

## BAB II

### LANDASAN TEORI

---

#### 2.1. PERANCANGAN EKSPERIMEN.

Perancangan eksperimen adalah suatu urutan tentang bagaimana melakukan eksperimen sehingga hasil diperoleh dapat memuaskan. Rancangan eksperimen disusun untuk mendapatkan informasi yang cukup dari suatu hal yang akan diteliti secara benar, dengan tingkat keyakinan dan ketelitian yang cukup. Penyusunan rancangan eksperimen secara umum terdiri dari tiga langkah yaitu, Perumusan Eksperimen, Perancangan, dan Analisa [Hicks, 1982] :

##### 2.1.1. Perumusan Eksperimen

Perumusan Eksperimen merupakan pernyataan dari masalah yang akan diselesaikan. Di sini dijelaskan mengenai masalah yang akan dipelajari dan besaran yang diambil sebagai ukuran dalam pengamatan, sehingga mempermudah dalam penyelesaiannya. Hal-hal yang harus dikerjakan dalam tahap perumusan eksperimen ini adalah :

- Pendefinisian masalah.
- Pemilihan variabel bebas.
- Pemilihan variabel terikat.
- Pemilihan tingkat (level) dari variabel bebas.
- Penentuan kombinasi dari level-level variabel bebas.

### 2.1.2. Perancangan

Dalam perancangan eksperimen, hal-hal yang perlu ditentukan adalah Jumlah data pengamatan, Cara mendapatkan data, Model matematik, dan Batasan eksperimen.

Yang pertama-tama perlu dilakukan adalah menentukan jumlah pengamatan (replikasi) yang harus dilakukan. Jika memungkinkan, jumlah pengamatan yang bagus adalah jumlah pengamatan yang dilakukan dengan sebanyak-banyaknya. Selanjutnya adalah bagaimana cara mendapatkan data tersebut. Kemudian yang perlu ditentukan adalah penentuan model matematik yang digunakan. Model matematik ini menunjukkan hubungan di antara besaran yang dipelajari dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya dan menentukan beberapa pembatasan yang dikenakan kepada eksperimen.

### 2.1.3. Analisis Hipotesis

Langkah terakhir dari penyusunan rancangan eksperimen adalah analisa. Langkah ini berisi Prosedur pengumpulan data dan pengolahan data, Perhitungan dan pengujian statistik, Yang digunakan dalam membuat keputusan. Dengan alat uji ini, hipotesa yang dikenakan terhadap model matematik yang telah dibuat akan diuji. Sedangkan angka analisa dilakukan dengan perhitungan analisa variansi. Analisa Varian adalah mempunyai beberapa klasifikasi penting. Aplikasi tersebut misalkan kita mempunyai sebuah tingkat yang berbeda dari sebuah faktor tunggal yang kita ingin bandingkan. Perbedaan tingkat faktor-faktor tersebut sering disebut perlakuan. Pengamatan yang dipengaruhi masing-masing sebuah perlakuan adalah variabel random. Pengujian Hipotesis disebut analisis varian. Nama " analisis varian " dihasilkan dari pembagian total variabilitas ke dalam bagian-bagian komponen.

Dalam penelitian ini, hipotesa nol (hipotesa yang akan diuji) dan hipotesa alternatif dirumuskan sebagai berikut :

1.  $H_0$  : Faktor operator baru dan operator lama tidak berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja.

$H_1$  : Faktor operator baru dan operator lama berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja.

2.  $H_0$  : Faktor shift kerja tidak berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja.

$H_1$  : Faktor shift kerja berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja.

Selain ke dua hipotesa di atas, juga akan diteliti ada tidaknya pengaruh interaksi ke dua faktor yang diteliti terhadap respon yang diteliti kualitas hasil kerja.

Untuk menentukan apakah hipotesa nol tersebut diterima atau ditolak, dalam penelitian ini digunakan kriteria bahwa jika dalam perhitungan analisa variansi ternyata di dapat nilai  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  maka hipotesa nol tersebut ditolak.

Keterangan dari " Uji Hipotesa " adalah :

- Jika nilai  $F_{hitung} \leq$  nilai  $F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima
- Jika nilai  $F_{hitung} \geq$  nilai  $F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak

## 2.2. EKSPERIMEN FAKTORIAL.

Eksperimen faktorial digunakan untuk mempelajari pengaruh dari dua faktor atau lebih terhadap sebuah respon. Dengan eksperimen faktorial tersebut, dalam replikasi eksperimen akan dikaji semua kombinasi yang mungkin dari tingkatan faktor. Jadi, faktor P mempunyai p tingkatan, dan faktor S mempunyai s tingkatan, maka setiap replikasi akan terdiri dari sejumlah ps kombinasi perlakuan.

Pengaruh suatu faktor didefinisikan sebagai perubahan yang terjadi dalam respon yang dihasilkan oleh suatu perubahan dalam tingkatan faktor tersebut. Pengaruh tersebut dinamakan pengaruh utama atau main effect karena mengacu pada faktor utama dalam eksperimen.

### **2.2.1. Rancangan Eksperimen**

Dalam penelitian ini, rancangan eksperimen yang digunakan adalah eksperimen faktorial dua faktor. Tahap-tahap yang dilakukan eksperimen tersebut akan dijelaskan pada sub-bab berikut ini.

#### **1. Penentuan Variabel Bebas dan Variabel Terikat**

Tujuan perancangan eksperimen yang akan dilakukan adalah meneliti faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja. Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka perlu ditentukan variabel-variabel penelitian dengan pertimbangan yang matang.

Dalam penelitian ini, variabel terikat (dependent variable) ditetapkan sebagai kualitas hasil kerja. Kualitas hasil kerja ini diukur dengan membandingkan produk yang cacat dengan jumlah produk yang dihasilkan per shift kerja dikalikan dengan seratus persen. Secara matematis, kualitas hasil kerja ( $p$ ) ini dirumuskan sebagai:

$$p = \frac{c}{n} \times 100\%$$

dengan : c = Jumlah produk cacat

n = Jumlah hasil produk

Sedangkan variabel bebas (independent variable) atau faktor, dipilih faktor-faktor dari sistem kerja yang berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja. Faktor-faktor dari sistem kerja yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

- Faktor operator baru dan operator lama (P).
- Faktor shift kerja (S).

## 2. Pemilihan Tingkat (level) Variabel Bebas

Pemilihan level variabel bebas didasarkan pada pertimbangan kondisi yang ada populasi yang diteliti yaitu level operator baru dan operator lama (P) = 2, dan level shift kerja (S) = 3.

Faktor operator ( P ) dapat dibagi menjadi  $P_1$  dan  $P_2$ , dimana :

$P_1$  = Operator Baru

$P_2$  = Operator Lama

Faktor shift kerja ( S ) dapat dibagi menjadi  $S_1 - S_2 - S_3$  dimana :

$S_1$  = shift pagi

$S_2$  = shift sore

$S_3$  = shift malam

### 3. Metode Pengacakan

Dalam perancangan eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini, data yang akan dianalisis adalah kualitas hasil kerja, dan diukur sebagai proporsi atau persentase produk cacat. Dalam penelitian ini, pengambilan data yang tersedia dilakukan secara acak dengan bantuan tabel bilangan acak.

### 4. Model Matematik Eksperimen

Model matematik yang digunakan untuk menggambarkan keadaan populasi yang sebenarnya dinyatakan sebagai berikut :

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dengan :  $i = 1, 2, \dots, p$

$j = 1, 2, \dots, s$

$k = 1, 2, \dots, n$

dimana  $\mu$  = pengaruh rata-rata keseluruhan

$\tau_i$  = pengaruh faktor P pada tingkat ke i

$\beta_j$  = pengaruh faktor S pada tingkatan ke j

$(\tau\beta)_{ij}$  = pengaruh interaksi faktor P dan faktor S

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh kesalahan

## 5. Tata Letak Data Eksperimen

Sesuai dengan model matematik yang digunakan, bentuk tata letak pengumpulan data eksperimen dapat diperlihatkan sebagaimana Tabel 2 - 1 berikut ini.

Tabel 2 – 1.

Tata Letak Data Eksperimen

OPERATOR	PROSES	SHIFT		
		S – 1	S – 2	S – 3
P – 1 Operator Baru	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
	6	-	-	-
	7	-	-	-
	8	-	-	-
	9	-	-	-
	10	-	-	-
Rata-rata				
P – 2 Operator Lama	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	-	-
	6	-	-	-
	7	-	-	-
	8	-	-	-
	9	-	-	-
	10	-	-	-
Rata-rata				



### 2.2.2. Eksperimen Faktorial 2 Faktor.

Secara prinsip, eksperimen faktorial 3 faktor adalah sama dengan eksperimen faktorial 2 faktor, kecuali bahwa dalam eksperimen ini jumlah faktor yang diteliti adalah 2. Dalam hal ini, diasumsikan kedua faktor tersebut adalah :

- Faktor P yang mempunyai p tingkatan.
- Faktor S yang mempunyai s tingkatan.

Pengamatan yang diperoleh dalam eksperimen ini dapat dinyatakan dengan model statistik :

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dengan :  $i = 1, 2, \dots, p$

$j = 1, 2, \dots, s$

$k = 1, 2, \dots, n$

dimana :  $\mu$  = pengaruh rata-rata keseluruhan

$\tau_i$  = pengaruh faktor P pada tingkatan ke i

$\beta_j$  = pengaruh faktor S pada tingkatan ke j

$(\tau\beta)_{ij}$  = pengaruh interaksi faktor P dan faktor S

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh kesalahan

Formulasi perhitungan dalam eksperimen faktorial 2 faktor adalah sebagai berikut :

$$SS_T = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{psn}$$

$$SS_P = \sum_{i=1}^p \frac{y_i^2 \dots}{sn} - \frac{y^2 \dots}{psn}$$

$$SS_S = \sum_{j=1}^s \frac{y_j^2 \dots}{pn} - \frac{y^2 \dots}{psn}$$

$$SS_{PS} = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^s \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y^2 \dots}{psn} - SS_P - SS_S$$

$$= SS_{\text{subtotal (PS)}} - SS_P - SS_S$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{subtotal(PS)}}$$

Sedangkan derajat bebas untuk masing-masing faktor adalah sebagai berikut :

Faktor P = p - 1

Faktor S = s - 1

Faktor PS = (p - 1) (s - 1)

Faktor E = ps (n - 1)

Total = psn - 1

Sedangkan jumlah kuadrat untuk masing-masing faktor ditentukan dengan rumusan :

$$MS_P = \frac{SS_P}{(p - 1)}$$

$$MS_S = \frac{SS_S}{(s - 1)}$$

$$MS_{PS} = \frac{SS_{PS}}{(p-1)(s-1)}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{ps(n - 1)}$$

Sedangkan nilai-nilai  $F_{hitung}$  untuk masing-masing faktor ditentukan dengan rumusan :

$$F_P = \frac{MS_P}{MS_E}$$

$$F_S = \frac{MS_S}{MS_E}$$

$$F_{PS} = \frac{MS_{PS}}{MS_E}$$

Prosedur perhitungan-perhitungan tersebut di atas dapat diatur dalam tabel analisa variansi sebagaimana terlihat pada Tabel 2 – 2 berikut ini.

Tabel 2 – 2

Tabel Analisa Keragaman Eksperimen 2 Faktor

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Kuadrat	$F_0$
P	$SS_P$	$Df_P$	$MS_P$	$F_P$
S	$SS_S$	$Df_S$	$MS_S$	$F_S$
PS	$SS_{PS}$	$Df_{PS}$	$MS_{PS}$	$F_{PS}$
Error	$SS_E$	$Df_E$	$MS_E$	
Total	$SS_T$			

### 2.3. FAKTOR-FAKTOR SISTEM KERJA.

Suatu sistem kerja yang terdiri dari manusia, mesin, material, dan lingkungan kerja, baik secara tunggal maupun sebagai suatu kesatuan akan mempengaruhi keberhasilan kerja. Kriteria yang digunakan untuk mengukur keberhasilan kerja dapat berupa kriteria biaya, kualitas, atau kuantitas output.

Pada umumnya manusia adalah pusat dari sistem kerja tersebut, baik karena manusia berperan sebagai pencipta sistem, maupun karena manusia harus selalu berinteraksi dengan sistem guna mengendalikan proses yang sedang berlangsung dalam sistem tersebut.

Dalam hal manusia harus selalu berintegrasi dengan sistem, maka ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi sistem kerjanya. Faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok faktor diri (individual) dan kelompok faktor situasional (Sutalaksana., 1982).

Kelompok faktor diri terdiri dari faktor-faktor yang berasal dari diri bekerja sendiri dan seringkali sudah ada sebelum pekerja yang bersangkutan datang ke tempat kerjanya. Kecuali hal-hal seperti pendidikan dan pengalaman, semuanya adalah faktor-faktor yang tidak mudah atau tidak dapat diubah. Faktor-faktor yang tidak dapat diubah ini harus dapat diterima seadanya.

Kelompok situasional terdiri dari faktor-faktor yang hampir sepenuhnya dapat diatur dan diubah, dan faktor-faktor ini berada di luar diri pekerja. Pemimpin perusahaan-lah yang berwenang mengubahnya, sehingga faktor-faktor ini disebut juga faktor-faktor manajemen. Kelompok faktor-faktor situasional terbagi dalam dua sub kelompok, yaitu faktor fisik pekerjaan dan faktor sosial keorganisasian.

### 2.3.1. Faktor Individual

Faktor individual dikenal juga dengan istilah faktor manusia yang terdiri atas faktor-faktor aptitude, karakteristik kepribadian, sistem nilai, karakteristik fisik, minat, motivasi, sikap terhadap pekerjaan, umur, jenis kelamin, pendidikan, latar belakang kebudayaan, pengalaman dan lain-lain.

Setiap pekerja mempunyai ciri-ciri tersendiri sehingga timbul tuntutan masing-masing tentang pekerjaan macam apa yang dibutuhkan. Agar satu pekerjaan dapat dijalankan dengan baik haruslah dipilih calon-calon pekerja yang cocok dengan tuntutan pekerjaan. Tidak semua calon pekerja cocok dengan pekerjaan macam apapun, karena setiap pekerja mempunyai faktor individual yang unik. Oleh karena itu diadakan pengukuran terhadap kemampuan-kemampuan diri calon pekerja dan penilai kecocokannya dengan tuntutan pekerjaan.

Kecocokan antara pekerja dengan pekerjaannya merupakan syarat penting, karena itu diabaikan hasil kerjanya akan rendah. Jika seorang pekerja kehilangan kesempatan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan melalui pekerjaannya ini, maka hasil kerjanya semakin rendah lagi. Hal ini jelas semakin tidak dikehendaki, baik oleh pekerja maupun perusahaan.

Prestasi kerja seseorang ditentukan oleh kemampuan kerja misalnya bakat, latihan dan kesediaan kerja (yang dipengaruhi faktor fisiologis dan psikologis). Dari segi kemampuan kerja, setiap pekerja memerlukan suatu periode waktu untuk dapat menguasai pekerjaannya.

Tingkat penguasaan maksimum ditunjukkan oleh garis stabil yang mendatar pada kurva tersebut. Di sini pekerja telah memiliki penguasaan paling tinggi yang dapat dicapai, biasanya latihan-latihan lebih lanjut tidak akan mengubah bentuk kurva. Penguasaan pekerjaan yang baik biasanya tercermin pada gerakan-gerakan yang tidak kaku, dan tanpa banyak melakukan gerakan yang tidak perlu.

Kesediaan kerja dipengaruhi oleh ritme biologi (bioritme), hal ini dapat dilihat dari perubahan naik turunnya kesediaan kerja dalam jangka waktu tertentu yang berlangsung secara teratur.

### **2.3.2. Faktor Fisik Pekerja**

Faktor fisik pekerjaan meliputi mesin, material dan kondisi kerja. Kondisi kerja dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu :

1. Yang berhubungan dengan lingkungan fisik, (seperti temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, warna dan lain-lain).
2. Yang berhubungan dengan waktu (jam kerja, waktu istirahat, kerja bergilir).

Ada beberapa kriteria yang digunakan sebagai dasar untuk menguji pengaruh kondisi kerja terhadap pekerja yaitu (Mc. Cormick, 1974) :

- Fisiologis
- Psikologis
- Hasil Kerja.

Kriteria fisiologis digunakan sebagai indeks dari perubahan fisiologis dalam diri seorang pekerja yang meliputi kecepatan denyut jantung, kecepatan denyut jantung, tekanan darah, konsumsi oksigen, kecepatan pernapasan, dan komposisi darah. Pengukuran fisiologis sangat sesuai untuk meneliti pekerjaan-pekerjaan yang melibatkan lebih banyak fisik manusia.

Kriteria psikologis digunakan untuk mendeteksi perubahan psikologis yang muncul selama bekerja atau ketika bekerja dalam kondisi kerja tertentu. Untuk menentukan tingkat kejemuan atau tingkat kelelahan digunakan suatu daftar yang terdiri dari ungkapan (kata-kata) yang dapat mengekspresikan perasaan yang dialami oleh pekerja. Kriteria hasil kerja digunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh kondisi kerja pada hasil kerja seseorang.