penelitian untuk mendesain atau menentukan jenis proses atau produk yang digunakan. Misalnya seseorang yang mempunyai pengetahuan tentang mesin pembakaran internal mungkin akan memilih untuk membuat prototipe ketika ia ingin mencari jenis mesin mobil yang baru.

2. *Parameter design*

Merupakan fase yang bertujuan mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas dengan membuat suatu desain eksperimen yang efektif. Fase ini mencakup penentuan nilai parameter yang peka terhadap gangguan karena menggunakan nilai parameter tertentu untuk meminimalisir pengaruh faktor tak terkendali yang merupakan penyebab timbulnya variansi. Tujuan utama dari parameter design adalah mencari kombinasi yang optimal dari level parameter yang digunakan. Misalnya tingkat kecacatan produk tegel dapat diturunkan dengan membuat suatu desain eksperimen yang melibatkan faktor-faktor proses lv pembuatan tegel untuk mencari kombinasi faktor yang optimal dalam menurunkan tingkat kecacatan tegel.

3. *Tolerance design*, merupakan fase untuk menambah kualitas produk dengan mempersempit nilai toleransi dari parameter proses atau produk untuk mengurangi variansi. Pada *tolerance design* faktor-faktor tidak terkendali akan dikendalikan dengan penyempitan nilai toleransi, sehingga toleransi dipersempit, variansi dapat dikurangi untuk meningkatkan kualitas. Misalnya penggunaan bahan baku yang lebih berkualitas dalam membuat suatu produk akan dapat mempersempit nilai toleransi parameter.

2.5.2 Langkah-Langkah Metode Taguchi

Langkah-langkah ini dibagi menjadi tiga fase utama yang meliputi keseluruhan pendekatan eksperimen. Tiga fase tersebut adalah sebagai berikut:

a. Fase perencanaan

Fase perencanaan merupakan fase yang paling penting dari eksperimen untuk menyediakan informasi yang diharapkan. Fase perencanaan adalah ketika faktor dan levelnya dipilih, dan oleh karena itu, merupakan langkah yang terpenting dalam eksperimen.

b. Fase pelaksanaan

Fase terpenting kedua adalah fase pelaksanaan, ketika hasil eksperimen telah didapatkan. Jika eksperimen direncanakan dan dilaksanakan dengan

baik, analisis akan lebih mudah dan cenderung untuk dapat menghasilkan informasi yang positif tentang faktor dan level.

c. Fase analisis

Fase analisis adalah ketika informasi positif atau negatif berkaitan dengan faktor dan level yang telah dipilih dihasilkan berdasarkan dua fase sebelumnya. Fase analisis adalah hal penting terakhir yang mana apakah peneliti akan dapat menghasilkan hasil yang positif.

Langkah utama untuk melengkapi desain eksperimen yang efektif adalah sebagai berikut (*Ross, 1996*) :

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah harus spesifik dan jelas batasannya dan secara teknis harus dapat dituangkan ke dalam percobaan yang akan dilakukan.

2. Tujuan Eksperimen

Tujuan yang melandasi percobaan harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan pada perumusan masalah, yaitu mencari sebab yang menjadi akibat pada masalah yang kita amati.

3. Memilih Karakteristik Kualitas (Variabel Tak Bebas)

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 yang akan diselediki.

4. Memilih Faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (Variabel Bebas)

Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor yang akan diselediki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam seluruh percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselediki, sebab hal ini akan

membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks. Hanya faktor-faktor yang dianggap penting saja yang diselediki. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang akan diteliti adalah *brainstorming*, *flowcharting*, dan *cause effect diagram*.

5. Mengidentifikasi Faktor Terkontrol dan tidak Terkontrol

Dalam metode Taguchi, faktor-faktor tersebut perlu diidentifikasi dengan jelas karena pengaruh antara kedua jenis faktor tersebut berbeda. Faktor terkontrol (*control factors*) adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau kendalikan. Sedangkan faktor gangguan (*noise factors*) adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau dikendalikan, atau faktor yang tidak ingin kita atur atau kendalikan.

6. Penentuan Jumlah Level dan Nilai 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 akan lebih banyak, tetapi banyaknya level juga akan meningkatkan ongkos percobaan.

7. Identifikasi Interaksi antar Faktor Kontrol

Interaksi muncul ketika dua faktor atau lebih mengalami perlakuan secara bersama akan memberikan hasil yang berbeda pada karakteristik kualitas dibandingkan jika faktor mengalami perlakuan secara sendiri-sendiri. Kesalahan dalam penentuan interaksi akan berpengaruh pada kesalahan interpretasi data dan kegagalan dalam penentuan proses yang optimal. Tetapi Taguchi lebih mementingkan pengamatan pada *main effect* (penyebab utama) sehingga adanya interaksi diusahakan seminimal mungkin, tetapi tidak dihilangkan sehingga perlu dipelajari kemungkinan adanya interaksi.

8. Perhitungan Derajat Kebebasan (*Degrees of Freedom/DOF*)

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

9. Pemilihan *Orthogonal Array* (OA)

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

- a. Jika semua faktor adalah dua level: pilih jenis OA untuk level dua faktor
- b. Jika semua faktor adalah tiga level: pilih jenis OA untuk level tiga faktor
- c. Jika beberapa faktor adalah dua level dan lainnya tiga level: pilih yang mana yang dominan dan gunakan *Dummy Treatment*, Metode Kombinasi, atau *Metode Idle Column*.
- d. Jika terdapat campuran dua, tiga, atau empat level faktor: lakukan modifikasi OA dengan metode *Merging Column*

10. Penugasan untuk Faktor dan Interaksinya pada *Orthogonal Array*

Penugasan faktor-faktor baik faktor kontrol maupun faktor gangguan dan interaksi-interaksinya pada *orthogonal array* terpilih dengan memperhatikan grafik linier dan tabel triangular. Kedua hal tersebut merupakan alat bantu penugasan faktor yang dirancang oleh Taguchi. Grafik linier mengindikasikan berbagai kolom ke mana faktor-faktor tersebut. Tabel triangular berisi semua hubungan interaksi-interaksi yang mungkin antara faktor-faktor (kolom-kolom) dalam suatu OA.

11. Persiapan dan Pelaksanaan Percobaan

Persiapan percobaan meliputi penentuan jumlah replikasi percobaan dan randomisasi pelaksanaan percobaan.

12. Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi bertujuan untuk:

- a. Mengurangi tingkat kesalahan percobaan,
- b. Menambah ketelitian data percobaan,
- c. Mendapatkan harga estimasi kesalahan percobaan sehingga memungkinkan diadakan test signifikansi hasil eksperimen.

13. Randomisasi

Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk:

- a. Meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit percobaan,
- b. Memberikan kesempatan yang sama pada semua unit percobaan untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh pada setiap perlakuan yang sama,
- c. Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas (independen) satu sama lain.

Pelaksanaan percobaan Taguchi adalah pengerjaan berdasarkan setting faktor pada OA dengan jumlah percobaan sesuai jumlah replikasi dan urutan seperti randomisasi.

14. Analisis Data

Pada analisis dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu *lay out* tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu percobaan yang dipilih. Selain itu dilakukan perhitungan dan penyajian data dengan statistik analisis variansi, tes hipotesa dan penerapan rumus-rumus empiris pada data hasil percobaan.

15. Interpretasi Hasil

Interpretasi hasil merupakan langkah yang dilakukan setelah percobaan dan analisis telah dilakukan. Interpretasi yang dilakukan antara lain dengan menghitung persentase kontribusi dan perhitungan selang kepercayaan faktor untuk kondisi perlakuan saat percobaan.

16. Percobaan Konfirmasi

Percobaan konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan percobaan konfirmasi adalah untuk memverifikasi:

- a. Dugaan yang dibuat pada saat model performansi penentuan faktor dan interaksinya,
- b. Setting parameter (faktor) yang optimum hasil analisis hasil percobaan pada performansi yang diharapkan.

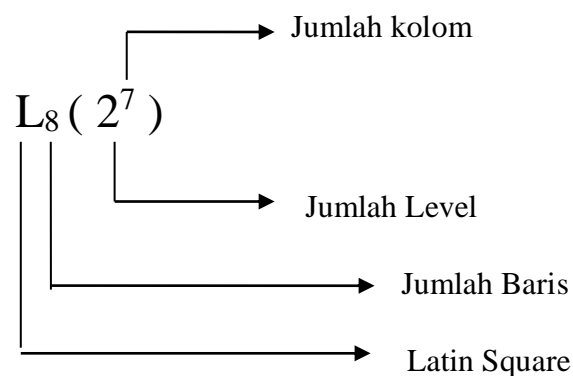
2.6 *Orthogonal Array* dan Matriks Eksperimen

Eksperimen yang didasarkan pada rancangan faktorial, dimaksudkan untuk menentukan faktor mana diantara sejumlah faktor yang secara potensial memberikan efek pada respon. Namun, pada rancangan faktorial dengan jumlah faktor yang besar dan diikuti oleh jumlah kombinasi perlakuan yang besar, eksperimen menjadi tidak efisien untuk dilakukan. Hal ini akan berakibat pada peningkatan biaya dan waktu.

Untuk menurunkan jumlah kombinasi perlakuan, maka digunakan rancangan faktorial fraksional. Rancangan faktorial sebagian (faktorial fraksional) digunakan apabila pengamatan terdiri dari sejumlah faktor utama dan hanya beberapa pengaruh interaksi faktor yang diinginkan (terpilih). Dengan demikian ada suatu kepercayaan nantinya akan terpilih sejumlah faktor yang mempengaruhi hasil eksperimen. Dengan rancangan ini akan dibutuhkan jumlah pengamatan yang lebih sedikit dibandingkan dengan rancangan faktorial 2^k , namun mampu menghasilkan informasi yang sama, dalam hal ini adalah informasi yang

menyatakan pengaruh faktor- faktor yang ada dalam percobaan terhadap respon, baik bersama – sama maupun secara terpisah.

Matrik eksperimen adalah matrik yang memuat sekelompok eksperimen dimana faktor dan level dapat ditukar sesama matrik. Melakukan eksperimen dengan menggunakan bentuk matrik khusus (*orthogonal array*) bertujuan agar dapat dilakukan pengujian terhadap pengaruh beberapa parameter secara efisien dan merupakan teknik penting dalam perancangan kokoh (*robust design*). *Orthogonal array* adalah suatu matrik yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor atau kondisi yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan keadaan dari faktor. *Array* disebut *orthogonal* karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor yang lain dalam eksperimen. Jadi *orthogonal array* adalah sebuah matriks dimana faktornya seimbang dan efek antar faktor dapat dipisahkan dalam eksperimen. Notasi *orthogonal array* biasanya dilambangkan seperti pada gambar:



Uraian untuk notasi pada gambar adalah sebagai berikut:

1. Notasi L, merupakan informasi yang berdasarkan pada penyusunan faktor *latin square*. Penyusunan *latin square* adalah penyusunan squarematriks dengan pemisahan faktor-faktor yang berpengaruh. Sehingga notasi L menggambarkan informasi *orthogonal array*.
2. Jumlah baris, merupakan jumlah eksperimen yang dibutuhkan pada saat menggunakan *orthogonal array*.
3. Jumlah kolom, merupakan jumlah faktor yang dapat dipelajari dalam

orthogonal array yang dipilih.

4. Jumlah level, merupakan jumlah level dari faktor faktor yang digunakan dalam eksperimen.

Orthogonal Array $L_8(2^7)$ dapat diartikan sebagai *Orthogonal Array* yang mempunyai 7 faktor dengan 2 level dan eksperimen dilakukan 8 kali. Bentuk standar *Orthogonal Array* dari Taguchi dijelaskan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Orthogonal Array Standar dari Taguchi

2 level	3 level	4 level	5 level	Level Gabungan
$L_4(2^3)$	$L_9(3^4)$	$L_{16}(4^5)$	$L_{23}(5^6)$	$L_{18}(2^1 \times 3^7)$
$L_8(2^7)$	$L_{27}(3^{13})$	$L_{64}(4^{21})$	-	$L_{32}(2^1 \times 4^9)$
$L_{12}(2^{11})$	$L_{81}(3^{40})$	-	-	$L_{36}(2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16}(2^{15})$	-	-	-	$L_{36}(2^3 \times 3^{13})$
$L_{32}(2^{31})$	-	-	-	$L_{54}(2^1 \times 3^{25})$

Sumber: Belavendram, 1995

Setelah eksperimen dijalankan, maka langkah selanjutnya adalah mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap hasil eksperimen (respon). Eksperimen yang menggunakan *orthogonal array* menghasilkan angka-angka yang dapat dibandingkan dengan faktor-faktor lain. Banyaknya perbandingan yang dapat dibuat disebut derajat bebas (*degrees of freedom*). Derajat kebebasan dalam *orthogonal array* (V_{OA}) mempunyai nilai jumlah eksperimen dikurangi 1 dan dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$V_{OA} = \text{jumlah eksperimen} - 1 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.1}$$

Sedangkan derajat kebebasan untuk level faktor (V_{fl}) adalah sebagai berikut:

$$V_{fl} = \text{jumlah faktor} \times (\text{jumlah level} - 1) \dots\dots\dots \text{persamaan 2.2}$$

Teknik lain yang sering digunakan dalam *robust design* adalah *graph linear* (grafik linear). *Graph linear* menggambarkan faktor dan interaksi dalam

bentuk diagram. *Graph linear* adalah serangkaian titik dan garis yang bersesuaian dengan kolom-kolom *orthogonal array* yang sesuai. Setiap *graph linear* berhubungan dengan satu *orthogonal array*. Tetapi, untuk satu *orthogonal array* dapat diperoleh beberapa *graph linear*. *Graph linear* memberikan gambaran informasi faktor dan interaksi serta memudahkan untuk memasukkan faktor dan interaksi ke berbagai kolom dari *orthogonal array*.

2.7 Pemilihan dan Penggunaan Matriks *Orthogonal Array*

Keuntungan matriks ortogonal adalah kemampuan untuk mengevaluasi beberapa faktor dengan jumlah run sedikit. Matriks ortogonal telah menyediakan berbagai matriks untuk pengujian faktor-faktor dengan dua dan tiga taraf dengan kemungkinan pengembangan untuk pengujian *multiple* taraf (Wuryandari, 2009). Rancangan tersebut mengambil fraksional percobaan yang dibentuk dalam kolom-kolom matriks ortogonal. Kolom-kolom matriks ortogonal digunakan untuk mengestimasi semua efek faktor utama dan beberapa (tidak semuanya) efek interaksi. Kondisi perlakuan dipilih sedemikian hingga tetap menjaga ortogonalitas di antara beragam faktor utama dan interaksi. Matriks ortogonal memerlukan pengujian yang lebih sedikit dalam mengevaluasi beberapa faktor sehingga memberikan percobaan yang lebih efisien dengan tetap tidak kehilangan informasi dari percobaan yang diamati.

Matriks ortogonal dirumuskan dalam bermacam- macam tabel matriks ortogonal yang diberi simbol L_k . Huruf $-k$ menyatakan banyaknya baris yang sama dengan banyaknya percobaan yang dilakukan. Pemilihan matriks ortogonal untuk sebuah percobaan bergantung pada dua hal sebagai berikut:

1. Banyaknya faktor utama dan atau interaksi antar faktor utama yang diamati.
2. Banyaknya taraf faktor yang diamati.

Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai yaitu jika derajat bebas dalam matriks ortogonal lebih besar atau sama dengan dari jumlah derajat bebas total (Soejanto, 2009). Derajat bebas total yang dibutuhkan dalam percobaan merupakan jumlah dari seluruh derajat bebas faktor utama dan atau beberapa

interaksi yang diamati. Sedangkan taraf faktor pengamatan digunakan sebagai rancangan percobaan. Andaikan faktor A, B, C, dan D mempunyai masing-masing a, b, c, dan d taraf, maka derajat bebas dari faktor A = $v_A = a-1$, derajat bebas faktor B = $v_B = b-1$, derajat bebas faktor C = $v_C = c-1$, derajat bebas faktor D = $v_D = d-1$.

Dengan demikian jumlah total derajat bebasnya adalah:

$$V_{total} = (a-1)+(b-1)+(c-1)+(d-1)$$

Apabila dilakukan pengamatan terhadap empat faktor utama yang masing-masing mempunyai tiga taraf pengamatan, maka perhitungan derajat bebas pada percobaan adalah sebagai berikut:

Derajat bebas = (banyaknya faktor) x (banyaknya taraf - 1) = $4 \times (3-1) = 8$ sehingga digunakan matriks ortogonal $L_9(3^4)$. Bentuk dari matriks ortogonal $L_9(3^4)$ adalah sebagai berikut (Park, 1996) :

Tabel 2.2 Bentuk Matriks Orthogonal

Percobaan	Faktor			
	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	0	1	1	1
3	0	2	2	2
4	1	0	1	2
5	1	1	2	0
6	1	2	0	1
7	2	0	2	1
8	2	1	0	2
9	2	2	1	0

Keterangan :

1. Angka 0 merupakan taraf pertama dari faktor.
2. Angka 1 merupakan taraf kedua dari faktor.

3. Angka 2 merupakan taraf ketiga dari faktor.

Aturan yang digunakan untuk mengisi kolom-kolom pada matriks ortogonal $L_9(3^4)$ adalah sebagai berikut (Park, 2009) :

- a. Kolom 1 dan kolom 2 merupakan kolom pokok yang berisi :
 $(0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 2\ 2\ 2)^T$ dan $(0\ 1\ 2\ 0\ 1\ 2\ 0\ 1\ 2)^T$
- b. Kolom 3 berisi : (kolom 1 + kolom 2)(mod 3)
- c. Kolom 4 berisi : (2 x kolom 1 + kolom 2)(mod 3)

Pada matriks ortogonal $L_9(3^4)$ tersedia empat kolom dan percobaan yang dilakukan menggunakan empat faktor. Semua kolom pada matriks ortogonal $L_9(3^4)$ telah terisi oleh keempat faktor sehingga dalam percobaan ini tidak menggunakan interaksi (Soejanto, 2009).

2.8 *Analysis of Varians (ANOVA)*

Analisis variansi merupakan suatu metode pengambilan keputusan berdasarkan informasi statistik untuk mengetahui perbedaan hasil dari suatu perlakuan. Analisis variansi membagi variansi menjadi sumber-sumber variansi dengan mempertimbangkan derajat kebebasan sumber-sumber variansi tersebut dalam eksperimen. Sehingga tujuan perhitungan analisis variansi pada metode perancangan Taguchi adalah untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi performansi nilai respon. Data-data yang diambil, baik data kondisi sebenarnya maupun data hasil eksperimen dalam *robust design* dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu:

1. Variabel, yaitu data yang dapat dipertanggungjawabkan selama pengukuran dalam skala yang kontinu.
2. Atribut, yaitu data dari eksperimen yang mempunyai karakteristik yang bukan kontinyu tetapi dapat diklasifikasikan dalam skala diskret.
3. Digital, yaitu suatu data yang memiliki nilai 0 atau 1.

Dalam perhitungan analisis variansi metode Taguchi, langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

Langkah 1: menghitung rata-rata respon setiap eksperimen dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum x}{n} = \dots\dots\dots \text{persamaan 2.3}$$

Langkah 2: menghitung rata-rata total seluruh eksperimen dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{Y} = \frac{\sum y}{n} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.4}$$

Langkah 3: membuat tabel respon, perbedaan dapat diketahui dengan cara melakukan pengurangan nilai tertinggi dengan nilai terendah dari tiap- tiap level kemudian dirangking dari nilai tertinggi sampai nilai terendah kemudian dimasukkan dalam tabel respon seperti tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Respon Faktor

Level 1	Faktor A	Faktor B	.....	Faktor X
Level 2	...	...		...
.....
Different	...	...		...
Rank	...	...		...

Sumber : Belavendram, 1995

Langkah 4: menghitung *the total sum of squares* dengan rumus sebagai berikut:

$$ST = \sum y^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.5}$$

Langkah 5 : menghitung *the sum of squares due to the mean* dengan rumus sebagai berikut:

$$S_m = ny^{-2} \dots\dots\dots \text{persamaan 2.6}$$

Langkah 6: menghitung *the sum of squares due to the faktors* dengan rumus sebagai berikut:

$$S_i = (n_{i1}x_{i1}^{-2} + n_{i2}x_{i2}^{-2} + \dots + n_{ij}x_{ij}^{-2}) - S_m \dots \text{persamaan 2.7}$$

Langkah 7: menghitung *the sum of squares due to the error* dengan rumus sebagai berikut:

$$S_e = ST - S_m - (SA + SB + \dots + S_i) \dots \text{persamaan 2.8}$$

Langkah 8: menghitung *the mean sum of squares* dengan rumus sebagai berikut:

$$M_{qi} = \frac{S_{qi}}{v_i} \dots \text{persamaan 2.9}$$

Langkah 9: menghitung *F-ratio* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_i = \frac{M_{qi}}{S_e} \dots \text{persamaan 2.10}$$

Langkah 10: menghitung *pure sum of squares* dengan rumus sebagai berikut:

$$S'_i = S_i - (v_i \times V_e) \dots \text{persamaan 2.11}$$

Langkah 11: menghitung *percent contribution* dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_i = \frac{S'_i}{S_t} \times 100\% \dots \text{persamaan 2.12}$$

Langkah 12: membuat tabel analisa variansi hasil perhitungan.

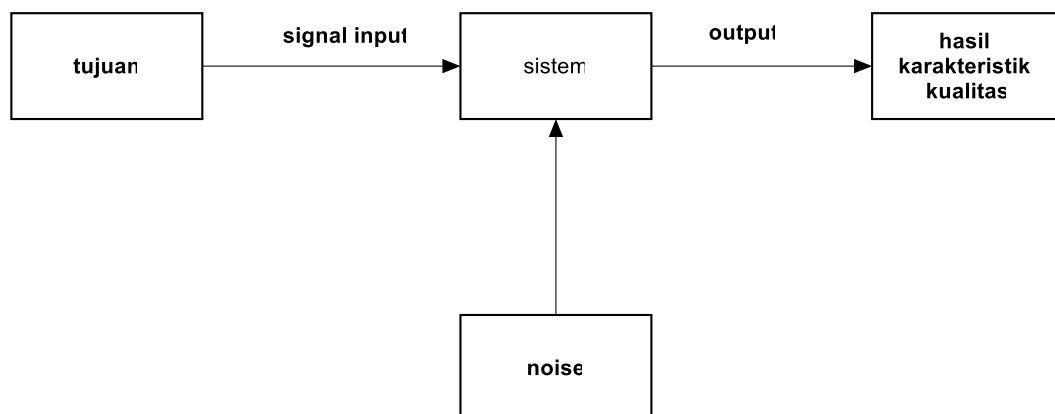
Analisis varians atau analisis ragam adalah suatu metode untuk menganalisis keragaman (variasi) dari suatu respon dan membagi menjadi komponen-komponen yang mengukur sumber variasi yang diketahui dan sisanya dikaitkan dengan *error random*. Sumber variasi tersebut dikaitkan dengan variabel-variabel bebasnya, yaitu faktor-faktor yang dicobakan (Walpole, 1992).

2.9 *Signal to Noise Ratio (S/N)*

Signal to Noise Ratio (S/N) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi suatu respon. Taguchi menciptakan transformasi dari pengulangan data ke nilai lain yang merupakan ukuran variasi yang ada. Transformasinya adalah *signal to noise ratio* atau rasio S/N (Wuryandari, 2009). Karakteristik kualitas adalah sesuatu yang menjadi obyek perhatian dari suatu produk dan proses. Taguchi mendefinisikan (Park, 1996):

$$\text{S/N rasio} = \frac{\text{power of signal}}{\text{power of noise}} = \frac{\mu^2}{\sigma^2}$$

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka *signal* masuk ke dalam sistem dan *output* sesuai hasil, namun terdapat gangguan (*noise*) yang mengganggu sistem sehingga tujuan tidak selalu tercapai dan menghasilkan karakteristik kualitas. Hal ini dapat digambarkan sesuai dengan diagram alir dibawah ini.



Gambar 2.3 Diagram Alir Karakteristik Kualitas

Sumber: Putri, 2012

Dalam perancangan dan pembuatan produk tidaklah mudah untuk menghasilkan suatu produk yang seragam atau sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Seringkali dalam produksi timbul variansi dari produk yang tidak diinginkan atau tidak memiliki fungsi sebagai mana mestinya yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Hal tersebut dinamakan *noise faktor* yang dapat dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu :

1. *External noise*, merupakan faktor lingkungan atau kondisi yang ada pada saat perancangan maupun proses produksi yang mempengaruhi fungsi ideal dari suatu produk.
2. *Internal noise*, merupakan faktor-faktor yang menyebabkan suatu produk mengalami kerusakan selama penyimpanan atau perubahan karakteristik komponen dan material produk.
3. *Variational noise*, merupakan faktor-faktor yang merupakan perbedaan produk yang dihasilkan satu sama lainnya meskipun produk yang dibuat memiliki spesifikasi yang sama.

Maksimasi ukuran performansi ini ditunjukkan dengan tingginya nilai *signal* dan rendahnya *noise*, karena itu karakteristik kualitas perlu dikelompokkan terlebih dahulu agar diperoleh konsistensi dalam mengambil keputusan terhadap hasil eksperimen.

Karakteristik kualitas dapat diklasifikasikan menurut nilai target yaitu (Park, 1996) :

1. *Smaller the better* (s.t.b)

Memiliki karakteristik kualitas yang kontinu dan tidak negatif yang mempunyai nilai dari 0 sampai ∞ dimana nilai *defect* yang diinginkan adalah 0. Sehingga *signal to ratio* dapat dihitung dengan rumus:

$$SN_{STB} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \dots \dots \dots \text{persamaan 2.13}$$

Dengan;

n = jumlah pengulangan eksperimen

y_i = data pengamatan ke- i ($i= 1, 2, 3, 4, \dots, n$)

2. *Larger the better* (l.t.b)

Memiliki karakteristik kualitas yang kontinu dan tidak negatif yang mempunyai nilai 0 sampai- dimana nilai target yang diharapkan adalah

selain 0 atau dengan kata lain mempunyai nilai besar mungkin. Sehingga *signal to noise ratio* dapat dihitung dengan rumus:

$$SN_{LTB} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \dots \dots \dots \text{persamaan 2.14}$$

dengan;

n = jumlah pengulangan eksperimen

y_i = data pengamatan ke- i ($i= 1, 2, 3, 4, \dots, n$)

3. *Nominal the best* (n.t.b)

Memiliki karakteristik kualitas yang kontinu dan tidak negatif yang mempunyai nilai dari 0 sampai \sim dimana nilai target yang diharapkan adalah selain 0 dan merupakan bilangan yang terbatas. Sehingga *signal to noise ratio* dapat dihitung dengan rumus :

$$SN_{NTB} = 10 \log_{10} \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right] \dots \dots \dots \text{persamaan 2.15}$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2$$

Dengan;

n = jumlah pengulangan eksperimen

y_i = data pengamatan ke- i ($i= 1, 2, 3, 4, \dots, n$)

μ = rata-rata

σ = standar deviasi

4. *Signed target*

Memiliki karakteristik kualitas yang dapat digunakan, baik bernilai positif maupun negatif meskipun target nilai dari karakteristik kualitas adalah 0. Sehingga *signal to noise ratio* dapat dihitung dengan rumus:

$$SN_{ST} = -10 \log_{10} \sigma^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.16}$$

5. *Faction defection*

Memiliki karakteristik kualitas yang sebanding dan dinyatakan dalam pecahan antara 0 sampai 1. Sehingga *signal to noise ratio* dapat dihitung dengan rumus:

$$SN_{FD} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{p} - 1 \right) \dots\dots\dots \text{persamaan 2.17}$$

dengan;

p = nilai kecacatan produk dalam pecahan

2.10 *Quality Loss Function (QLF)*

Tujuan dari *quality loss function* adalah mengevaluasi kerugian kualitas secara kuantitatif yang disebabkan adanya variansi. Dalam *quality loss function* juga dijelaskan perlunya perbaikan kualitas secara kuantitatif dalam unit uang sehingga perbandingan yang obyektif dapat dilakukan. Ukuran yang diusulkan Taguchi untuk menghitung kerugian secara kuantitatif adalah dengan perhitungan *quality loss function*.

Secara umum terdapat tiga *quality loss function* secara khusus untuk sampel yaitu:

1. Fungsi kerugian *nominal the best*

Jika Y nilai-nilai karakteristik kualitas n.t.b, fungsi kerugian Y , ditulis $L(Y)$. $L(Y)$ dapat diperderetkan menurut deret Taylor, diperoleh :

$$L(Y) = k(Y - m)^2 = \frac{A_0}{\Delta^2} (Y - m)^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.18}$$

dengan;

Y = nilai karakteristik kualitas

L (Y) = nilai kerugian dalam (Rp) untuk tiap produk bila karakteristik kualitas sama dengan Y

m= nilai target dari Y

k = koefisien biaya

Δ = toleransi spesifikasi nilai karakteristik kualitas

A_0 = rata- rata biaya kerugian pada penyimpangan Δ

2. Fungsi Kerugian *Smaller the Better*

Tipe karakteristik ini mempunyai target sama dengan 0, sehingga persamaan fungsi kerugian m=0, sehingga diperoleh:

$$L(Y) = k(Y)^2 = \frac{A_0}{\Delta^2} (Y)^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.19}$$

Dengan;

Y = nilai karakteristik kualitas

L (Y) = nilai kerugian dalam (Rp) untuk tiap produk bila karakteristik kualitas sama dengan Y

k = koefisien biaya

Δ = toleransi spesifikasi nilai karakteristik kualitas

A_0 = rata- rata biaya kerugian pada penyimpangan Δ

3. Fungsi kerugian *Larger the Better*

Tipe karakteristik ini mempunyai target dengan nilai tak terbatas, sehingga persamaan fungsi kerugian diperoleh:

$$L(Y) = k \left(\frac{1}{Y} \right)^2 = A_0 \times \Delta^2 \left(\frac{1}{Y} \right)^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.20}$$

2.11 Kajian Penelitian Terdahulu

2.11.1 Analisis Setting Parameter Mesin Thermoforming (Paulus Wisnu Anggoro, 2011)

Permasalahan pada industri kecil coklat praline adalah menentukan kondisi operasional setting parameter yang terbaik sehingga akan diperoleh kualitas kualitas hasil cetakan plastik yang baik, tanpa cacat,

dan umur pakai cetakan lama dengan menggunakan metode Taguchi. Hasil penelitian menunjukkan hanya satu faktor yang paling berpengaruh untuk menghasilkan cetakan plastik yang optimal. Level terbaik menurut analisis *pooling up mean*, yaitu ketebalan plastik di-set pada level 3 dengan ketebalan plastik 1,0 mm.

Level terbaik menurut hasil analisis *pooling up SN Ratio*, yaitu ketebalan plastik di-set pada level 1 dengan ketebalan plastik 0,3 mm dan suhu pemanasan di-set pada level 2 dengan suhu 125°C. Hasil *Responce Surface Method* menunjukkan setting parameter yang optimal adalah nilai eksperimen yang mendekati nilai $Y_{fit} = 3,56$.

2.11.2 Penentuan Setting Level Optimal Parameter Temperature Control System (Studi Kasus PT. Lombok Gandaria) (Rena Priscilla, 2010)

Penelitian ini bertujuan mendapatkan setting level optimal parameter untuk menghasilkan kestabilan temperatur *output* fluida pada *range* $33,5 \pm 0,5$ °C dan mencapai tingkat konsumsi energi yang optimal pada *temperature control system*. Metode *full faktorial experiment* digunakan untuk mendapatkan lokasi pemasangan sensor LM35 dan konsumsi energi yang optimal dari *temperature control system*. Diperoleh parameter utama yang mempengaruhi lamanya waktu pemanasan dan konsumsi energi.

Hasil eksperimen yang dilakukan terhadap penentuan lokasi pemasangan sensor LM35 didapatkan setting level optimal pemasangan sensor pada jarak 3,7 cm yang mampu menghasilkan kestabilan temperatur *output* pada *range* $33,5 \pm 0,5$ °C dengan tingkat keberhasilan 94,44 %. Sedangkan optimasi konsumsi energi dicapai melalui pengaktifan seluruh pemanas dan pengaturan putaran kipas pada kecepatan *high*.

2.11.3 Penentuan Setting Level Optimal untuk Meningkatkan Kualitas Benang Rayon (30R) dengan Eksperimen Taguchi sebagai Upaya Jaminan atas Spesifikasi Kualitas Benang (Nina Triawati, 2007)

Penelitian ini difokuskan pada bagaimana menentukan setting level optimal yang tepat dari proses pembuatan benang rayon nomor 30 pada mesin *ring spinning* dilihat dari karakteristik kualitas ketidakrataan benang, kekuatan tarik benang, dan puntiran pada benang sebagai upaya untuk meminimasi total kerugian yang diakibatkan variasi tiga karakteristik kualitas secara simultan. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai karakteristik kualitas untuk ketidakrataan benang adalah sebesar 9,729 %, untuk kekuatan tarik benang sebesar 346,232 gram dan untuk puntiran pada benang sebesar 18,437.

Total kerugian akibat tiga karakteristik kualitas pada kondisi aktual adalah sebesar Rp 171.372,00. Setelah dilakukan penelitian dengan hasil setting level optimal, diperoleh nilai karakteristik kualitas untuk ketidakrataan benang sebesar 9,480 %, untuk kekuatan tarik benang sebesar 351,093 gram dan untuk puntiran benang sebesar 18,092. Total kerugian pada kondisi optimal adalah sebesar Rp 119.328,00 per cone benang.

2.11.4 Peningkatan Kualitas Batu Bata dengan Metode Taguchi (Putu Ayu Sari L, 2012)

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui faktor- faktor yang berpengaruh terhadap kualitas batu bata, mengetahui komposisi bahan baku sehingga didapat kualitas batu bata yang optimal, mengetahui kegunaan fungsi kerugian Taguchi untuk menurunkan kerugian biaya produksi. Dari identifikasi faktor terkontrol diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan batu bata yaitu tanah, pasir, sekam dan air.

Percobaan dilakukan dengan tiga taraf faktor yang berbeda. Dari hasil analisis didapatkan kombinasi taraf faktor yang optimal yaitu A2 (tanah 8 kg) dan C2 (Sekam 1 kg) sedangkan fungsi kerugian Taguchi cukup memadai untuk menurunkan kerugian biaya produksi.

2.11.5 Optimalisasi Bahan Baku Kue Geplak dengan Menggunakan Metode Desain Eksperimen Taguchi (Ambarsasi, 2014)

Penelitian untuk menentukan bahan baku optimal kue geplak. Metode penelitian yang digunakan adalah Desain Eksperimen taguchi dengan analisa data menggunakan Analisis varians dua arah, *Signal to noise ratio larger the better*. Hasil eksperimen menunjukkan komposisi bahan baku optimal geplak warna merah adalah 112121, komposisi bahan baku optimal geplak warna kuning adalah 211212, komposisi bahan baku optimal geplak warna hijau adalah 112121.

2.11.6 Setting Parameter Mesin Ring Spinning untuk Meningkatkan Kekuatan Tarik Benang PE 30/1 dengan Menggunakan Metode Taguchi (Antoni Yohanes, 2015)

Untuk mendapatkan setting parameter yang optimal sehingga dapat menghasilkan kekuatan tarik benang yang lebih baik. Hasil settingan A2B2C2D1, diameter *top roll* pada level 2 dengan diameter sebesar 27 mm, jarak *bottom roll* dengan *front roll* pada level 2 dengan jarak +1mm, *weight arm* level 2 dengan beban 10kg, ketebalan *distance clip* pada level 2 dengan ketebalan 2,1 kg dan menghasilkan uji kualitas kekuatan tarik benang yang lebih tinggi dengan nilai 640 gram.

2.11.7 Optimasi Produksi dengan Metode Respon Surface (Studi Kasus pada Perusahaan Injection Moulding) (Jani Rahardjo, 2002)

Berdasarkan diagram pareto, tingkat kecacatan terbesar adalah cacat lubang. Untuk menyelesaikan penyebab kecacatan tersebut dilakukan suatu perancangan eksperimen dengan penyebab kecacatan adalah *inject pressure*, *inject timer*, temperatur. Pada saat *inject pressure* 55 Mpa, *inject timer* 4,2s dan temperatur 224 °C menghasilkan kondisi yang optimal sehingga tingkat kecacatan turun sebesar 7.3%.

2.11.8 Rangkuman Review Kajian Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.6 Review Penelitian Sebelumnya

Komponen	Penelitian							Penelitian ini
	1	2	3	4	5	6	7	
VARIABEL								
Ketebalan plastic	√							
Suhu pemanasan	√							√
Setting parameter optimal	√	√	√			√		
Penentuan lokasi pemasangan sensor		√						
Nilai karakteristik kualitas ketidakrataan benang			√					
Kekuatan tarik benang			√			√		
Puntiran benang			√					
Komposisi bahan baku				√	√			
<i>Injct pressure</i>							√	
<i>Injct timer</i>							√	
<i>Temperature</i>							√	
Kecepatan								√
<i>Sealing strength</i>								√
METODE								
Taguchi	√	√	√	√	√	√		√
Respon Surface	√							
Full Faktorial Experiment		√						

Sumber: Hasil review penulis