

Bab 8. Perancangan Eksperimental

Dr. Yeffry Handoko Putra, M.T

Perancangan Eksperimental

- ❖ Tujuan: Mencari faktor yang berkontribusi sebelum dan selama eksperimen berlangsung bukan hanya setelah analisis
- ❖ Contoh Pengujian Workstation
 - CPU (Intel Dual Core, Intel Core 2 Duo, Atom)
 - RAM (DDR2 1 Gb, DDR2 2 Gb, DDR3 1 GB)
 - External DVD(1, 2, 3, 4)
- ❖ Beban kerja: Sekretaris, Manajer, riset
- ❖ Pengguna: Sekretaris, Dosen, Praktikan



Istilah (Terminologi)

- ❖ Variabel Respon (Variabel yang diubah)
Keluaran dari eksperimen merupakan kinerja yang dicapai
- ❖ Faktor
Variabel pengubah (Predictor Factor) di dalam eksperimen
 - Faktor Primer: variabel pengubah yang diamati dan ditentukan nilainya
 - Faktor Sekunder: variabel pengubah yang tidak diamati tetapi mempengaruhi kinerja
- ❖ Level:
Nilai-nilai yang mungkin dari faktor, bisa berupa himpunan nilai, rentang, diskrit atau kontinu
- ❖ Replikasi
Jumlah pengulangan dari tiap-tiap eksperimen



Istilah (Terminologi)

- ❖ Disain:
Langkah-langkah untuk menentukan jumlah eksperimen, level dari tiap eksperimen, jumlah replikasi eksperimen

Contoh faktorial penuh dengan 5 replikasi:
(Jml CPU)(Jml RAM)(Jml DVD)(Jml Workload)(Jml User)(Replikasi:
 $3 \times 3 \times 4 \times 3 \times 3 \times 5 = 1620$
- ❖ Unit eksperimental
Entitas/penamaan dari eksperimen
Contoh: Workstation berbeda, Pasien, Pemetaan tanah pertanian
- ❖ Interaksi:
A dan B berinteraksi jika A tergantung pada B dan sebaliknya





Kesalahan dalam Eksperimental



- ❖ Variasi karena error (Lingkungan, noise) tidak diatasi (isolasi atau koreksi)
- ❖ Faktor penting tidak dapat dikontrol
Ada faktor yang tidak teramati dari parameter (beban kerja, lingkungan, sistem)
- ❖ Ada beberapa variabel pengubah yang tidak terisolasi saat menguji suatu variabel . Beberapa faktor bervariasi secara simultan
- ❖ Terlalu banyak perulangan eksperimen karena mengejar one factor one experiment
- ❖ Terlalu banyak eksperimen dalam waktu bersamaan
- ❖ Interaksi terabaikan. Efek pada satu faktor tergantung dari level faktor yang lain, interaksi tidak terlihat dari disain yg sederhana

5



Tipe Perancangan Eksperimental



- ❖ Disain Sederhana
 - Pilih konfigurasi perancangan
 - Variasikan satu faktor terhadap waktu
 - Tetapkan faktor yang menghasilkan kondisi terbaik
 - Kompleksitas: k faktor, n_i level

$$n = 1 + \sum_{i=1}^k (n_i - 1)$$

- Masalah: Jika terjadi pengaruh urutan percobaan, maka kesimpulan menjadi salah
- Not recommended

6



❖ Disain Faktorial Penuh (*Full Factorial Design*)

- Setiap kombinasi dicoba
- Kompleksitas: k faktor, n_i level

$$n = \prod_{i=1}^k n_i$$

- Contoh:
(3 CPU)(3 level Memori)x(4 DVD Konfigurasi)x(3 beban kerja)x(3 Pengguna) = 324 eksperimen
- Keuntungan: efek setiapfaktor (termasuk faktor sekunder) dan interaksinya bisa terlihat dan dinilai
- Problem :Terlalu banyak eksperimen
 - Kurangi jumlah level
 - Kurangi jumlah faktor
 - Gunakan fractional factorial design

7



❖ 2^k Factorial Design

- Dibatasi hanya pada dua level
- Perbandingan :
untuk 4 faktor pada 3 level :
Full Factorial Design (3^4 desain) memerlukan 81 eksperimen
untuk 2^k faktorial memerlukan $2^4 = 16$ eksperimen
- Contoh 2K

Faktor	Level 1	Level 2
CPU	Dual Core	Core 2 Duo
RAM	DDR2 1 Gb	DDR3 1GB
DVD	Tipe 1	Tipe 2
User	Dosen	Sekretariat



8



❖ 2^k Factorial Design

- Dibatasi hanya pada dua level
- Perbandingan :
untuk 4 faktor pada 3 level :
Full Factorial Design (3^4 desain) memerlukan 81 eksperimen
untuk 2^k faktorial memerlukan $2^4 = 16$ eksperimen

		CPU			
		Dual Core		Core 2 Duo	
		RAM DDR2	RAM DDR3	RAM DDR2	RAM DDR3
DVD 1	Dosen				
	Sekre				
DVD2	Dosen				
	Sekre				

9



❖ Definisikan variabel x_A dan x_B :

$$x_A = \begin{cases} -1 & \text{if 4 Mbytes memory} \\ 1 & \text{if 16 Mbytes memory} \end{cases}$$

$$x_B = \begin{cases} -1 & \text{if 1 kbyte cache} \\ 1 & \text{if 2 kbytes cache} \end{cases}$$

Kinerja dalam y dalam MIPS: $y = q_0 + q_A x_A + q_B x_B + q_{AB} x_A x_B$

Substitusi ke model observasi:

$$15 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$45 = q_0 + q_A - q_B - q_{AB}$$

$$25 = q_0 - q_A + q_B + q_{AB}$$

$$75 = q_0 + q_A + q_B + q_{AB}$$

Diperoleh :

$$y = 40 + 20x_A + 10x_B + 5x_A x_B$$

11



2² Factorial Design

- ❖ Eksperimen 2^2 adalah kasus khusus dari 2^k factorial design
- ❖ Terdapat 2 faktor dan 2 level
- ❖ Dapat mudah menggunakan regresi linier

Contoh: Studi kasus dampak dari ukuran memori dan ukuran cache terhadap kinerja workstation. Kinerja workstation dalam MIPS (Million Instruction Per Second)

Cache Size (Kbyte)	Memory size 1 GB	Memory Size 2GB
256	15	45
512	25	75

10



❖ Diperoleh :

$$y = 40 + 20x_A + 10x_B + 5x_A x_B$$

Kinerja rata-rata : 40 MIPS

Efek dari Memori : 20 MIPS

Efek dari Cache : 10 MIPS

Interaksi antara memori dan cache: 5 MIPS

12

Analisa 2² Design

Tabel ini	Memory size	Memory Size
Cache Size (Kbyte)	1 GB	2GB
256	15	45
512	25	75

❖ Dapat ditulis

Eksperimen	A	B	y
1	-1	-1	y ₁ = 15
2	1	-1	y ₂ = 45
3	-1	1	y ₃ = 25
4	1	1	y ₄ = 75

13

❖ Substitusi ke model:

$$y_1 = q_0 - q_A - q_B + q_{AB}$$

$$y_2 = q_0 + q_A - q_B - q_{AB}$$

$$y_3 = q_0 - q_A + q_B - q_{AB}$$

$$y_4 = q_0 + q_A + q_B + q_{AB}$$

$$q_0 = \frac{1}{4}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$$

$$q_A = \frac{1}{4}(-y_1 + y_2 - y_3 + y_4)$$

$$q_B = \frac{1}{4}(-y_1 - y_2 + y_3 + y_4)$$

$$q_{AB} = \frac{1}{4}(y_1 - y_2 - y_3 + y_4)$$

TABLE 17.3 Sign Table Method of Calculating Effects In a 2² Design

I	A	B	AB	y
1	-1	-1	1	15
1	1	-1	-1	45
1	-1	1	-1	25
1	1	1	1	75
160	80	40	20	Total
40	20	10	5	Total/4

14

$$\text{Sample variance of } y = s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{2^2} (y_i - \bar{y})^2}{2^2 - 1}$$

\bar{y} mean of responses from all four experiments.

Sum of Squares Total (SST):

$$\text{Total variation of } y = \text{SST} = \sum_{i=1}^{2^2} (y_i - \bar{y})^2$$

For a 2² design, the variation can be divided into three parts:

$$\text{SST} = 2^2 q_A^2 + 2^2 q_B^2 + 2^2 q_{AB}^2 \quad (17.1)$$

$$\text{SST} = \text{SSA} + \text{SSB} + \text{SSAB}$$

These parts can be expressed as a fraction; for example,

$$\text{Fraction of variation explained by } A = \frac{\text{SSA}}{\text{SST}}$$

When expressed as a percentage, this fraction provides an easy way to gauge the importance of the factor *A*.

15

TABLE 17.3 Sign Table Method of Calculating Effects In a 2² Design

I	A	B	AB	y
1	-1	-1	1	15
1	1	-1	-1	45
1	-1	1	-1	25
1	1	1	1	75
160	80	40	20	Total
40	20	10	5	Total/4

$$\bar{y} = \frac{1}{4}(15 + 55 + 25 + 75) = 40$$

$$\text{Total variation} = \sum_{i=1}^4 (y_i - \bar{y})^2 = (25^2 + 15^2 + 15^2 + 35^2)$$

$$= 2100 = 4 \times 20^2 + 4 \times 10^2 + 4 \times 5^2$$

Thus the total variation is 2100, of which 1600 (76%) can be attributed to memory, 400 (19%) can be attributed to cache, and only 100 (5%) can be attributed to interaction.

16