

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

## **EEM 332 – REKABENTUK UJIKAJI**

Masa : 3 Jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUABELAS muka surat 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.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

*"In the event of any discrepancies, the English version shall be used".*

1. (a) Terangkan maksud jenis-jenis faktor berikut.  
*Explain the meaning of the following categories of factors.*

(i) Faktor rekacipta terkawal  
*Controllable design factors*

(ii) Faktor tidak terkawal  
*Uncontrollable factors*

(iii) Faktor tetap  
*Held-constant factors*

(iv) Faktor pengacau  
*Nuisance factors*

(20 markah/marks)

(b) Suatu ujikaji faktoraran dijalankan untuk menguji kesan saiz dan bahan terhadap lantunan sejenis bola. Keputusan ujikaji diberikan dalam Jadual 1 di bawah.

*A factorial experiment is carried out to test the effects of size and material on the bounciness of a type of ball. The results of the experiment are given in Table 1 below.*

Jadual 1  
*Table 1*

Run	Diameter (cm)	Material	Bouncing duration (s)
1	5	Rubber	94
2	10	Plastic	90
3	5	Plastic	91
4	10	Plastic	88
5	10	Rubber	93
6	5	Rubber	92
7	5	Plastic	88
8	10	Rubber	91

- (i) Kira kesan saiz dan bahan terhadap tempoh lantunan.

*Calculate the effects of size and material on the bouncing duration.*

(20 markah/marks)

- (ii) Dapatkan kesan interaksi antara saiz dan bahan.

*Determine the interaction effect between size and material.*

(20 markah/marks)

- (iii) Bandingkan nilai kesan dan nyatakan kesan paling penting.

*Compare the value of effects and state the most important effect.*

(20 markah/marks)

- (c) Penguji mendapati yang bola-bola tersebut diperolehi daripada dua pembekal yang berbeza. Bagaimanakah penguji boleh menguji samada pembekal boleh mempengaruhi keputusan ujikaji? Senaraikan langkah-langkah yang perlu diambil untuk memastikannya.

*The experimenter realizes that the balls are supplied by two different suppliers. How can he test whether or not the balls from the different suppliers give different effect? List the steps that should be taken to ascertain this.*

(20 markah/marks)

2. (a) Suatu ujikaji dijalankan untuk menguji kesan bahan getah terubahsuai terhadap tempoh lantunan sebiji bola getah. 10 biji bola getah asli dan 10 biji bola getah terubahsuai digunakan dalam ujikaji tersebut. Tempoh lantunan diberikan dalam Jadual 2 di bawah.

*An experiment is carried out to test the effect of a modified rubber material on the bouncing duration of a rubber ball. 10 latex rubber balls and 10 modified rubber balls are used for the experiment. Their bouncing duration are given in Table 2 below.*

Jadual 2  
Table 2

<b>Original ball</b>	<b>Modified ball</b>
16.85	16.62
16.40	16.75
17.21	17.37
16.35	17.12
16.52	16.98
17.04	16.87
16.96	17.34
17.15	17.02
16.59	17.08
16.57	17.27

- (i) Lakarkan rajah dot untuk keputusan ujikaji.  
*Sketch the dot diagram for the results.*  
(20 markah/marks)
- (ii) Kirakan purata dan varian untuk kedua-dua jenis bola.  
*Calculate the means and the variances for both types of ball.*  
(20 markah/marks)

- (b) Terangkan langkah-langkah yang perlu diambil untuk menganalisa keputusan agar kesan-kesan boleh diuji secara statistik dengan menggunakan ujian-t.

*Describe the steps that you should take to analyze the results so that the effects can be statistically tested using t-test.*

(40 markah/marks)

- (c) Berikan komen terhadap kesesuaian ujian-t jika ujikaji memerlukan penggunaan 3 jenis bola getah terubahsuai yang berbeza. Berikan alasan untuk menyokong jawapan anda.

*Comment on the suitability of the t-test if the experiment requires the use of 3 different types of modified rubber balls. Give reason(s) to support your answer.*

(20 markah/marks)

3. Satu ujikaji dijalankan untuk menyiasat bagaimana kandungan bahan sintetik yang berlainan dalam sebiji bola getah boleh mempengaruhi kadar lantunan. Bola getah asli 100% telah ditambah dengan beberapa jumlah bahan sintetik yang berbeza. Empat bahagian bahan sintetik telah diuji iaitu; 5%, 20%, 35% dan 50%. Keputusan ujikaji diberikan dalam Jadual 3.1 manakala Jadual 3.2 memberikan parameter-parameter yang telah dianggarkan daripada keputusan itu.

*An experiment is carried out to investigate how different amount of synthetic material in a rubber ball affect the bouncing rate. The original 100% latex ball is added with different amount of synthetic material. Four proportions of synthetic material are tested; 5%, 20%, 35% and 50%. The results of the experiment are given in Table 3.1 while Table 3.2 gives the parameters estimated from the results.*

Jadual 3.1  
Table 3.1

Run order	% of synthetic material, x	No. of surface hit per hour, y	Run order	% of synthetic material, x	No. of surface hit per hour, y
1	35	600	11	50	715
2	50	725	12	50	685
3	50	700	13	5	539
4	5	575	14	5	570
5	5	542	15	50	710
6	20	565	16	20	590
7	35	651	17	20	579
8	5	530	18	20	610
9	20	593	19	35	637
10	35	610	20	35	629

Jadual 3.2  
Table 3.2

Total corrected sum of squares, $SS_T = 72, 209.75$
Sum of squares due to treatments, $SS_{Treatments} = 66, 870.55$
Mean squares due to treatments, $MSTreatments = 22, 290.18$
Mean square due to error, $MS_E = 333.70$
P-Value = $2.88 \times 10^{-9}$
$F_{0.05, 3, 16} = 3.24$

- (a) Kirakan jumlah kuasa dua untuk ralat,  $SS_E$  dan nilai  $F_0$ .  
*Work out the sum of squares due to error,  $SS_E$  and the  $F_0$  value.*  
 (20 markah/marks)

- (b) Adakah kandungan bahan sintetik yang berbeza mempengaruhi kadar lantunan? Berikan justifikasi untuk jawapan anda.  
*Does different amount of synthetic material affect the bouncing rate? Give reasons for your answer.*

(30 markah/marks)

...7/-

- (c) Penguji memberikan satu model empirik yang mengaitkan kadar lantunan dengan peratus kandungan bahan sintetik sebagai,

*The experimenter gives an empirical model that relates the bouncing rate to the percentage of synthetic material as,*

$$y = 137.62 + 2.527x$$

Apakah perbezaan kadar lantunan jika peratusan kandungan getah ditukar daripada 55% kepada 90%?

*What is the difference in the bouncing rate if the rubber content is changed from 55% to 90%?*

(35 markah/marks)

- (d) Penguji mencadangkan satu lagi model empiric.

*The experimenter proposes a new empirical model.*

$$y = 1147.77 - 8.2555x + 0.028375x^2$$

Adakah model ini merupakan penganggar yang lebih baik daripada model dalam (c) untuk

*Is this model a better bouncing rate predictor than the model in (c) for*

- Sebiji bola yang mempunyai nisbah kandungan getah kepada kandungan bahan sintetik 1:1

*A ball with 1:1 rubber to synthetic material ratio.*

- Sebiji bola yang mempunyai 5% bahan sintetik.

*A ball with 5% synthetic material.*

(15 markah/marks)

4. (a) Bilakah rekabentuk dua faktor sesuai digunakan untuk merancang sebuah eksperimen?

*When is it appropriate to use the two-factor factorial design in order to plan an experiment?*

(20 markah/marks)

- (b) Nyatakan model statistik bagi rekabentuk di atas. Nyatakan juga kesemua hipotesis yang boleh diuji untuk rekabentuk dua faktor. Apakah maklumat yang boleh diperolehi daripada menguji hipotesis ini?

*State the statistical model for the above design. List down all of the hypotheses that can be tested for the two-factor factorial design. What information can be obtained by testing the hypotheses?*

(40 markah/marks)

- (c) Nyatakan semua andaian untuk model di dalam bahagian (b). Terangkan bagaimana andaian tersebut dapat disahkan. Andaikan kes model kesan tetap.

*State the assumptions underlying the model in part (b) and explain how the assumptions can be verified. Assume the case of the fixed effects model.*

(40 markah/marks)



5. (a) Satu eksperimen telah dijalankan berdasarkan rekabentuk faktor dua aras. Faktor reka dilabelkan sebagai A, B dan C. Rekabentuk ini diulang dua kali. Data eksperimen dipaparkan di dalam Jadual 5.1.

*An experiment is being carried out using a two-level factorial design. The design factors are labeled as A, B, and C. The design is replicated twice. The experimental data is shown in Table 5.1.*

Jadual 5.1  
Table 5.1

Larian	A	B	C	Replika 1	Replika 2	Jumlah
1	-1	-1	-1	550	604	(1)=1154
2	1	-1	-1	669	650	a=1319
3	-1	1	-1	633	601	b=1234
4	1	1	-1	642	635	ab=1277
5	-1	-1	1	1037	1052	c=2089
6	1	-1	1	749	868	ac=1617
7	-1	1	1	1075	1063	bc=2138
8	1	1	1	729	860	abc=1589

Paparkan maklumat di dalam Jadual 5.1 di dalam bentuk plot kiub.

*Illustrate the information in Table 5.1 in the form of a cube plot.*

(20 markah/marks)

- (b) Lakukan analisis varians ke atas data yang telah diperolehi dan lengkapkan Jadual ANOVA seperti di Jadual 5.2

*Conduct an analysis of variance on the data that has been obtained and complete the ANOVA Table as in Table 5.2*

(40 markah/marks)

Jadual 5.2  
Table 5.2

Punca Ubahan	Hasil Tambah Kuasa Dua	Darjah Kebebasan	Min Kuasa Dua	F <sub>o</sub>
A	41,310.5625	1	41,310.5625	18.34
B	217.5625	1	217.5625	0.10
C	374,850.0625	1	374,850.0625	166.41
AB				
AC				
BC				
ABC				
Ralat	18,020.5000			
Jumlah	531,420.9375			

- (c) Kesimpulan apakah yang boleh didapati daripada analisis varians yang telah dilakukan? Guna  $\alpha = 0.05$

*What conclusions can you draw from the analysis of variance that has been conducted? Use  $\alpha = 0.05$*

(40 markah/marks)

6. (a) Senaraikan prinsip DOE yang boleh digunakan untuk mengasingkan variabiliti dari faktor semak dari ralat eksperimen. Terangkan prinsip tersebut.

*List down the DOE principle(s) that can be used to remove the variability arising from nuisance factors from the experimental error. Explain the principle(s).*

(30 markah/marks)

Data di dalam Jadual 6 telah diperolehi dari sebuah eksperimen RCBD. Sambutan bagi eksperimen adalah kekuatan kertas. Bina Jadual ANOVA untuk eksperimen tersebut.

*The data in Table 6 has been obtained from an RCBD experiment. The response is the strength of paper. Generate the ANOVA table for the experiment.*

(30 markah/marks)

Jadual 6  
Table 6

Blok (Sampel kertas)						
Rawatan (Kekuatan Bahan Kimia)	1	2	3	4	5	$y_{io}$
1	1.3	1.6	0.5	1.2	1.1	5.7
2	2.2	2.4	0.4	2.0	1.8	8.8
3	1.8	1.7	0.6	1.5	1.3	6.9
4	3.9	4.4	2.0	4.1	3.4	17.8
$y_{oj}$	9.2	10.1	3.5	8.8	7.6	39.2( $y_{oo}$ )

- (b) (i) Jalankan ujian untuk menentukan jika terdapat perbezaan di dalam min kekuatan kesemua rawatan pada  $\alpha = 0.01$ .

*Test for differences in the mean strengths of the four treatment types at  $\alpha = 0.01$ .*

(20 markah/marks)

- (ii) Pada pendapat anda, perlukah pemblokkan digunakan di dalam eksperimen di atas? Beri sebab untuk jawapan anda.

*In your opinion, was blocking necessary in the above experiment? Explain the reasons for your answer.*

(20 markah/marks)

ooooOoooo