



**BAB 3:
PERCOBAAN DENGAN
FAKTOR TUNGGAL:
REGRESI, LSD DAN
DUNCAN**

Perancangan Eksperimen

Monica A. Kappiantari - 2009

Sumber:

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

BAB 3: EKSPERIMEN DENGAN FAKTOR TUNGGAL

Bacaan:

- Montgomery bab 3
- www.teknikindustri.org

Topik:

4. **Practical Interpretation of Results**

4. INTERPRETASI PRAKTIS HASIL PERCOBAAN

Panduan Perancangan Eksperimen

- Perencanaan Pra-eksperimental
 - Memahami dan menentukan permasalahan
 - Memilih faktor, level dan jangkauan
 - Pemilihan variabel respon
- Memilih rancangan eksperimental
- Melakukan eksperimen
- Analisis data secara statistik
- Konklusi dan rekomendasi



Interpretasi Hasil

INTERPRETASI PRAKTIS HASIL PERCOBAAN (LANJUTAN)

- Model regresi
- Perbandingan antar rata-rata percobaan
- Perbandingan Grafik rata-rata
- Kontras
- Kontras ortogonal (*Orthogonal contrast*)
- Metoda Scheffe untuk membandingkan seluruh kontras

- ○ **Membandingkan pasangan rata-rata percobaan (metoda perbandingan berganda)**
- *Least Significant Difference (LSD method)*
 - *Duncan's Multiple Range Test*
- Membandingkan rata-rata percobaan dalam satu kendali

INTERPRETASI PRAKTIS HASIL PERCOBAAN (LANJUTAN)

- Uji analisis ragam hipotesis kesamaan rata-rata percobaan
- Asumsikan analisis residual memuaskan
- Jika hipotesis ditolak, kita tahu bahwa beberapa rata-rata berbeda, namun **tidak tahu rata-rata yang mana yang berbeda**

PERBANDINGAN BERGANDA

- Dalam beberapa situasi nyata, kita kadang tertarik untuk hanya membandingkan pasangan-pasangan rata-rata (*pairs of means*)
- Hipotesisnya adalah:

$$\left. \begin{array}{l} H_0 : \mu_i = \mu_j \\ H_1 : \mu_i \neq \mu_j \end{array} \right\} \text{for all } i \neq j$$

PERBANDINGAN BERGANDA: UJI PERBEDAAN SIGNIFIKAN TERKECIL/LSD

- Pasangan rata-rata μ_i dan μ_j akan berbeda signifikan bila

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > LSD$$

$$\text{where } LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

- Sebenarnya ini merupakan rangkaian uji- t menggunakan estimasi keseluruhan F (MS_E) dari σ



Least Significant Difference (LSD)

LSD - CONTOH

Table 3-1 Data (in lb/in²) from the Tensile Strength Experiment

Cotton Weight Percentage	Observations					Total	Average
	1	2	3	4	5		
15	7	7	15	11	9	49	9.8
20	12	17	12	18	18	77	15.4
25	14	18	18	19	19	88	17.6
30	19	25	22	19	23	108	21.6
35	7	10	11	15	11	54	10.8
						<u>376</u>	<u>15.04</u>

- Perbedaan rata-ratanya adalah:

$$\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{2.} = 9.8 - 15.4 = -5.6$$

$$\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{3.} = 9.8 - 17.6 = -7.8$$

⋮

LSD - CONTOH

- Hitung LSD (pada $\alpha = .05$):

$$LSD = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{ME_E \frac{2}{n}} = t_{.025, 20} \sqrt{ME_E \frac{2}{n}} = 2.086 \sqrt{8.06 \frac{2}{5}} = 3.75$$

- Jika $|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > LSD$, perbedaan rata-rata berbeda signifikan secara statistik
- Contoh:

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 = 9.8 - 15.4 = -5.6 \quad \longrightarrow \quad |-5.6| > 3.75$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_3 = 9.8 - 17.6 = -7.8$$

⋮

PERBANDINGAN BERGANDA: UJI WILAYAH BERGANDA DUNCAN (*DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST*)

- Dalam uji ini, perbedaan antara pasangan rata-rata dibandingkan dengan wilayah signifikan terkecil (*“least significant” range*)
- Urutkan rata-rata faktor dalam urutan menaik (*ascending*)
- Hitung wilayah signifikan terkecil $\alpha - 1$ dengan

$$R_p = r_\alpha(p, f) S_{\bar{y}_i} \quad \text{for } p = 2, 3, \dots, a$$

$$\text{where } S_{\bar{y}_i} = \sqrt{\frac{MS_E}{n}},$$

α = the significance level, $f = df$ for error

- Rata-rata kesalahan (*error rate*) untuk masing-masing α adalah

$$1 - (1 - \alpha)^{p-1}$$

PERBANDINGAN BERGANDA: UJI WILAYAH BERGANDA DUNCAN (*DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST*)

Table 3-1 Data (in lb/in²) from the Tensile Strength Experiment

Cotton Weight Percentage	Observations					Total	Average
	1	2	3	4	5		
15	7	7	15	11	9	49	9.8
20	12	17	12	18	18	77	15.4
25	14	18	18	19	19	88	17.6
30	19	25	22	19	23	108	21.6
35	7	10	11	15	11	54	10.8
						376	15.04

■ Urutan rata-rata:

$$\bar{y}_1 = 9.8 \quad \bar{y}_5 = 10.8 \quad \bar{y}_2 = 15.4 \quad \bar{y}_3 = 17.6 \quad \bar{y}_4 = 21.6$$

PERBANDINGAN BERGANDA: UJI WILAYAH BERGANDA DUNCAN (*DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST*)

- Wilayah signifikan terkecil $\alpha-1$ (misalkan R_p) dihitung ($r_\alpha(p, f) \rightarrow$ lihat tabel Duncan

$$R_2 = r_\alpha(p, f)S_{\bar{y}_i} = r_{.05}(2, 20)\sqrt{\frac{ME_E}{n}} = 2.95\sqrt{\frac{8.06}{5}} = 3.75$$

$$R_3 = r_{.05}(3, 20)S_{\bar{y}_i} = 3.10(1.27) = 3.94$$

⋮

- Bandingkan perbedaan rata-rata “ p -distance” dengan R_p yang berkaitan

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > R_p \Rightarrow \text{reject } H_0$$

- Contoh $4 \text{ vs. } 3 = 21.6 - 17.6 = 4.0 > 3.75 (R_2)$

Tabel Duncan

		$t_{Duncan}(p, f)$											
		p											
f		2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	50	100
1		18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
2		6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
3		4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
4		3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
5		3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
6		3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
7		3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
8		3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
9		3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
10		3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.48	3.48	3.48
11		3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.48	3.48	3.48
12		3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.48	3.48	3.48
13		3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.47	3.47	3.47
14		3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.47	3.47	3.47
15		3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.45	3.47	3.47	3.47
16		3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.47	3.47	3.47
17		2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.47	3.47	3.47
18		2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.47	3.47	3.47
19		2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.47	3.47	3.47
20		2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.47	3.47	3.47
30		2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.47	3.47	3.47
40		2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.47	3.47	3.47
60		2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.47	3.48	3.48
100		2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.47	3.53	3.53
∞		2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.47	3.61	3.67