

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1998/99

Februari 1999

MSG 162 - Kaedah Statistik Gunaan

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT soalan di dalam LIMA halaman yang bercetak dan EMPAT halaman lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **SEMUA** soalan.

- 1.(a) Hasil suatu reka bentuk rawakan lengkap untuk membanding hasil empat jenis padi diberikan di bawah:

Jenis	n_i	min	varians
1	4	984.50	3361.67
2	4	928.25	1289.58
3	4	938.50	4539.00
4	4	1116.50	7435.00

- (i) Katakan padi jenis 4 baru diperkenalkan. Dapatkan suatu kontras untuk membanding hasil padi jenis 4 dengan hasil-hasil jenis padi yang lain.
- (ii) Menggunakan kaedah Scheffe, uji keertian kontras di atas. Guna $\alpha = 0.05$.
- (iii) Bina suatu selang keyakinan serentak 95% bagi kontras di atas.
- (iv) Dapatkan suatu set kontras berortogon, dengan kontras di atas sebagai salah satu daripada kontrasnya.

(40/100)

- (b) Suatu ujikaji dijalankan untuk menyiasat kesan empat reagen (A, B, C, D) dan tiga pemangkin (X, Y, Z) terhadap kadar pengeluaran suatu bahan. Setiap satu daripada 12 rawatan dijalankan sebanyak 2 kali. Hasil ujikaji diringkaskan dalam jadual purata rawatan di bawah:

Reagen	Pemangkin		
	X	Y	Z
A	5	9	7
B	5	14	8
C	14	12	13
D	12	13	8

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Reagen}} &= 120.00 & SS_{\text{Pemangkin}} &= 48.00 \\
 SS_{\text{Saling Tindak}} &= 84.00 & SS_{\text{Ralat}} &= 48.00
 \end{aligned}$$

...2/-

- (i) Dapatkan jadual ANOVA dan jalankan ujian hipotesis yang sesuai. Guna $\alpha = 0.05$.
- (ii) Lukiskan plot saling tindak dan berikan komen anda.
- (iii) Jika reagen A dan B digunakan, pemangkin manakah yang anda cadang digunakan bersama? dielakkan? Kenapa?
- (iv) Jalankan ujian perbandingan Duncan untuk menentukan perbezaan di antara reagen apabila pemangkin X digunakan. Guna $\alpha = 0.05$.

(40/100)

(c) Terangkan secara ringkas mengenai:

- (i) plot kebarangkalian normal.
- (ii) plot reja.

(20/100)

2.(a) Seorang jurutera trafik ingin membanding masa terbiar isyarat hijau (bagi lampu trafik) dengan menggunakan empat alat kawalan-isyarat. Kajian dijalankan pada empat simpang jalan dan empat waktu yang berbeza. Reka bentuk segi empat sama Latin digunakan dan berikut adalah datanya.

Simpang	Waktu				Jumlah
	8-9 pagi	11-12 pagi	2-3 petang	5-6 petang	
1	15.5 (D)	33.9 (B)	29.1 (A)	13.2 (C)	91.7
2	16.3 (B)	26.6 (C)	22.8 (D)	19.4 (A)	85.1
3	10.8 (C)	31.1 (A)	30.3 (B)	17.1 (D)	89.3
4	14.7 (A)	34.0 (D)	21.6 (C)	19.7 (B)	90.3
Jumlah	57.3	125.6	103.8	69.4	346.1

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Rawatan}} &= 108.98 & SS_{\text{Simpang}} &= 5.9 \\
 SS_{\text{Waktu}} &= 736.91 & SS_{\text{Jumlah}} &= 875.6
 \end{aligned}$$

- (i) Dapatkan jadual ANOVA dan berikan kesimpulan anda. Guna $\alpha = 0.05$.
- (ii) Jalankan ujian Duncan untuk menentukan pasangan rawatan yang berbeza. Guna $\alpha = 0.05$.
- (iii) Berdasarkan perbandingan di atas, alat kawalan-isyarat yang manakah yang kamu akan cadang digunakan? Nyatakan sebabnya.

(40/100)

(b) Terangkan secara ringkas mengenai reka bentuk ujikaji

- (i) blok rawakan lengkap
- (ii) faktor: dua faktor

(20/100)

...3/-

- (c) Suatu ujikaji dijalankan untuk memeriksa kesan penganalisis yang berbeza dan subjek yang berbeza terhadap analisis kandungan kimia DNA plak gigi. Empat orang subjek (umur 18-20 tahun) dipilih secara rawak untuk kajian ini. Selepas seminggu kajian, plak gigi dikikis daripada setiap subjek dan dibahagikan kepada tiga sampel untuk dianalisis oleh tiga orang penganalisis yang dipilih secara rawak. Hasilnya adalah seperti berikut:

Penganalisis	Subjek				Jumlah
	1	2	3	4	
1	13.2	10.6	8.5	8.9	41.2
2	12.5	9.6	7.9	8.4	38.4
3	13.0	9.9	8.3	8.6	39.8
Jumlah	38.7	30.1	24.7	25.9	119.4

$$\sum \sum y_{ij}^2 = 1229.3, \quad \sum y_i^2 = 4756.04, \quad \sum y_j^2 = 3684.6$$

- (i) Tuliskan model statistik yang sesuai digunakan bagi reka bentuk ujikaji di atas. Camkan semua komponen model.
- (ii) Tuliskan min kuasa dua jangkannya.
- (iii) Jalankan analisis varians dan berikan kesimpulannya pada $\alpha = 5\%$.
- (iv) Anggarkan komponen-komponen varians model.

(40/100)

- 3.(a) Seorang pengeluar kertas ingin memastikan bahawa purata kandungan pulpa di dalam produknya mencapai 82% pada suatu tahap proses pengeluaran. Dengan menganggap bahawa variasi di dalam proses tersebut adalah kecil dan di bawah kawalan, 16 keping kertas pulpa dipilih untuk pengujian. Peratusan kandungan pulpa yang diperoleh adalah seperti berikut:

84 85 86 85 84 82 83 81
80 83 84 83 81 85 84 85

- (i) Gunakan ujian tanda untuk menguji spesifikasi pengeluar pada aras keertian $\alpha = 0.05$.
- (ii) Selain daripada ujian tanda di atas, nyatakan suatu ujian lain yang boleh digunakan untuk menguji spesifikasi pengeluar. Nyatakan andaian yang perlu, jika ada.

(25/100)

- (b) Sepuluh orang peserta membuat kek diadili oleh dua orang hakim (Hakim A dan Hakim B). Hakim-hakim ini diminta memberi pangkat berdasarkan skor 1 hingga 10. Berikut adalah keputusannya.

Peserta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hakim A	4	7	5	8	10	1	2	9	3	6
Hakim B	5	6	4	9	8	1	3	10	2	7

...4/-

- (i) Hitung pekali korelasi Spearman, r_s , di antara kedua-dua hakim.
(ii) Uji keertian korelasi di atas pada aras 0.05.

(25/100)

- (c) 250 pelajar yang mengambil 3 ujian menghasilkan keputusan seperti berikut (mengikut turutan ujian: ujian 1, ujian 2, ujian 3); L = Lulus, G = Gagal

(LLL) 81	(LGG) 8
(LLG) 54	(GLG) 20
(LGL) 25	(GGL) 12
(GLL) 40	(GGG) 10

Ujikan hipotesis bahawa kebarangkalian lulus adalah sama bagi ketiga-tiga ujian.

(30/100)

- (d) Takrifkan dua sukatan pada skala berikut:

- (i) skala selang
(ii) skala nisbah

(20/100)

- 4.(a) Seorang pembuat tayar ingin membanding 4 jenama tayar dengan mengukur *mileage* tayar apabila digunakan pada kereta.

Katakan 24 kereta digunakan dan secara rawak, 6 kereta digunakan bagi setiap jenama tayar. Data adalah purata *mileage* bagi keempat-empat tayar setiap kereta.

Kereta	Jenama Tayar			
	1	2	3	4
1	46	44	39	47
2	49	47	59	48
3	62	55	65	58
4	51	48	55	54
5	39	40	51	45
6	56	49	58	54

Ujikan hipotesis untuk mengetahui sama ada terdapat perbezaan di antara jenama tayar dengan menggunakan Ujian Kruskal-Wallis

(35/100)

- (b) Katakan 6 kereta sahaja yang digunakan bagi masalah di atas. Dengan itu, satu tayar daripada setiap jenama diletakkan pada setiap kereta dengan merawakkan kedudukan jenama tayar pada kereta (iaitu di depan, belakang, kiri atau kanan).

Andaikan jenama 1 dan 2 dilabelkan tayar jenis X dan jenama 3 dan 4 dilabelkan tayar jenis Y. Jalankan ujian bagi menguji sama ada terdapat perbezaan di antara tayar jenis X dan Y dengan menggunakan ujian pangkat bertanda Wilcoxon. Guna $\alpha = 0.05$.

(30/100)

...5/-

- (c) Suatu ujikaji untuk membanding keberkesanan 5 racun lalang dijalankan. Reka bentuk ujikaji blok rawakan dengan 5 rawatan dan 3 blok digunakan. Blok di sini merupakan plot-plot tanah yang digunakan untuk ujian. Berikut adalah peratusan lalang yang dihapuskan.

Racun	Plot		
	1	2	3
1	16	51	11
2	1	29	2
3	16	24	11
4	4	11	5
5	4	1	1

- (i) Gunakan ujian Friedman untuk menguji kesamaan kesan kelima-lima racun lalang. Guna $\alpha = 0.05$.
- (ii) Jalankan ujian perbandingan berpasangan R_i pada aras keertian 5%.

(35/100)

-ooo0ooo-

Rumus-Rumus1. Kaedah Scheffe

$$\text{Kontras } C = \sum_{i=1}^a c_i \bar{y}_i$$

$$S_\alpha = \sqrt{\text{var}(C)} \sqrt{(a-1) F_{\alpha, a-1, N-a}}$$

$$\text{dengan } \text{Var}(C) = MS_{\text{Ralat}} \sum_{i=1}^a \frac{c_i^2}{n_i}$$

2. Kaedah Duncan

$$R_p = r_\alpha(p, f) \cdot \sqrt{\frac{MS_{\text{Ralat}}}{n}}, \quad p=2, 3, \dots, a.$$

3. Ujian Kruskal-Wallis

$$T = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1).$$

4. Ujian Cochran

$$Q = \frac{c(c-1) \sum c_j^2 - (c-1)N^2}{cN - \sum R_i^2}.$$

5. Ujian Friedman

$$T = \frac{12}{bk(k+1)} \sum R_j^2 - 3b(k+1).$$

-ooo0ooo-

Table 12 Percentage points of the Duncan new multiple range test

Error		<i>r</i> = number of ordered steps between means														
df	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
1	.05	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
	.01	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
2	.05	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	
	.01	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	
3	.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	
	.01	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	
4	.05	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	
	.01	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	
5	.05	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	
	.01	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	
6	.05	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	
	.01	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	
7	.05	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	
	.01	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	
8	.05	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	
	.01	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	
9	.05	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	
	.01	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	
10	.05	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	
	.01	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55	
11	.05	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	
	.01	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39	
12	.05	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	
	.01	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.23	5.26	
13	.05	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.26	4.48	4.62	4.69	4.74	4.84	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15	
14	.05	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07	
15	.05	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00	
16	.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94	
17	.05	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89	
18	.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85	
19	.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	
	.01	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82	
20	.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47	
	.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79	
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75	
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72	
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69	
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	
	.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67	
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	
	.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65	
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59	
60	.05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47	
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53	
100	.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47	
	.01	3.71	3.86	3.93	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48	
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47	
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	

Reproduced from: D.B. Duncan, Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11: 1-42, 1955. With permission from the Biometric Society and the author.

Table 7 QUANTILES OF THE WILCOXON SIGNED RANKS TEST STATISTIC^a

	$w_{.005}$	$w_{.01}$	$w_{.025}$	$w_{.05}$	$w_{.10}$	$w_{.20}$	$w_{.30}$	$w_{.40}$	$w_{.50}$	$\frac{n(n+1)}{2}$
$n = 4$	0	0	0	0	1	3	3	4	5	10
5	0	0	0	1	3	4	5	6	7.5	15
6	0	0	1	3	4	6	8	9	10.5	21
7	0	1	3	4	6	9	11	12	14	28
8	1	2	4	6	9	12	14	16	18	36
9	2	4	6	9	11	15	18	20	22.5	45
10	4	6	9	11	15	19	22	25	27.5	55
11	6	8	11	14	18	23	27	30	33	66
12	8	10	14	18	22	28	32	36	39	78
13	10	13	18	22	27	33	38	42	45.5	91
14	13	16	22	26	32	39	44	48	52.5	105
15	16	20	26	31	37	45	51	55	60	120
16	20	24	30	36	43	51	58	63	68	136
17	24	28	35	42	49	58	65	71	76.5	153
18	28	33	41	48	56	66	73	80	85.5	171
19	33	38	47	54	63	74	82	89	95	190
20	38	44	53	61	70	82	91	98	105	210

For n larger than 20, the p th quantile w_p of the Wilcoxon signed ranks test statistic may be approximated by $w_p = [n(n+1)/4] + x_p \sqrt{n(n+1)(2n+1)/24}$, where x_p is the p th quantile of a standard normal random variable, obtained from Table 1.

SOURCE. Adapted from Table 1, McCornack (1965).

^a The entries in this table are quantiles w_p of the Wilcoxon signed ranks test statistic T , given by Equation (5.1.4), for selected values of $p \leq .50$. Quantiles w_p for $p > .50$ may be computed from the equation

$$w_p = n(n+1)/2 - w_{1-p}$$

where $n(n+1)/2$ is given in the right hand column in the table. Note that $P(T < w_p) \leq p$ and $P(T > w_p) \leq 1 - p$ if H_0 is true. Critical regions correspond to values of T less than (or greater than) but not including the appropriate quantile.

Table 10 QUANTILES OF THE SPEARMAN TEST STATISTIC^a

<i>n</i>	<i>p</i> = .900	.950	.975	.990	.995	.999
4	.8000	.8000				
5	.7000	.8000	.9000	.9000		
6	.6000	.7714	.8286	.8857	.9429	
7	.5357	.6786	.7450	.8571	.8929	.9643
8	.5000	.6190	.7143	.8095	.8571	.9286
9	.4667	.5833	.6833	.7667	.8167	.9000
10	.4424	.5515	.6364	.7333	.7818	.8667
11	.4182	.5273	.6091	.7000	.7455	.8364
12	.3986	.4965	.5804	.6713	.7273	.8182
13	.3791	.4780	.5549	.6429	.6978	.7912
14	.3626	.4593	.5341	.6220	.6747	.7670
15	.3500	.4429	.5179	.6000	.6536	.7464
16	.3382	.4265	.5000	.5824	.6324	.7265
17	.3260	.4118	.4853	.5637	.6152	.7083
18	.3148	.3994	.4716	.5480	.5975	.6904
19	.3070	.3895	.4579	.5333	.5825	.6737
20	.2977	.3789	.4451	.5203	.5684	.6586
21	.2909	.3688	.4351	.5078	.5545	.6455
22	.2829	.3597	.4241	.4963	.5426	.6318
23	.2767	.3518	.4150	.4852	.5306	.6186
24	.2704	.3435	.4061	.4748	.5200	.6070
25	.2646	.3362	.3977	.4654	.5100	.5962
26	.2588	.3299	.3894	.4564	.5002	.5856
27	.2540	.3236	.3822	.4481	.4915	.5757
28	.2490	.3175	.3749	.4401	.4828	.5660
29	.2443	.3113	.3685	.4320	.4744	.5567
30	.2400	.3059	.3620	.4251	.4665	.5479

For *n* greater than 30 the approximate quantiles of ρ may be obtained from

$$w_p \cong \frac{x_p}{\sqrt{n-1}}$$

where x_p is the p quantile of a standard normal random variable obtained from Table 1.

SOURCE. Adapted from Glasser and Winter (1961), with corrections.

^a The entries in this table are selected quantiles w_p of the Spearman rank correlation coefficient ρ when used as a test statistic. The lower quantiles may be obtained from the equation

$$w_p = -w_{1-p}$$

The critical region corresponds to values of ρ smaller than (or greater than) but not including the appropriate quantile. Note that the median of ρ is 0.