

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). (i). Sketch a Pareto chart using the following information on defects found in printed circuit board (PCB) assembly process: failed component – 125, incorrect component – 223, insufficient solder – 58, excess solder -49, and missing component – 128.

*Lakarkan carta Pareto dengan menggunakan maklumat berikut pada kecacatan yang dijumpai pada papan litar tercetak dalam proses pemasangan: kegagalan komponen – 125, kesilapan komponen – 223, kekurangan pateri – 58, lebihan pateri -49, and kehilangan komponen – 128.*

*(8 marks/markah)*

- (ii). Suggest two types of defects you will address to improve the yield of PCB assembly process. Justify your answer.

*Cadangkan dua jenis kecacatan yang anda akan tangani untuk meningkatkan penghasilan proses pemasangan PCB. Berikan justifikasi kepada jawapan anda.*

*(5 marks/markah)*

- (b). What is the population mean and standard deviation for a Standard Normal Distribution?

*Apakah purata populasi dan sisihan piawai populasi bagi sebuah Taburan Normal Piawai?.*

*(2 marks/markah)*

**...3/-**

- (c). Assume that the electric current measurement in a strip of metal follows a normal distribution with a mean of 11 mA and a variance of 4 mA.

*Anggapkan pengukuran arus elektrik pada suatu jaluran logam mengikut suatu taburan normal dengan purata 11 mA dan varians 4 mA.*

- (i). What is the probability that a measurement exceeds 12 mA?  
*Apakah kebarangkalian bagi pengukuran melebihi 12 mA?*  
(4 marks/markah)
- (ii). What is the probability that the measurement falls between 8.5 and 10.5 mA?

*Apakah kebarangkalian bagi pengukuran berada di antara 8.5 dan 10.5 mA?*

(6 marks/markah)

...4/-

- (2). (a). (i). Discuss the difference between point estimator and confidence interval to estimate a population mean.

*Bincangkan perbezaan antara penganggar titik dan selang keyakinan untuk jangkakan sebuah purata populasi.*

*(3 marks/markah)*

- (ii). What could be observed in the confidence intervals if the confidence level has been increased from 80% to 99%?

*Apakah yang akan didapati dalam selang keyakinan jika aras keyakinan telah meningkat daripada 80% ke 99%?*

*(2 marks/markah)*

- (b). The ultimate load (kN) for two different types of beams is given in Table 1.1. If the data are taken from a normal distribution, calculate 95% confidence interval for the difference between the load for fiber glass beams and that for carbon beams. (assume non equal variance).

*Beban muktamad (kN) bagi dua jenis rasuk adalah dipaparkan pada Jadual 1.1. Jika data tersebut adalah diambil dari taburan normal, kirakan selang keyakinan 95% bagi perbezaan antara beban rasuk gentian kaca dan rasuk karbon (anggapkan varians tak sama).*

**...5/-**

Table 1.1 Ultimate load of two different types of beams  
*Jadual 1.1 Beban muktamad bagi dua jenis rasuk yang berbeza*

Type/jenis	Sample size/ Saiz sampel	Sample mean/ Mean sampel (kN)	Sample standard deviation/ Sisihan piawai sampel (kN)
Fiber glass beams / <i>Rasuk gentian kaca</i>	25	33.4	2.1
Carbon beams / <i>Rasuk karbon</i>	25	42.9	4.4

(10 marks/markah)

- (c). The formulations of Paint A and Paint B, designed to inhibit corrosion, are being tested. For each of eight different pipes, half of the pipe is coated with Paint A and the other half is coated with Paint B. Each pipe is exposed to a salt environment for 450 hours. Subsequently, the corrosion loss ( $\mu\text{m}$ ) is measured for each paint as shown in Table 2.1. Can you conclude that the mean amount of corrosion differs between the two paints? Use  $\alpha = 0.05$ .

*Cat A dan Cat B, yang dirumuskan untuk mengawal kakisan, telah diuji. Bagi setiap lapan paip berbeza, separuhnya telah disalut dengan Cat A, dan yang separuh lagi disalut dengan Cat B. Setiap paip telah didedahkan dalam persekitaran garam selama 450 jam. Selepas itu, kehilangan kakisan ( $\mu\text{m}$ ) telah diukur untuk setiap paip seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.1. Bolehkah anda membuat kesimpulan bahawa kehilangan kakisan purata berbeza bagi dua jenis cat ini? Guna  $\alpha = 0.05$ .*

...6/-

Table 2.1 Corrosion loss in pipes coated with Paint A and Paint B  
*Jadual 2.1 Kehilangan kakisan dalam paip yang disalut dengan Cat A dan Cat B*

Pipe/Paip	Corrosion loss/ Kehilangan kakisan ( $\mu\text{m}$ )	
	Paint A/ Cat A	Paint B/ Cat B
1	144	139
2	196	203
3	162	178
4	160	180
5	130	142
6	155	162
7	136	155
8	184	181

(10 marks/markah)

...7/-

- (3). (a). By giving an appropriate example, discuss the difference in Crossed Factors versus Nested Factors in ANOVA.

*Dengan menggunakan contoh yang sesuai, bincangkan perbezaan antara Faktor Menyilang dan Faktor Tersarang di dalam ANOVA.*

(6 marks/markah)

- (b). It is important to select an appropriate sample size in ANOVA. Discuss the relationship between sensitivity of experiment versus sample size.

*Pemilihan saiz sampel yang sesuai adalah penting dalam ANOVA. Bincangkan perkaitan antara kepekaan eksperimen dengan saiz sampel.*

(3 marks/markah)

- (c). Consider the following computer output in Table 3.1:

*Pertimbangkan output komputer di Jadual 3.1*

Table 3.1: ANOVA table

*Jadual 3.1: Jadual ANOVA*

Source/Sumber	DF	SS	MS	F
Factor/Faktor	?	117.4	39.1	?
Error/Ralat	16	407.5	?	
Total/Jumlah	19	524.9		

- (i). How many levels of the factor were used in this experiment.

*Berapa paras yang ada bagi setiap faktor yang digunakan dalam eksperimen ini?*

(2 marks/markah)

...8/-

(ii). How many replicates did the experiment used?

*Berapakah replika yang digunakan dalam eksperimen ini?*

(2 marks/markah)

(iii). Fill in the missing information in Table 3.3.

*Isikan maklumat yang tiada dalam Jadual 3.3.*

(6 marks/markah)

(iv). Use  $\alpha = 0.05$ , what conclusion can you draw about the differences in the factor?

*Dengan menggunakan  $\alpha = 0.05$ , apakah kesimpulan yang anda boleh buat mengenai perbezaan dalam faktor tersebut?*

(6 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). FOUR (4) laboratories, A, B, C and D are used by food manufacturing companies for making nutrition analyses of their products. The following data are the fat contents (in grams) of the same weight of three similar types of peanut butter. Assume the significance level is 0.05. Answer the following questions based on Table 4.1:

*TIGA (3) makmal, A, B, C dan D digunakan oleh syarikat pengeluar makanan untuk membuat analisis nutrisi pemakanan produk mereka. Data berikut ialah kandungan lemak (dalam gram) berat yang sama bagi tiga jenis mentega kacang yang serupa. Andaikan aras keertian adalah 0.05. Jawab soalan-soalan berikut berdasarkan kepada Jadual 4.1:*

Table 4.1: Peanut Butter Nutrition analyses table

*Jadual 4.1: Jadual analisis Nutrisi Mentega Kacang*

Peanut Butter <i>Mentega kacang</i>	Laboratory / <i>Makmal</i>			
	A	B	C	D
Brand/ <i>Jenama</i> 1	16.6	17.7	16.0	16.3
Brand/ <i>Jenama</i> 2	16.0	15.5	15.6	15.9
Brand/ <i>Jenama</i> 3	16.4	16.3	15.9	16.2

- (i). Based on the above-given data in Table 4.1 carry out a one-way ANOVA to see if there is a difference between the fat content of the three brands by constructing Table 4.2. Calculate the values of the  $X^*$  cells in Table 4.2.

...10/-



Berdasarkan data yang diberikan di dalam Jadual 4.1 jalankan ANOVA sehala untuk melihat sama ada terdapat perbezaan antara kandungan lemak ketiga-tiga jenama dengan membina Jadual seperti dalam Jadual 4.2. Kira nilai semua sel  $X^*$  dalam Jadual 4.2.

Table 4.2: One-way ANOVA table for Peanut Butter Nutrition

Jadual 4.2: Jadual ANOVA sehala untuk Nutrisi Mentega Kacang

Source <i>Sumber</i>	Sum of Square <i>Jumlah Kuasa Dua</i> (SS)	Degree of Freedom <i>Darjah kebebasan</i> (DF)	Mean Square <i>Min Kuasa Dua</i> (MS)	F- Value <i>Nilai -F</i>
Brands <i>Jenama</i>	1.62	X1	X4	X6
Error <i>Ralat</i>	1.96	X2	X5	
Total <i>Jumlah</i>	3.58	X3		

(6 marks/markah)

- (ii). Perform a hypothesis test and provide a conclusion for the fat content of the brands.

*Lakukan ujian hipotesis dan berikan kesimpulan untuk kandungan lemak bagi jenama-jenama tersebut*

(2 marks/markah)

- (iii). Not satisfied with the conclusion of the fat content of the brands, the food manufacturing companies decided to perform a two-way ANOVA to see if there is any influence between the Brands using the laboratories as blocks by constructing a new Table 4.3. Find all the values of the  $Y^*$  cells in Table 4.3.

...11/-

*Tidak berpuas hati dengan kesimpulan kandungan lemak bagi jenama-jenama tersebut, Syarikat pengeluar makanan memutuskan untuk melakukan ANOVA dua hala bagi melihat sama ada terdapat pengaruh antara jenama dan menggunakan makmal sebagai blok dengan membina Jadual 4.3 baru. Cari semua nilai sel  $Y^*$  dalam Jadual 4.3.*

Table 4.3: Two-way ANOVA table for Peanut Butter Nutrition

*Jadual 4.3: Jadual ANOVA dua hala untuk Nutrisi Mentega Kacang*

Source <i>Sumber</i>	Sum of Square <i>Jumlah Kuasa Dua (SS)</i>	Degree of Freedom <i>Darjah kebebasan (DF)</i>	Mean Square <i>Min Kuasa Dua (MS)</i>	F- Value <i>Nilai -F</i>
Brands <i>Jenama</i>	1.62	Y1	Y5	Y8
Between labs <i>Antara makmal</i>	Y0	Y2	Y6	Y9
Error <i>Ralat</i>	1.21	Y3	Y7	
Total <i>Jumlah</i>	3.58	Y4		

(10 marks/markah)

- (iv). Do you think there is any evidence that the results of two-way ANOVA were not reasonably consistent between the four laboratories? Justify your conclusion.

...12/-

*Adakah anda fikir terdapat sebarang bukti bahawa keputusan ANOVA dua hala tidak munasabah dan konsisten antara empat makmal? Beri justifikasi untuk kesimpulan anda.*

(3 marks/markah)

- (v). Compare the one-way ANOVA and two-way ANOVA projects by calculating its  $R^2$  achievements and then illustrate the success of the food manufacturing company's product nutrition analyses.

*Bandingkan projek ANOVA sehalu dan ANOVA dua hala dengan mengira pencapaian  $R^2$ nya dan ilustrasikan kejayaan analisis pemakanan produk syarikat pengeluar makanan itu.*

(4 marks/markah)

- (5). An engineer is identifying a surfactant that can reduce the coal dust effectively. The problem of the research was to evaluate the effects of types of surfactant and initial coal dust concentration on the suppression effectiveness (Y) as a response. The two inputs of interest are the Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) surfactant with (1% and 2%) and the initial coal dust concentration (13.35 and 101.62). All  $2^2$  experiments were conducted in an air-conditioned laboratory, which is kept at a constant temperature and the constant solution level is kept between 0.05-0.1 wt.%. The Geometry Design for  $2^2$  experiments is given in Figure 5.1.

*Seorang jurutera sedang mengenal pasti surfaktan yang boleh mengurangkan habuk arang batu dengan berkesan. Masalah di dalam penyelidikan ini adalah untuk menilai kesan jenis surfaktan dan kepekatan awal habuk arang batu terhadap keberkesanan penindasan (Y) sebagai tindak balas. Dua input yang menarik ialah surfaktan Sodium Dodekil Sulfat (SDS) dengan (1% dan 2%) dan kepekatan*

...13/-

habuk arang batu awal (13.35 dan 101.62). Kesemua  $2^2$  eksperimen telah dijalankan di makmal berhawa dingin, pada suhu malar dan tahap larutan malar antara 0.05-0.1 wt.%. Reka bentuk Geometri untuk  $2^2$  eksperimen diberikan dalam Rajah 5.1.

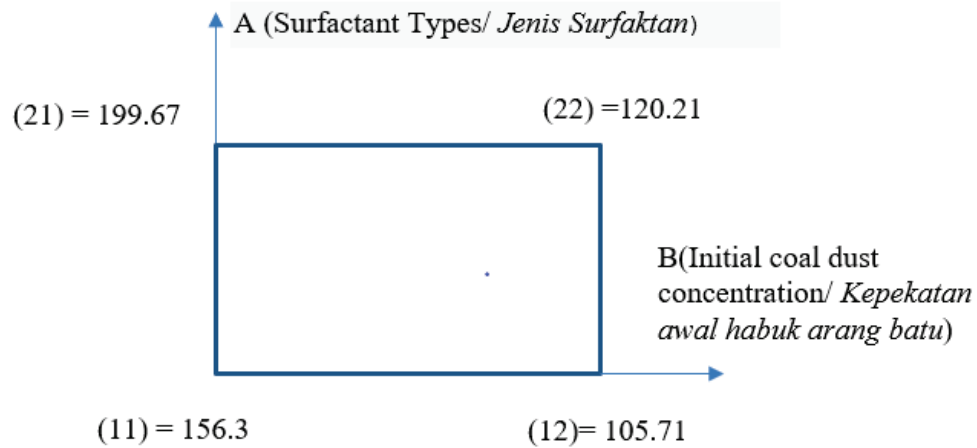


Figure 5.1: Geometry Design for Suppression Effectiveness

Rajah 5.1 : Reka Bentuk Geometri untuk Keberkesanan Penindasan

- (i). Calculate the main factor effect for A (Surfactant), B (Initial coal dust concentration) and the effect of interaction  $A*B$ .

*Kira kesan faktor utama untuk A (Surfaktan), B (Kepekatan awal habuk arang batu) dan kesan interaksi  $A*B$ .*

(8 marks/markah)

...14/-

- (ii). Give your analysis of the effects in relation to suppression effectiveness response.

*Berikan analisis anda tentang kesan yang berkaitan dengan tindak balas keberkesanan penindasan*

(5 marks/markah)

- (iii). Based on the main factor effect for A (Surfactant), B (Initial coal dust concentration) and the effect of interaction A\*B, construct the regression model.

*Berdasarkan kesan faktor utama untuk A (Surfaktan), B (Kepekatan awal habuk arang batu) dan kesan interaksi A\*B, bina satu model regresi.*

(6 marks/markah)

- (iv). Based on the contour plot given in Figure 5.2, perform an analysis of A\*B interaction on Suppression Effectiveness (Y) and provide your recommendation to optimize the results of Suppression Effectiveness (Y).

*Berdasarkan plot kontur yang diberikan dalam Rajah 5.2, lakukan analisis interaksi A\*B pada Keberkesanan Penindasan (Y) dan berikan cadangan anda untuk mengoptimumkan keputusan Keberkesanan Penindasan (Y).*

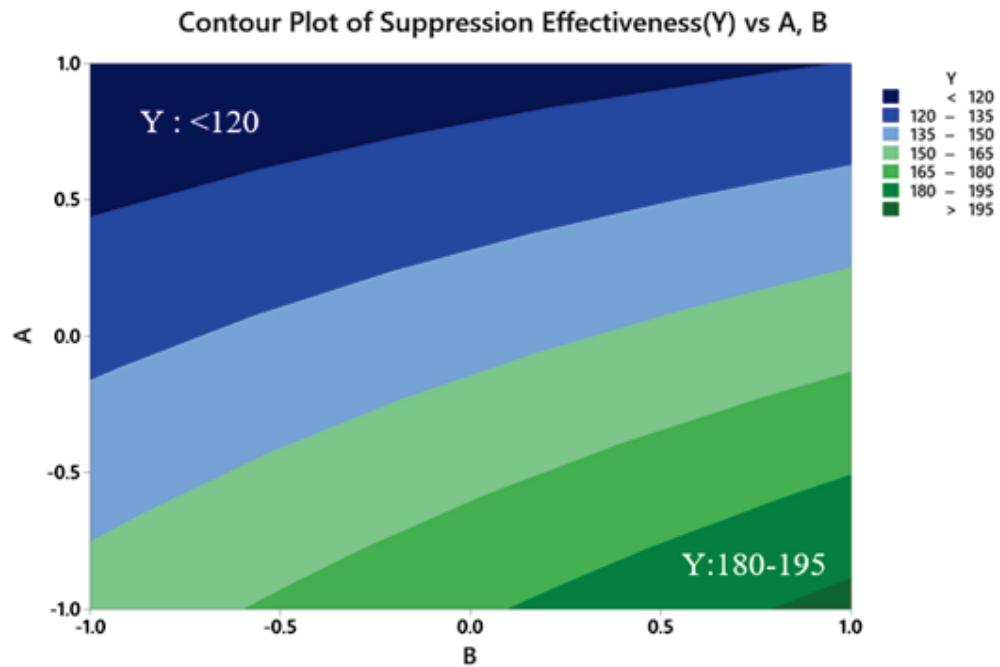


Figure 5.2: Contour plot of Suppression Effectiveness( Y) vs A (Surfactant), B (Initial coal dust concentration).

*Rajah 5.2: Plot kontur Keberkesanan Penindasan (Y) lwn A (Surfaktan), B (Kepekatan awal habuk arang batu )*

(6 marks/markah)

- (6). Using a  $2^3$  factorial design in 3 variables (A = temperature, B = pH and C = agitation rate), the profit, y, from a chemical reaction was recorded, in standard order.

*Menggunakan reka bentuk faktorial  $2^3$  dalam 3 pembolehubah (A = suhu, B = pH dan C = kadar pergolakan), keuntungan, y, dari tindak balas kimia yang telah dicatatkan, di dalam keadaan piawai.*

Table 6.1 Factorial Design for Chemical Reaction

Jadual 6.1: Rekabentuk Faktor untuk Tindak balas Kimia

Experiment Eksperimen	A	B	C	Y
1	-	-	-	72
2	+	-	-	73
3	-	+	-	66
4	+	+	-	87
5	-	-	+	70
6	+	-	+	73
7	-	+	+	67
8	+	+	+	87

- (i). Construct a cube plot for the recorded data in the Table 6.1.  
*Bina plot kiub untuk data yang direkodkan dalam Jadual 6.1.*  
(4 marks/markah)
- (ii). Calculate the main effects and three 2-factor interactions.  
*Kira kesan utama dan tiga interaksi 2 faktor.*  
(8 marks/markah)
- (iii). Provide an interpretation of all the significant factors you identify in part (ii) solutions and their implications for the profitability response y.  
*Tafsirkan semua faktor penting yang anda kenal pasti dibahagian (ii) penyelesaian dan berikan implikasinya terhadap tindak balas keuntungan y.*  
(7 marks/markah)

- (iv). As an engineer, how can we utilize this experiment to optimize the process of y profitability? Justify your suggestion.

*Sebagai seorang jurutera, bagaimanakah kita boleh menggunakan eksperimen ini untuk mengoptimumkan proses keuntungan y? Beri justifikasi untuk cadangan anda.*

(6 marks/markah)

**-oooOooo -**