
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009

April - Mei 2009

EEM 332 – REKABENTUK UJIKAJI

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

1. (a) Berikan maksud dan bezakan antara rekabentuk ujikaji "One-factor-at-a-time (OFAT)" dan faktor. Berikan dua kelebihan menggunakan rekabentuk ujikaji faktor berbanding OFAT.

Define and differentiate between One-factor-at-a-time (OFAT) and factorial design experiments. Give two advantages of using the latter of the former in experiments.

(30%)

- (b) Satu syarikat menjalankan dua ujikaji faktor berasingan untuk mengenalpasti interaksi di antara faktor-faktor yang mempengaruhi proses operasinya. Dalam ujikaji yang pertama, seorang jurutera menjalankan ujikaji faktor dua-faktor dengan kedua-dua faktor (A dan B) pada dua aras (Tinggi dan Rendah). Dalam ujikaji yang kedua pula, seorang lagi jurutera menjalankan ujikaji faktor dua-faktor dengan kedua-dua faktor (C dan B) pada dua aras (Tinggi dan Rendah). Keputusan kedua-dua ujikaji tersebut diberikan di bawah.

A company conducts two separate factorial experiments to determine the interaction between factors that influence its operational processes. In the first experiment, an engineer performs a two-factor factorial experiment with both design factors (factor A and B) are at two levels (High and Low). In the second experiment, another engineer also runs a two-factor experiment with both design factors (factor C and D) are at two levels (High and Low). The results of both experiments are tabulated below.

Runs / Larian	Factor/Faktor A	Factor/Faktor B	Average Response / Purata Tindakbalas
1	Low / Rendah	Low / Rendah	20
2	High / Tinggi	High / Tinggi	52
3	High / Tinggi	Low / Rendah	40
4	Low / Rendah	High / Tinggi	30

Runs / Larian	Factor/Faktor C	Factor/Faktor D	Average Response / Purata Tindakbalas
1	Low / Rendah	Low / Rendah	20
2	High / Tinggi	High / Tinggi	12
3	High / Tinggi	Low / Rendah	50
4	Low / Rendah	High / Tinggi	40

- (i) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kewujudan interaksi di antara faktor-faktor.

Explain what is meant by the existence of interaction between factors.

(20%)

- (ii) Lakukan analisa keputusan di atas untuk menghasilkan rumusan tentang interaksi di antara

Analyse the above results to produce inferences about the interaction between

- Faktor A dan B
Factors A and B

(25%)

- Faktor C dan D
Factors C and D

(25%)

2. (a) Terangkan mengenai kepentingan ujian hipotesis dan anggaran julat keyakinan dalam konteks penggunaan kedua-dua itu dalam ujikaji perbandingan yang mudah.

Explain the importance of hypothesis testing and confidence interval estimation in the context of their use in simple comparative experiments.

(30%)

- (b) Suatu syarikat pembuatan gentian optik jenis baru memerlukan supaya kekuatan putus gentian tersebut berada pada sekurang-kurangnya 150psi.

A manufacturer of a new type of optical fibre requires the breaking strength of the new fibre to be at least 150psi.

- (i) Terangkan bagaimana jurutera-jurutera syarikat tersebut boleh mengaplikasikan prosedur ujian-t bagi memastikan keperluan tersebut akan dapat dipenuhi?

Explain how the company engineers may apply the t-Test procedure to ensure conformance to the requirements?

(30%)

- (ii) Pengawal mutu menganalisa data yang dikumpul oleh jurutera-jurutera syarikat tersebut dan mendapati bahawa julat keyakinan 95% untuk kekuatan putus gentian optik tersebut berada di antara 146.99psi dan 149.72psi. Apakah cadangan yang dapat diberikan oleh pengawal mutu tersebut kepada pihak pengurusan atasan?

The quality controllers analyse the test data gathered by the company engineers and found out that the 95% confidence interval on the mean breaking strength of the optical fibre lies between 146.99psi to 149.72psi. What sort of recommendations can the quality controllers provide to the higher management?

(25%)

- (c) Dua jenis bahan, bahan A dan B sesuai bagi digunakan oleh pembuat peralatan mekatronik. Pembuat tidak akan menggunakan bahan A melainkan jika kekuatan putus bahan A melebihi kekuatan putus bahan B sebanyak sekurang-kurangnya 20 psi. Cadangkan hipotesis "no!" dan alternatif yang sesuai untuk diuji oleh pembuat tersebut.

Two types of material, material A and B are suitable for use by a mechatronic instrument manufacturer. The manufacturer will not adopt material A unless its breaking strength exceeds that of material B by at least 20 psi. Suggest suitable null and alternative hypotheses that can be tested by the manufacturer.

(15%)

3. (a) Huraikan kepentingan analisa varian dan semakan kecukupan model dalam menganalisa statistik bagi keputusan ujikaji. Apakah analisa-analisa yang selalunya dijalankan untuk semakan kecukupan model?

Describe the importance of analysis of variance and model adequacy checking in the statistical analysis of experimental results. What analyses are usually performed for model adequacy checking?

(40%)

- (b) Sebuah syarikat pembuat gentian optik sedang melakukan penyiasatan mengenai kekuatan tegang bagi suatu gentian yang akan digunakan untuk rekabentuk kabel gentian yang baru. Selalunya kekuatan tegang akan bergantung kepada peratusan kandungan silika dalam formulasi. Jurutera syarikat tersebut menjalankan suatu ujikaji rawakan lengkap dengan menggunakan lima aras kandungan silika serta mereplikasikan ujikaji tersebut sebanyak lima kali. Keputusan ujikaji tersebut diberikan di bawah.

An optical fibre manufacturer is investigating the tensile strength of a new type of fibre to be used for a newly designed fibre cable. The tensile strength usually depends on the percentage of silica content in the formulation. The company engineer conducts a completely randomized experiment with five levels of silica content and replicates the experiments five times. The results are tabulated below.

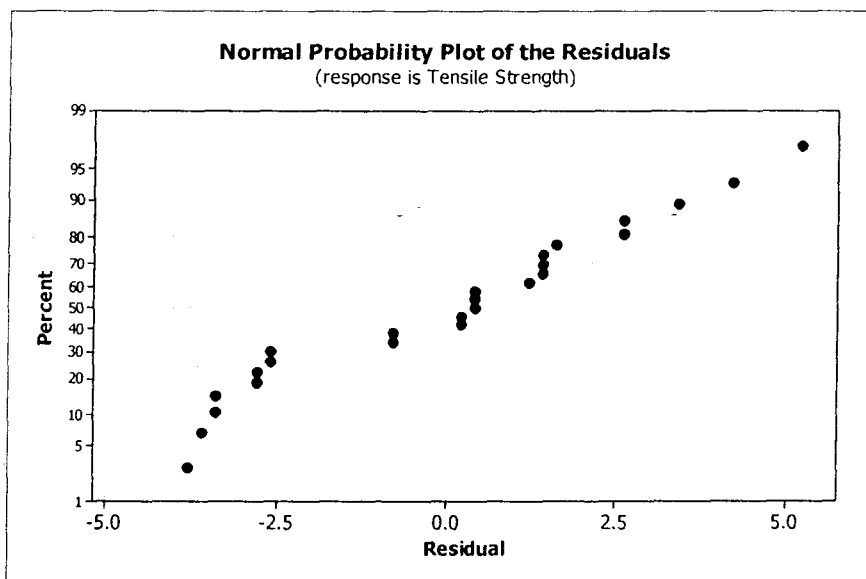
<i>Percentage of Silica / Peratusan kandungan silika.</i>	<i>Tensile strengths / Kekuatan tegang</i>				
15	7	7	15	11	9
20	12	17	12	18	18
25	14	19	19	18	18
30	19	25	22	19	23
35	7	10	11	15	11

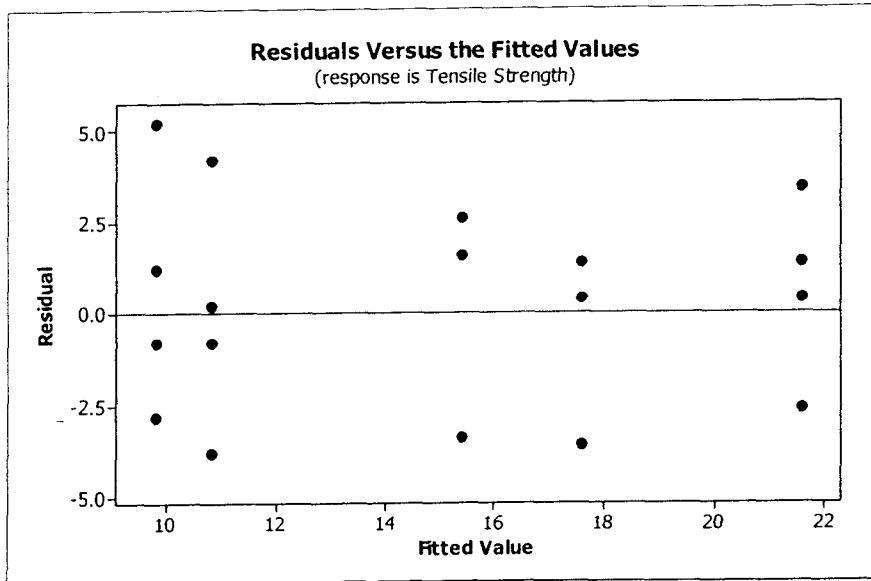
Data di atas dianalisa dengan menggunakan "one-way ANOVA" beserta plot lebih menerusi perisian Minitab, menghasilkan keluaran berikut:

The data is analysed using one-way ANOVA with the plot of residuals executed using the Minitab software producing the following outputs:

Minitab Output

One-way ANOVA: Tensile Strength versus Silica Percentage					
Analysis of Variance for Tensile					
Source	DF	SS	MS	F	P
Cotton ² P	4	475.76	118.94	14.76	0.000
Error	20	161.20	8.06		
Total	24	636.96			





Gunakan keluaran Minitab tersebut untuk membuat rumusan mengenai

Use the Minitab output to make inferences about

(i) kesan kandungan silika terhadap purata kekuatan tegang
the effect of silica content on the mean tensile strength.

(30%)

(ii) Kecukupan model
the model adequacy

(30%)

4. (a) Terangkan kepentingan memblok dalam rekabentuk ujikaji?
Explain the importance of blocking in the design of experiments?

(20%)

- (b) Seorang jurutera proses sedang menguji kesan empat kaedah produksi yang berlainan (A, B, C, D) ke atas hasil produksi. Sebanyak empat operator berbeza (Ahmad, Benny, Chris dan Danny) terpilih bagi ujikaji.

A process engineer is experimenting the effect of four different production methods (A, B, C, D) on the production yield. Four different operators (Ahmad, Benny, Chris and Danny) are selected for the experiment.

- (i) Kenalpasti punca faktor pengacau dalam ujikaji ini.
Identify the possible source of nuisance factors in this experiment.
(10%)

- (ii) Terangkan bagaimana RCBD boleh diaplikasikan dalam ujikaji ini. Anda perlu tunjukkan jadual bagi merekod keputusan, nyatakan model statistiknya dan senaraikan parameter-parameter yang dianggarkan.

Explain how the Randomised Complete Block Design (RCBD) can be applied to this experiment. You need to show the table for recording the results, state the statistical model and list the parameters to be estimated.

(40%)

- (c) Selepas menjalankan ujikaji, jurutera tersebut mendapati bahawa setiap pengendali perlu menjalankan empat kaedah produksi mengikut giliran. Disebabkan itu, hasil produksi pada pusingan terakhir adalah sangat kurang berbanding pusingan awal, tanpa mengira siapa pengendali atau juga kaedah yang digunakan.

After running the experiment, the engineer observes that because each operator has to perform four different production methods in turn, the production yield during the last turn is much less than the earlier turns regardless of the operators or methods.

- (i) Apakah punca pemerhatian ini?
What could be the source of this observation?

(10%)

- (ii) Rekabentuk satu ujikaji bagi memansuhkan kesan pemerhatian tersebut. Anda perlu tunjukkan jadual untuk merekodkan keputusan.

Design an experiment to eliminate the effect of this observation. You need to show the table for recording the results.

(20%)

5. (a) Seorang jurutera produksi sedang menyiasat kesan empat proses berlainan (M, N, O, P) ke atas masa bagi menghasilkan satu komponen elektronik. Empat mesin berlainan (W, X, Y, Z) dari empat pembekal (A, B, C, D) dipilih untuk ujikaji. Bagi menghuraikan sumber kelainan jurutera itu menggunakan rekabentuk segiempat Latin seperti di Jadual 5(a) di bawah.

A production engineer is investigating the effect of four different processes (M, N, O, P) on the production time for an electronic component. Four different machines (W, X, Y, Z) from four different vendors (A, B, C, D) are chosen for the study. To account for the sources of variability, the engineer uses the Latin square design shown in Table 5 (a) below.

Processes/ Proses	Machines/Mesin			
	W	X	Y	Z
A	O=10	P=14	M=7	N=8
B	N=7	O=18	P=11	M=8
C	M=5	N=10	O=11	P=9
D	P=10	M=10	N=12	O=14

Jadual 5(a)
Table 5(a)

- (i) Senaraikan sumber-sumber kelainan dalam data.
List the possible sources of variability in the data.

(20%)

- (ii) Tuliskan model statistik untuk data tersebut.
Write the statistical model for the data.

(10%)

- (b) Jadual 5(b) menunjukkan keputusan ANOVA. Gunakan keputusan untuk merumuskan kesan-kesan faktor proses, mesin dan pembekal ke atas masa produksi.

Table 5(b) shows the ANOVA results. Use the results to conclude the effects of proses, machine and vendor factors on the production time.

(40%)

General Linear Model: Time versus Process, Machines, Vendor

Factor	Type	Levels	Values
Process	fixed	4	M, N, O, P
Machines	fixed	4	W, X, Y, Z
Vendor	fixed	4	A, B, C, D

Analysis of Variance for Time, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Process	3	72.500	72.500	24.167	13.81	0.004
Machines	3	51.500	51.500	17.167	9.81	0.010
Vendor	3	18.500	18.500	6.167	3.52	0.089
Error	6	10.500	10.500	1.750		
Total	15	153.000				

Jadual 5(b)

Table 5(b)

- (c) Cadangkan bagaimana faktor keempat, lokasi ujikaji (Utara, Selatan, Timur, Barat) boleh diperkenalkan dalam ujikaji. Anda perlu mencadangkan Jadual bagi merekodkan keputusan ujikaji.

Suggest how a fourth factor, location of the experiments (North, South, East, West) may be introduced in the experiment. You need to propose the table for recording the results of the experiment.

(30%)

..13/-

6. (a) Beri definisi dan perbezaan di antara pembolehubah terkod dan pembolehubah asli.

Define and differentiate between a coded variable and natural variable.

(10%)

- (b) Rekabentuk faktor 2^3 digunakan bagi menyiasat kesan tiga faktor (A, B, C) ke atas keluaran seperti di Jadual 6(a) di bawah.

A 2^3 Factorial design is used to investigate the effect of three factors (A, B and C) on the output as shown in Table 6(a) below.

A	B	C	Output
1.20	200	325	729
1.20	200	325	860
0.80	200	275	633
1.20	125	275	669
1.20	200	275	642
0.80	125	325	1037
1.20	125	325	749
0.80	125	275	550
0.80	125	275	604
1.20	125	325	868
0.80	200	275	601
0.80	200	325	1075
1.20	125	275	650
0.80	200	325	1063
0.80	125	325	1052
1.20	200	275	635

Jadual 6(a)
Table 6(a)

- (i) Dapatkan perwakilan model regresi untuk ujikaji ini dalam terma pembolehubah terkod. Apakah bacaan output apabila $A=1.00$, $B=150$ and $C=300$?

Derive the Regression Model representation of the experiment in terms of its coded variables. What is the output when $A=1.00$, $B=150$ and $C=300$?

(50%)

- (c) Gunakan keputusan ANOVA di jadual 6(b) untuk mentadbir kesan-kesan faktor-faktor serta interaksi antara mereka.

Use ANOVA results in Table 6(b) to make inferences about the effects of the factors and their interactions.

(20%)

General Linear Model: Response versus A, B, C

Factor	Type	Levels	Values
A	fixed	2	-1, 1
B	fixed	2	-1, 1
C	fixed	2	-1, 1

Analysis of Variance for Response, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	1	41311	41311	41311	18.34	0.003
B	1	218	218	218	0.10	0.764
C	1	374850	374850	374850	166.41	0.000
A*B	1	2475	2475	2475	1.10	0.325
A*C	1	94403	94403	94403	41.91	0.000
B*C	1	18	18	18	0.01	0.931
A*B*C	1	127	127	127	0.06	0.819
Error	8	18021	18021	2253		
Total	15	531421				

S = 47.4612 R-Sq = 96.61% R-Sq(adj) = 93.64%

Jadual 6(b)
Table 6(b)

- (d) Jika ujikaji dijalankan oleh dua orang pengendali, bagaimanakah dapat anda pastikan perbezaan berpunca daripada kedua-dua pengendali ini dapat diambilkira dalam ujikaji ini?

If the experiment is run by two operators, how can you ensure the variability due to the operators is accounted for in the experiment?

(20%)

ooo0ooo