

# Bab 1: Pendahuluan



## PERANCANGAN EKSPERIMEN

*Sumber: Montgomery, Douglas C., Design and Analysis of Experiments, 6th Ed, John Wiley & Sons, New York, 2005*

Monica A. Kappiantari - 2009

# Bab 1: Pendahuluan

2

## Bacaan:

- Montgomery, Bab 1
- [www.teknikindustri.org](http://www.teknikindustri.org)

## Topik

1. Strategi eksperimen
2. Aplikasi
3. Prinsip dasar
4. Panduan
5. Perspektif sejarah

# 1. Strategi Eksperimen

3

Investigation starts often with a simple speculation: "A tree in my garden is hurting; I wonder if it needs more water?" Immediately this leads to questions, such as "How much water should the tree get and how often should it get water?" or "Are there other deficiencies that need to be corrected and if so, how?" On a more scientific level, speculations and questions of this kind lead to the formulation of a problem: "I wish to determine the best cure for the tree in its present state" or, more in keeping with the topic of this book, "I wish to compare the effectiveness of alternative procedures for curing the tree."

*(Hinkelmann, 1994, p. 31)*



# Apakah Eksperimen itu?

4

Suatu percobaan atau serangkaian percobaan pada sebuah proses atau sistem, dengan **perubahan** yang sengaja dilakukan pada **variabel input**, sehingga kita dapat mengamati dan mengidentifikasi penyebab perubahan pada **output** sistem tersebut

## Tujuan dari “Perancangan dan Analisis Eksperimen”

5

- Merencanakan dan melakukan eksperimen
- Menganalisa data yang dihasilkan
- Menarik konklusi yang valid dan obyektif

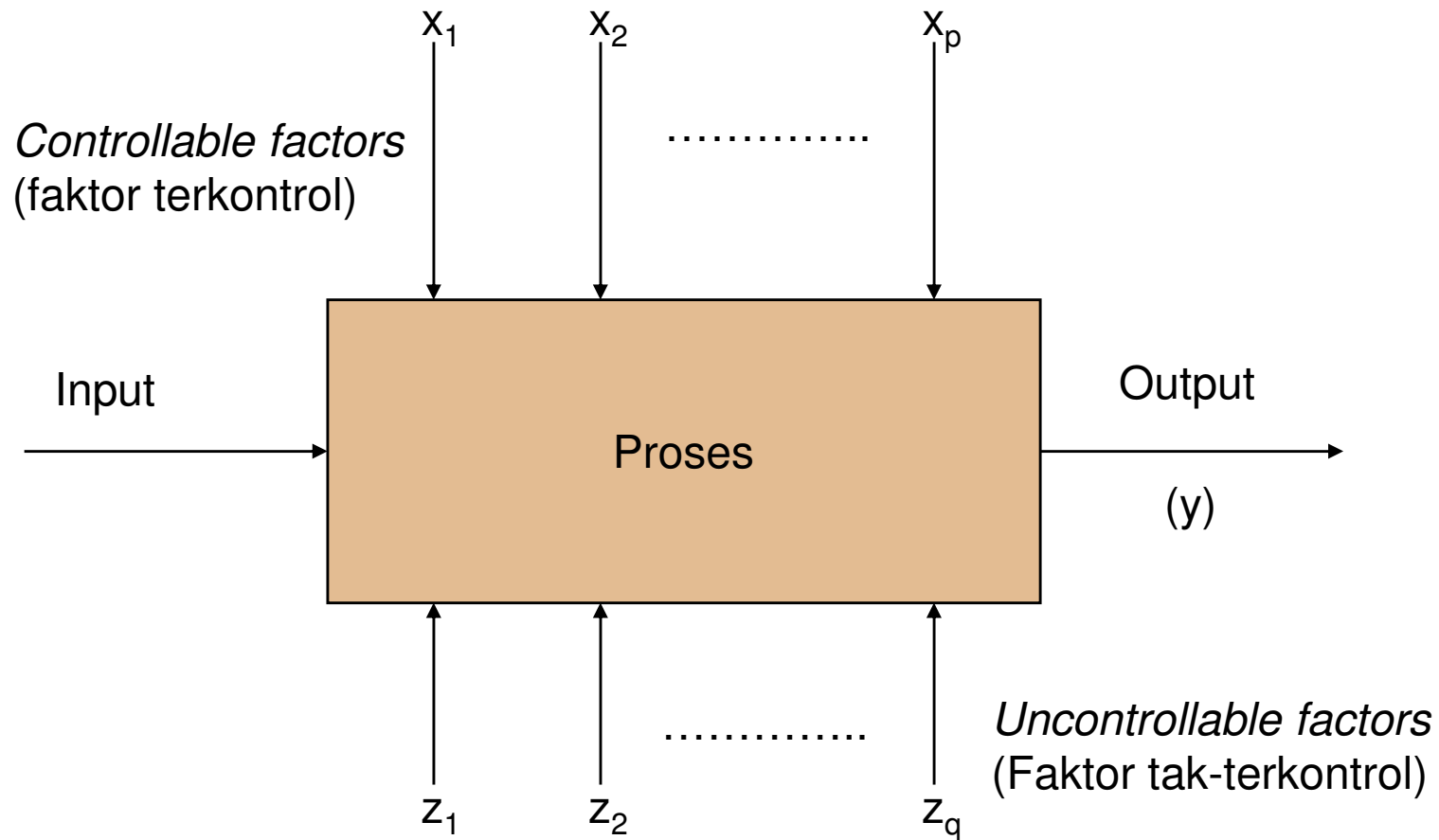
Fokus dari  
“Perancangan dan Analisis Eksperimen”

6

- **Engineering:** aktivitas pembuatan produk
  - Formulasi dan perancangan produk baru
  - Pengembangan proses manufaktur
  - Peningkatan proses
- **Science:**
  - *Physical*
  - *Chemical*

# Model Umum Proses atau Sistem

7



# Model Umum Proses atau Sistem (lanjutan)

8

- Proses: adalah kombinasi dari operasi, mesin, metoda, manusia, dan sumber-sumber lain
- Input: material/benda
- Output: memiliki satu atau lebih ***response variables*** yang dapat diamati

# Tujuan dari eksperimen:

9

1. Menentukan variabel yang paling berpengaruh pada respon  $y$
2. Menentukan nilai  $x$  yang berpengaruh, sedemikian sehingga  $y$  hampir selalu mendekati nilai nominal yang diharapkan
3. Menentukan nilai  $x$  yang berpengaruh, sedemikian sehingga variabilitas  $y$  kecil
4. Menentukan nilai  $x$  yang berpengaruh, sedemikian sehingga efek dari variabel tak terkontrol  $z_1, z_2, \dots, z_q$  dapat diminimalkan

# Strategi Eksperimen

10

- *Best-guess approach*
- *One-factor-at-a-time*
- *Factorial experiment*

# Contoh Kasus: Skor Golf

11

Seorang pemain golf malas berlatih. Ia menginginkan solusi singkat agar mendapatkan skor yang lebih bagus.

Beberapa **faktor** yang mungkin berpengaruh terhadap skor golf-nya adalah:

1. Tipe *driver* yang digunakan (oversized atau regular-sized/R)
2. Tipe bola yang digunakan (balata atau three-piece)
3. Berjalan dan membawa peralatan golf atau mengendarai golf cart
4. Minum air atau bir pada saat bermain
5. Bermain saat pagi atau sore hari
6. Bermain saat teduh atau saat cuaca panas
7. Tipe sepatu golf yang dipakai (*metal* atau *soft*)
8. Bermain saat cuaca berangin atau tenang

diabaikan

# Contoh Kasus: Skor Golf

12



## *Best-guess approach*

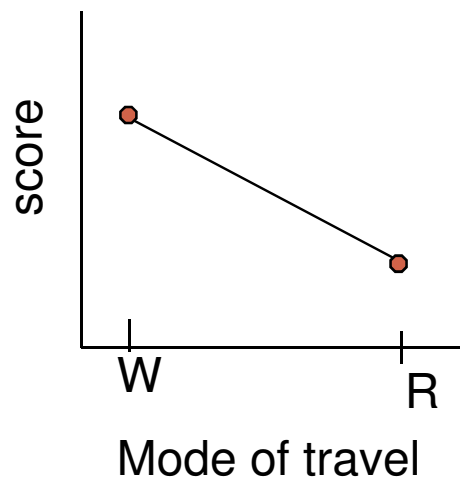
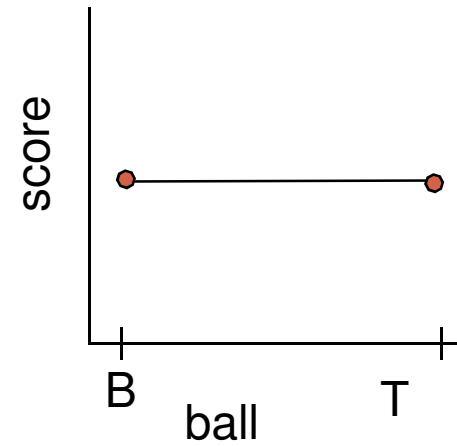
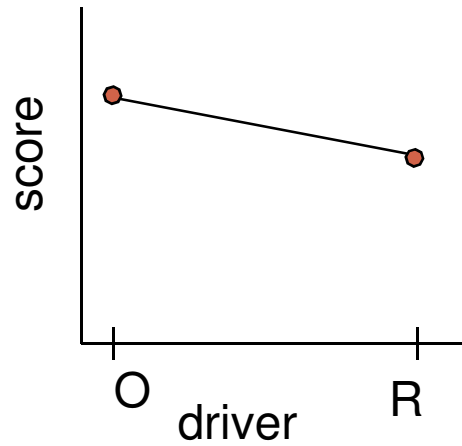
13

Kerugian :

- Bila pelaku percobaan harus melakukan ‘dugaan’ lain, maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama tanpa jaminan keberhasilan
- Pelaku percobaan cenderung menghentikan percobaan, meski belum tentu menemukan solusi terbaik

# One-factor-at-a-time approach

14



# *One-factor-at-a-time approach*

15

## Kerugian

- Tidak mempertimbangkan kemungkinan interaksi antar faktor
- Kurang efisien dibandingkan dengan metoda lain yang didasarkan pada pendekatan statistik untuk perancangan

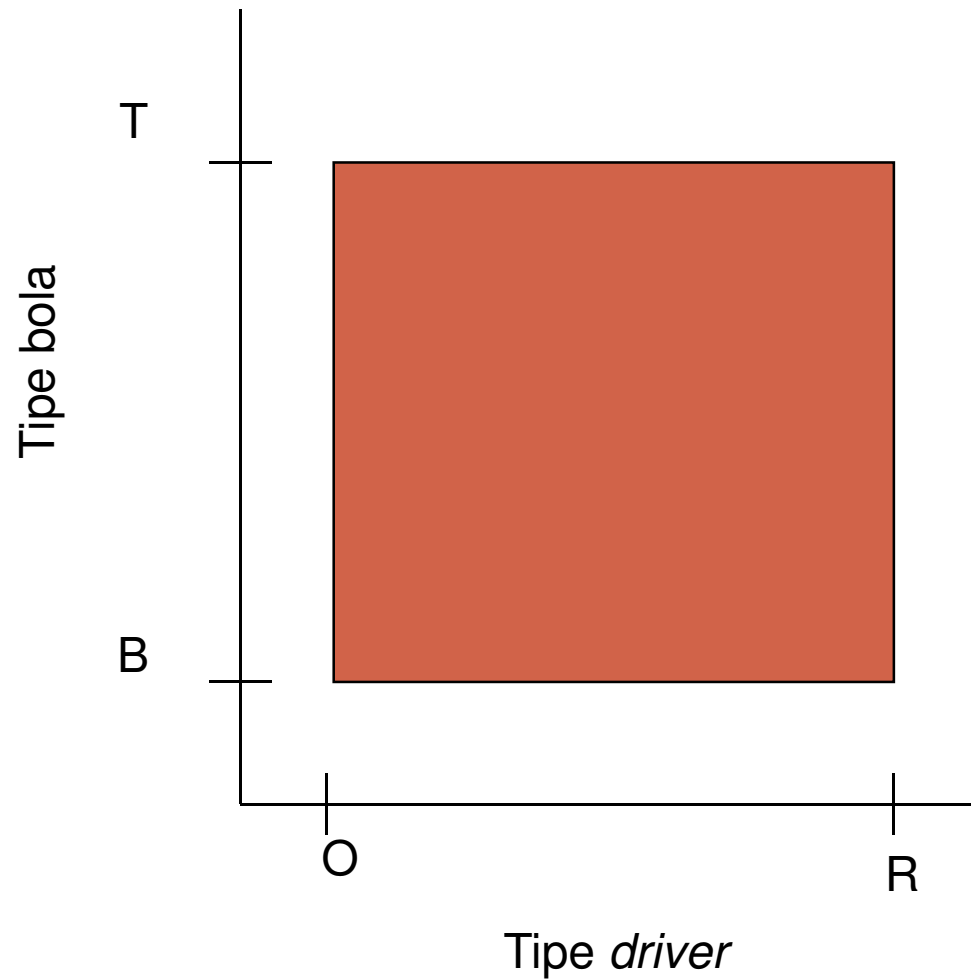
# *Factorial experiment*

16

Seluruh faktor divariasikan serentak, bukan satu faktor pada satu saat

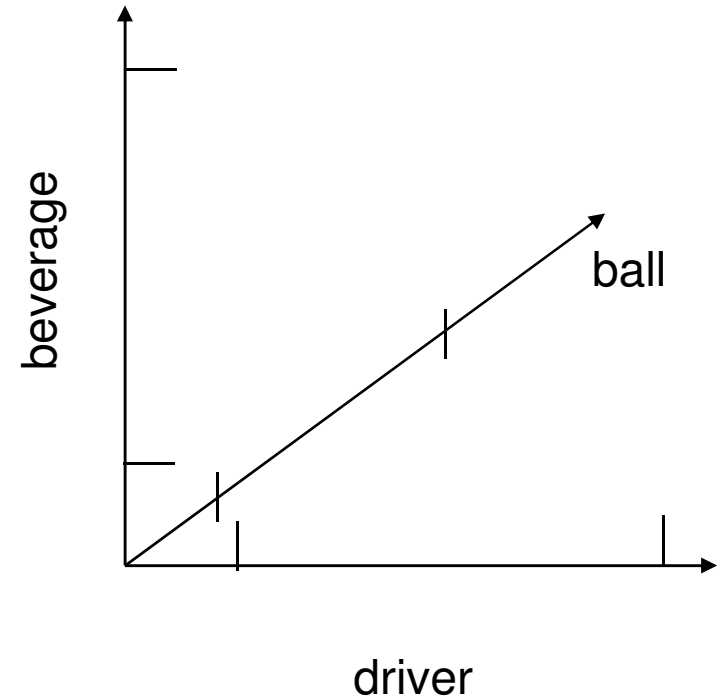
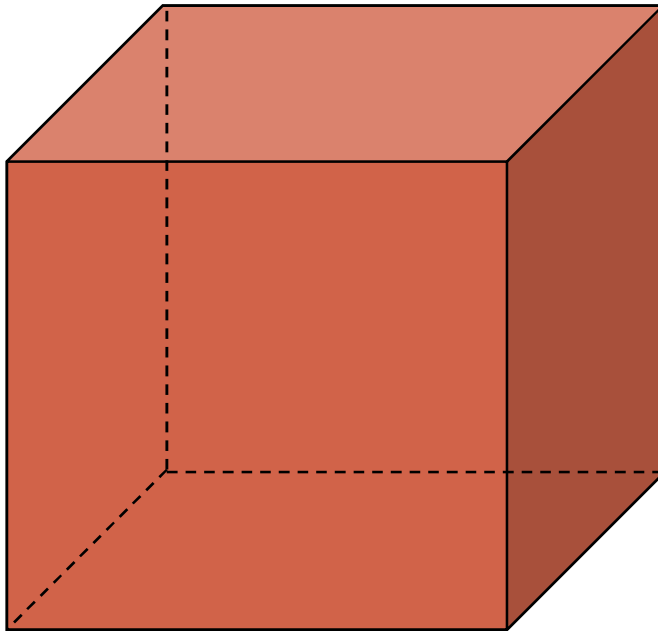
# Eksperimen Faktorial: Rancangan Faktorial $2^2$

17



# Eksperimen Faktorial: Rancangan Faktorial $2^3$

18



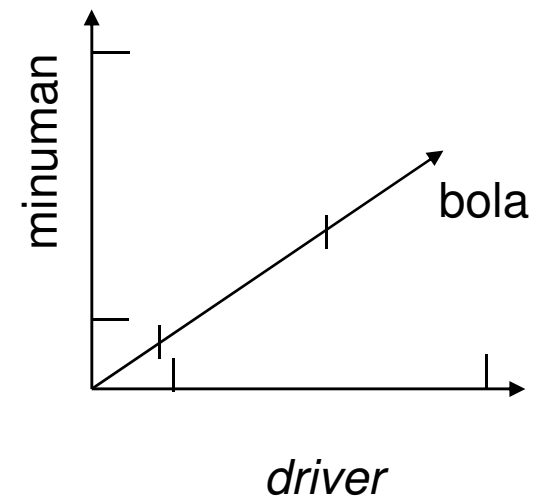
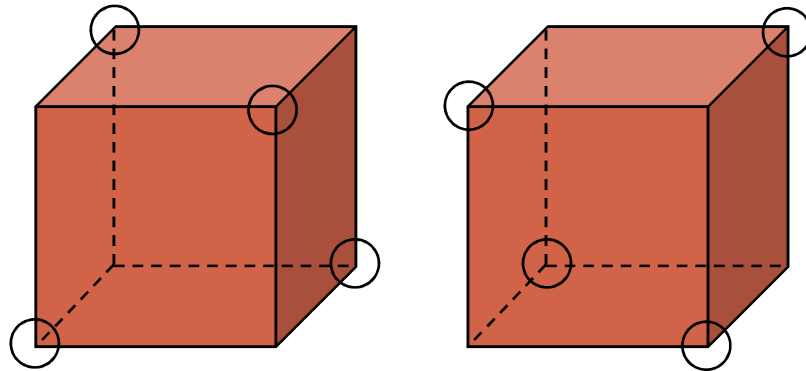
# Eksperimen Faktorial: Rancangan Faktorial $2^4$

19

Cara bergerak

berjalan

berkendara



*Fractional factorial experiment*

## 2. Aplikasi Perancangan Eksperimen

20

### **Research**

- to quantify interrelationships between variables
- to screen a large number of variables to find important ones

### **Product Development**

- improve products through reformulation
- development of new products

### **Quality Control**

- setting specifications on quality characteristics such as % rejects measuring quality Manufacturing
- optimization of processes through control schemes

### **Market Research**

- measure consumer preference for products
- product optimization among consumers

### **Purchasing**

- establishing product specifications
- comparing vendors performance

### **Engineering**

- finding optimum machine operating parameter

<http://www.doesinc.com/knowledge.htm>

## 3. Prinsip Dasar

21

- 1. Randomization:** alokasi material ekperimental dan urutan percobaan dilakukan melalui penentuan secara acak (*randomly determined*)
- 2. Replication:** pengulangan tiap kombinasi faktor secara independen
  - Untuk memperkirakan besarnya kesalahan eksperimental
  - Memperkirakan parameter rata-rata sampel dengan lebih teliti
- 3. 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 factors (faktor yang mungkin berpengaruh pada respon tapi biasanya tidak memiliki kepentingan langsung)

## 4. Panduan Perancangan Eksperimen

22

1. **Mengenal dan menyebutkan permasalahan**
2. **Seleksi dari variabel respon**
3. **Memilih faktor, level dan jangkauan (*range*)**
4. Memilih rancangan eksperimental
5. Melaksanakan eksperimen
6. Melakukan analisis statistik terhadap data
7. Konklusi dan rekomendasi

Perencanaan pra-eksperimental  
(*Pre-experimental planning*)

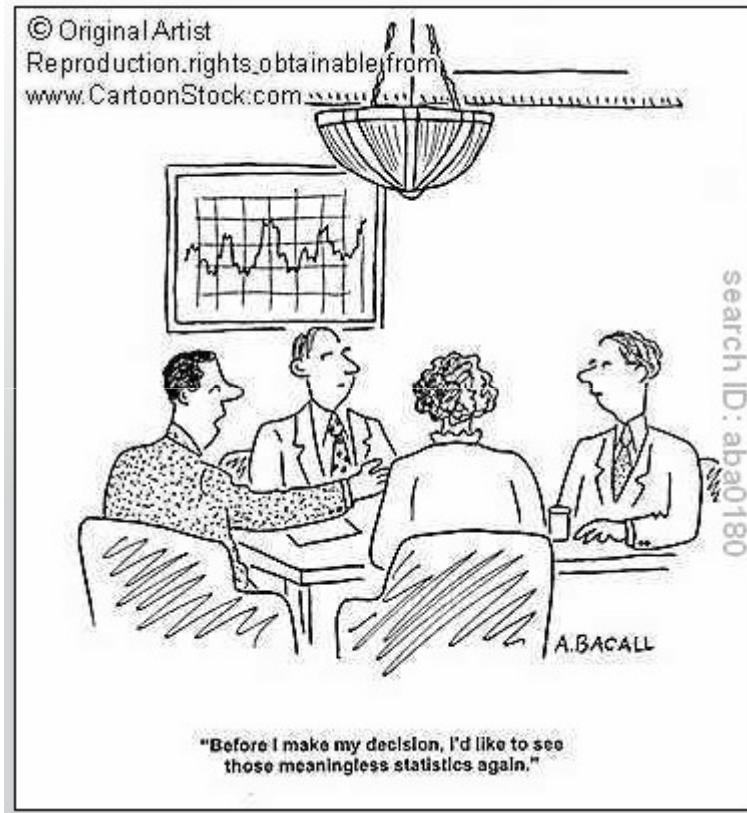
## 5. Selintas sejarah

23

- Sir Ronald A. Fisher: penemu penggunaan metoda statistik dalam perancangan eksperimen
- 1930s: aplikasi industri untuk perancangan eksperimental yang pertama, industri tekstil dan wool Inggris
- Setelah PD II: diterapkan pada industri kimia dan proses di Amerika dan Eropa Barat

# Rangkuman

24



'Before I make my decision, I'd like to see those meaningless statistics again.'

- Perlunya pengetahuan non-statistik tentang permasalahan yang dihadapi
- Buat analisis dan rancangan sesederhana mungkin
- Kenalilah perbedaan antara signifikansi statistik dengan signifikansi praktis