



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN  
MALAYSIA**

**FINAL EXAMINATION  
SEMESTER II  
SESSION 2009/2010**

SUBJECT : HIGHWAY ENGINEERING  
CODE : BFC 3042  
COURSE : 3 BFF  
DATE : APRIL 2010  
DURATION : 2 1/2 HOURS  
INSTRUCTION : ANSWER THREE (3) OUT OF  
FIVE (5) QUESTIONS

THIS PAPER CONSIST OF NINETEEN (18) PAGES

**Q1** (a) Describe the process involved in the production of bitumen. (4 Marks)

(b) (i) Describe the procedure for sandpatch testing. Based on the following data, determine the texture depth (mm) of the asphaltic concrete.

No	Diameter of sand circle, D (mm)
1	200
2	231
3	250
4	220

\* Volume of the cylinder = 45 ml

(7 Marks)

(ii) Discuss the effect of the surface texture depth on chip seal design. (4 Marks)

(c) According to the answer from Q1 (b) (i), determine the residual binder and aggregate rate of application for a single chip seals on a two lane two directions road with the following data.

Average Daily Traffic, ADT = 600 vpd  
 Average Least Dimension of aggregate, ALD = 15 mm

(10 Marks)

- Q2** (a) A plain concrete rigid pavement is designed for a two-lane two- direction road. Accumulated number of axle load on the design lane during the design period is as follow:

Single Axle:	
Axle Load (kN)	Expected Number of Axle Passes
120	30,000
Tandem Axle	
Axle Load (kN)	Expected Number of Axle Passes
240	15,000

Given:

Modulus of subgrade reaction	(k)	=	40	MPa/m
Concrete Modulus of Rupture	(MR)	=	4.5	MPa
Safety factor	LSF	=	1.0	
Slab thickness		=	180	mm

Using the PCA method, determine the cumulative fatigue and erosion for the following pavement design:

- (i) Without concrete shoulder with aggregate interlock joint. (3 Marks)
  - (ii) Without concrete shoulder with doweled joint. (3 Marks)
  - (iii) With concrete shoulder and aggregate interlocked joint. (3 Marks)
  - (iv) With concrete shoulder and doweled joint. (3 Marks)
  - (v) Compare and discuss the cause of the differences of the above design alternatives. (3 Marks)
- (b) A two direction road will be constructed in a mountainous area. Expected Average Daily Traffic of the initial year is 7200 vehicles with 4% commercial vehicle and 6 % average annual traffic growth.
- (i) If the road is designed for **TWO (2)** lanes, check whether the capacity or the road will be still acceptable after 20 years of service. (3 Marks)
  - (ii) Determine the required number of years for the road to reach its capacity. (3 Marks)

- (iii) In case of a road capacity is reached before the end of the analysis period; suggest two approaches that may be adopted in pavement design. (4 Marks)

- Q3** (a) Discuss **TWO (2)** main objectives of site investigation in the preliminary works of road construction process. (2 Marks)
- (b) List and give the explanation of **TWO (2)** methods that can be used to improve the poor or weak sub-grade. (3 Marks)
- (c) List **FOUR (4)** physical or mechanical characteristics of road base material which comply to specification for road works by Jabatan Kerja Raya (JKR), Malaysia (2 Marks)
- (d) Discuss the purpose of applying the prime coat and tack coat in the construction of flexible pavement surface. (2 Marks)
- (e) The following project data for the newly constructed road is listed as follows:

Length of proposed road = 10 km  
Cross-sectional area of embankment = 36 m<sup>2</sup>  
Average distance of borrow area from embankment = 10 km

Results from the laboratory testing for the soil from the borrow pit to construct the embankment are listed as follows:

Maximum Dry Density (MDD) = 1.95 Mg/m<sup>3</sup>  
Optimum Moisture Content (OMC) = 8 %  
Bulk density,  $\gamma_b$  = 1.75 Mg/m<sup>3</sup>  
Actual moisture content, m = 6 %

The bulk density and moisture content of borrow material is 1.75 Mg/m<sup>3</sup> and 6 % respectively. According to the specification, the embankment should be compacted at least to 95 % of the MDD. With the bulking factor of 1.30, determine:

- (i) Volume of borrow material required for 1 cubic meter of compacted road embankment. (4 Marks)
- (ii) Volume of additional water required for the entire volume of embankment. (4 Marks)
- (iii) The number of truckloads of soil required if hauling capacity per truck is 8m<sup>3</sup>. (4 Marks)

- (iv) Construction cost of embankment with the following costs:

Purchase and borrow pit material at site, haul 2 km round trip, and spread with bulldozer = RM 70/m<sup>3</sup>

Extra haul for each km round trip = RM 10/m<sup>3</sup>

Compaction = RM 10/m<sup>3</sup>

(4 Marks)

- Q4** (a) Explain how Pavement Management System (PMS) can assist road authority in maintaining the road network. (3 Marks)
- (b) Discuss the possible causes, mechanism and treatment for the following type of pavement distress:
- (i) Alligator crack (3 Marks)
- (ii) Rutting (3 Marks)
- (iii) Edge drop-off (3 Marks)
- (c) A pavement condition survey has been conducted on Jalan Parit Karjo. The result of this survey is shown in **Figure Q4 (a)**. Based on **Figure Q4 (a)** to **Figure Q4 (e)**:
- (i) Complete the survey sheet and determine the Pavement Condition Index (PCI) value of this sample unit. (10 Marks)
- (ii) Give your recommendation for maintenance and repair for this road. (3 Marks)

- Q5** (a) Road drainage is an essential part of highway design and construction.
- (i) Discuss **THREE (3)** effects of inappropriate road drainage system at mountainous area to the road users. (6 Marks)
  - (ii) Explain **THREE (3)** activities on surface drainage maintenance. (6 Marks)
  - (iii) State **TWO (2)** functions of sub surface drainage system. (2 Marks)
- (b) The main function of surface drainage is to remove rain water from road surface and road side ground.
- (i) Determine the maximum allowable velocity of flow if the quantity of water is expected to flow in an open channel with  $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  and the drainage cross section with box culvert type is  $3\text{m} \times 1\text{m}$  (width x height). (3 Marks)
  - (ii) Using the same velocity, proposed upgrading design for existing drainage system if flow during raining season is  $2 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Give **TWO (2)** justifications of your proposed design. (8 Marks)

BFC 3042

S1 (a) Huraikan proses yang terlibat di dalam menghasilkan bitumen. (4 Markah)

(b) (i) Huraikan prosedur bagi ujian *sandpatch*. Berdasarkan data berikut, tentukan kedalaman tekstur (mm) konkrit berasfal tersebut.

No	Diameter bulatan pasir, D (mm)
1	200
2	231
3	250
4	220

\* Isipadu silinder = 45 ml

(7 Markah)

(ii) Bincangkan kesan kedalaman tekstur pada lapisan permukaan terhadap rekabentuk *chip seal*. (4 Markah)

(d) Berdasarkan jawapan daripada S1 (b) (i), tentukan kadar aplikasi bitumen dan agregat *single chip seals* untuk satu jalan dua lorong, dua arah berdasarkan data berikut.

Purata Harian Trafik = 600 kph  
*Average Least Dimension (ALD)* agregat = 15 mm

(10 Markah)

- S2 (a) Satu turapan konkrit tegar direkabentuk untuk jalan dua lorong dua arah. Jumlah kumulatif beban gandar pada lorong dan jangka hayat rekabentuk adalah seperti berikut:

<i>Single Axle:</i>	
<i>Axle Load (kN)</i>	<i>Expected Number of Axle Passes</i>
120	30,000
<i>Tandem Axle</i>	
<i>Axle Load (kN)</i>	<i>Expected Number of Axle Passes</i>
240	15,000

Diberi:

<i>Modulus of subgrade reaction</i>	(k)	=	40	MPa/m
<i>Concrete Modulus of Rupture</i>	(MR)	=	4.5	MPa
Faktor Keselamatan	<i>LSF</i>	=	1.0	
Tebal Papak		=	180	mm

Dengan menggunakan kaedah PCA, tentukan *cumulative fatigue* dan *erosion* untuk rekabentuk turapan berikut:

- (vi) Tanpa bahu jalan konkrit dengan sambungan agregat saling mengunci (tanpa *dowel*). (3 Markah)
- (vii) Tanpa bahu jalan konkrit dengan dengan sambungan *dowel*. (3 Markah)
- (viii) Dengan bahu jalan konkrit dengan sambungan agregat saling mengunci (tanpa *dowel*). (3 Markah)
- (ix) Dengan bahu jalan konkrit dengan dengan sambungan *dowel*. (3 Markah)
- (x) Banding dan bincangkan punca perbezaan antara alternatif rekabentuk tersebut. (4 Markah)
- (d) Satu jalan dua arah akan dibina di kawasan berbukit. Purata Trafik Harian yang dijangka pada awal tahun adalah sebanyak 7200 kenderaan dengan purata kadar pertumbuhan trafik tahunan sebanyak 6 %.
- (iii) Jika jalan direkabentuk untuk **DUA (2)** lorong, semak samada kapasiti jalan tersebut masih berada pada paras yang dibenarkan selepas 20 tahun dibuka. (3 Markah)



BFC 3042

- (iv) Tentukan bilangan tahun yang diperlukan untuk jalan tersebut mencapai kapasiti sebenar. (2 Markah)
- (iii) Jika kapasiti jalan telah dicapai sebelum berakhirnya tempoh analisis, cadangkan **dua (2)** pendekatan yang boleh digunakan dalam rekabentuk turapan. (4 Markah)

- S3** (a) Bincangkan kepentingan penyiasatan tapak di dalam kerja awal proses pembinaan jalan. (2 Markah)
- (b) Senarai dan terangkan **DUA (2)** kaedah yang boleh digunakan untuk meningkatkan kualiti sub-gred yang lemah. (3 Markah)
- (c) Senaraikan **EMPAT (4)** ciri-ciri fizikal atau mekanikal bahan tapak jalan yang memenuhi syarat spesifikasi kerja-kerja jalan raya oleh Jabatan Kerja Raya (JKR), Malaysia (2 Markah)
- (d) Bincangkan tujuan penggunaan salut perdana dan salut jelujur di dalam pembinaan permukaan turapan anjal. (2 Markah)
- (e) Data berkenaan projek pembinaan jalan baru adalah seperti berikut:

Panjang jalan yang dicadangkan	= 10 km
Luas keratan rentas tambakan	= 36 m <sup>2</sup>
Jarak purata dari kawasan tanah pinjam ke tambakan	= 10 km

Keputusan ujikaji makmal terhadap tanah tambakan adalah seperti berikut:

Ketumpatan Kering Maksimum	= 1.95 Mg/m <sup>3</sup>
Kandungan lembapan optimum	= 8 %
Ketumpatan pukal, $\gamma_b$	= 1.75 Mg/m <sup>3</sup>
Kandungan lembapan sebenar, m	= 6 %

Ketumpatan pukal dan kandungan lembapan untuk tanah tambakan adalah 1.75 Mg/m<sup>3</sup> dan 6 %. Berdasarkan kepada spesifikasi, tambakan tersebut perlu dipadatkan sekurang-kurangnya 95 % daripada Ketumpatan Kering Maksimum. Dengan of the MDD. Dengan factor pukal tanah sebanyak 1.3, tentukan:

- (iii) Isipadu tanah pinjam yang diperlukan untuk 1 m<sup>3</sup> tambakan yang telah dipadatkan. (4 Markah)
- (iv) Isipadu air yang diperlukan untuk keseluruhan isipadu tambakan.

BFC 3042

(4 Markah)

- (iii) Jumlah muatan lori (*truckload*) yang diperlukan untuk mengangkut tanah jika kapasiti muatan setiap lori adalah  $8\text{m}^3$ .

(4 Markah)

- (iv) Kos pembinaan tambakan:

Kos pembelian tanah tambakan, pengangkutan 2 km ulang alik dan penyerakan dengan jentolak =  $\text{RM } 70/\text{m}^3$

Kos pengangkutan untuk setiap km tambahan =  $\text{RM } 10/\text{m}^3$

Pemadatan =  $\text{RM } 10/\text{m}^3$

(4 markah)

- S4 (a) Terangkan bagaimana *Pavement Management System (PMS)* dapat membantu pihak berkuasa jalanraya dalam menyelenggara rangkaian jalan. (3 Markah)

- (b) Bincangkan punca, mekanisma dan rawatan untuk jenis kerosakan turapan berikut:

- (iv) Retak buaya

(3 Markah)

- (v) Aluran

(3 Markah)

- (vi) *Edge drop-off*

(3 Markah)

- (c) Satu tinjauan keadaan turapan terhadap satu unit sampel telah dijalankan di Jalan Parit Karjo. Keputusan tinjauan tersebut ditunjukkan seperti di **Rajah Q4 (a)**. Berdasarkan **Rajah Q4 (a)** hingga **Rajah Q4 (e)**:

- (ii) Lengkapkan borang tinjauan dan tentukan nilai *Pavement Condition Index (PCI)* untuk unit sampel tersebut. (10 Markah)

- (ii) Berikan cadangan untuk penyelenggaraan dan pembaikan terhadap jalan tersebut. (3 Markah)

- S5** (a) Saliran jalanraya merupakan bahagian yang penting di dalam rekabentuk dan pembinaan jalan.
- (ii) Bincangkan **TIGA (3)** kesan daripada sistem saliran yang tidak sempurna di kawasan berbukit terhadap pengguna jalanraya. (6 Markah)
  - (ii) Jelaskan **TIGA (3)** aktiviti penyelenggaraan saliran permukaan jalan. (6 Markah)
  - (iii) Nyatakan **DUA (2)** fungsi sistem saliran sub-permukaan. (2 Markah)
- (b) Fungsi utama saliran permukaan adalah untuk menyalirkan air hujan daripada permukaan jalan dan kawasan sekelilingnya.
- (ii) Dapatkan halaju aliran maksimum yang dibenarkan jika kuantiti air yang dijangka mengalir dalam saluran terbuka adalah  $1.5 \text{ m}^3/\text{saat}$  dan keratan rentas saluran pembentung jenis kotak adalah  $3\text{m} \times 1\text{m}$  (lebar x tinggi). (3 Markah)
  - (ii) Menggunakan halaju yang sama, cadangkan penambahbaikan rekabentuk terhadap saliran sedia ada jika aliran semasa musim hujan adalah  $2 \text{ m}^3/\text{saat}$ . Berikan **DUA (2)** justifikasi terhadap rekabentuk yang dicadangkan. (8 Markah)

## PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : II / 2009/10 KURSUS : BFF  
 MATA : KEJURUTERAAN JALAN KOD MATA : BFC3042  
 PELAJARAN RAYA PELAJARAN

Matric Card No.

## RESIDUAL BINDER RATE OF APPLICATION

$$R = (0.138 \times ALD + e) \times T_f$$

Sand Circle Diameter* (mm), Ø	Bitumen needed to fill surface void (l/m <sup>2</sup> ), "e"	Traffic in lane (vpd/lane)	T <sub>r</sub>
150	0.49	5	1.596
160	0.45	10	1.523
165	0.39	20	1.451
170	0.37	30	1.409
175	0.34		
180	0.32	40	1.379
185	0.30	50	1.356
190	0.29	75	1.314
195	0.27	100	1.284
200	0.25		
210	0.22	150	1.242
220	0.20	200	1.212
230	0.18	300	1.170
240	0.16	400	1.140
250	0.14		
260	0.13	500	1.117
270	0.12	750	1.074
280	0.11	1,000	1.004
290	0.11	1,500	1.002
300	0.09		
325	0.07	2,000	0.972
350	0.05	3,000	0.930
400	0.03	4,000	0.900
500	0.00	5,000	0.877

\* Sand Patch Test with 45 ml volume of sand

## Useful formula

$$\text{Volume of cylinder, } V = \frac{\pi D^2 t}{4}; R = (0.138 ALD + e) T_f (\ell/m^2); C = \frac{ALD}{666} \text{ m}^3/\text{m}^2$$

FIGURE Q1

**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER/SESI	: II / 2009/10	KURSUS	: BFF
MATA	: KEJURUTERAAN JALAN	KOD MATA	: BFC3042
PELAJARAN	: RAYA	PELAJARAN	

Matric Card No.									
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Table 1:** Maximum Hourly Capacity under ideal conditions

Road Type	Passenger Vehicle Unit per hour
Multilane	2000 per lane
Two Lanes (bothways)	2000 total for bothways
Three Lanes (bothways)	4000 total for bothways

*Source: JKR, AT(Jalan) 8/85***Table 2:** Carriageway Roadway Reduction Factor

Carriageway Width	Shoulder Width			
	2.00 m	1.50 m	1.25 m	1.00 m
7.5 m	1.00	0.97	0.94	0.90
7.0 m	0.88	0.86	0.83	0.79
6.0 m	0.81	0.78	0.76	0.73
5.0 m	0.72	0.70	0.67	0.64

*Source: JKR, AT(Jalan) 8/85***Table 3:** Traffic Reduction Factor

Type of Terrain	Factor
Flat	$T = 100/(100+P_c)$
Rolling	$T = 100/(100+2P_c)$
Mountainous	$T = 100/(100+5P_c)$

*Source: JKR, AT(Jalan) 8/85*

Some useful formula:

$$V_x = V_1 (1+r)^x$$

$$c = I \times R \times T$$

$$C = 10 \times c$$

$$n = \frac{\log C / V_1}{\log(1+r)}$$

FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/ 2009/2010 COURSE : 3 BFF  
 SUBJECT : HIGHWAY ENGINEERING SUBJECT CODE : BFC 3042

Matric Card No.

Name:

JALAN PARIT KARJO (ASPHALT SURFACED ROAD)  
 CONDITION SURVEY DATA SHEET

BRANCH: <i>BATU PAHAT - KLUANG</i>		DATE: <i>25 MARCH 2010</i>	
SURVEYED BY: <i>MUSTAFA</i>		SAMPLE UNIT: <i>07</i>	
SECTION: <i>JPK-KM2</i>		SAMPLE AREA: <i>6 m x 50 m</i>	
01. Alligator Cracking (m <sup>2</sup> )	06. Depression (m <sup>2</sup> )	11. Patching & Utility Cut Patching (m <sup>2</sup> )	16. Shoving (m <sup>2</sup> )
02. Bleeding (m <sup>2</sup> )	07. Edge Cracking (m)	12. Polished Aggregate (m <sup>2</sup> )	17. Slippage Cracking (m <sup>2</sup> )
03. Block Cracking (m <sup>2</sup> )	08. Joint Reflection Cracking (m)	13. Potholes (no.)	18. Swell (m <sup>2</sup> )
04. Bumps and Sags (m)	09. Lane/Shoulder Drop Off (m)	14. Railroad Crossing (m <sup>2</sup> )	19. Weathering/ Ravelling (m <sup>2</sup> )
05. Corrugation (m <sup>2</sup> )	10. Longitudinal & Transverse Cracking (m)	15. Rutting (m <sup>2</sup> )	
DISTRESS SURVEY		DENSITY %	DEDUCT VALUE
<i>01 L</i>		<i>1.98</i>	
<i>01 M</i>		<i>1.42</i>	
<i>01 H</i>		<i>1.05</i>	
<i>15 L</i>		<i>0.58</i>	
<i>15 M</i>		<i>0.22</i>	

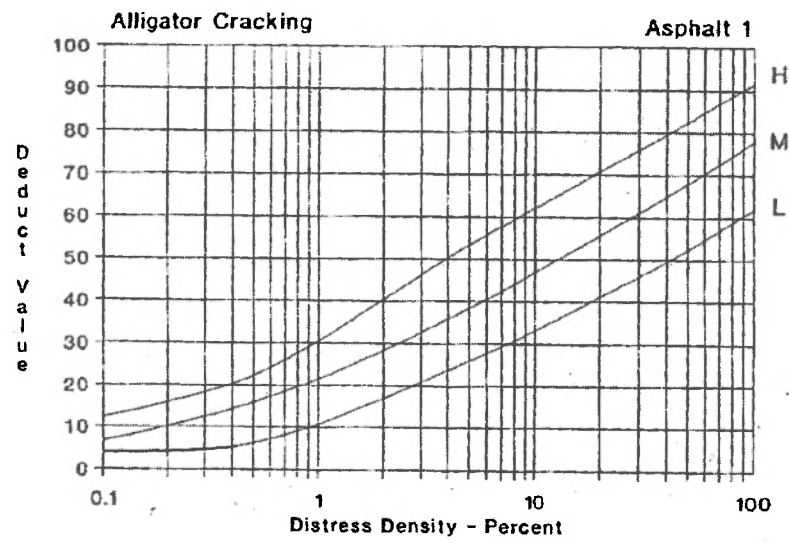
Figure Q4 (a)

**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER/SESI	: II / 2009/10	KURSUS	: BFF
MATA	: KEJURUTERAAN JALAN	KOD MATA	: BFC3042
PELAJARAN	: RAYA	PELAJARAN	

Matric Card No.

Name: \_\_\_\_\_



**FIGURE Q4 (b)**

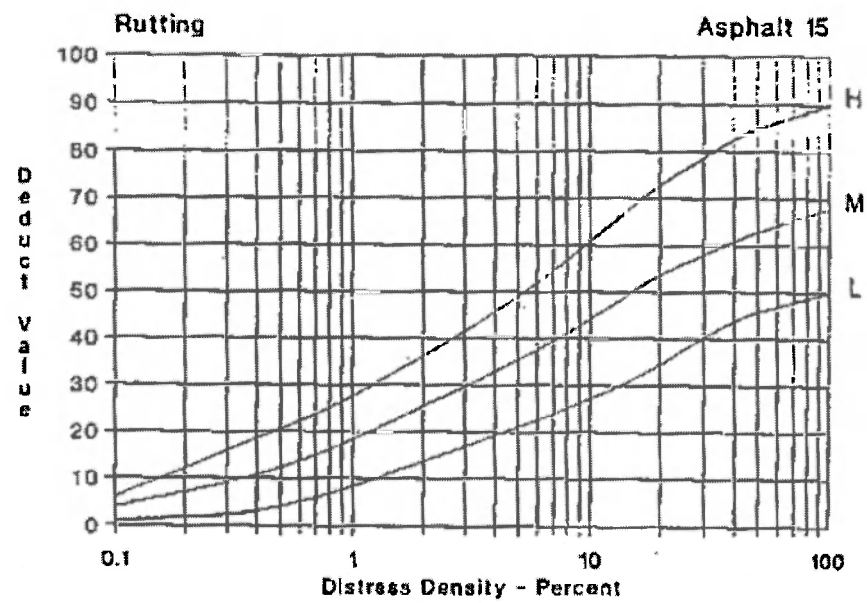
**PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER/SESI : II / 2009/10  
MATA : KEJURUTERAAN JALAN  
PELAJARAN : RAYA  
KURSUS : BFF  
KOD MATA : BFC3042  
PELAJARAN :

Matric Card No. 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Name:



**FIGURE Q4 (c)**



PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : II / 2009/10 KURSUS : BFF  
MATA : KEJURUTERAAN JALAN KOD MATA : BFC3042  
PELAJARAN : RAYA PELAJARAN

Matric Card No.

Name: \_\_\_\_\_

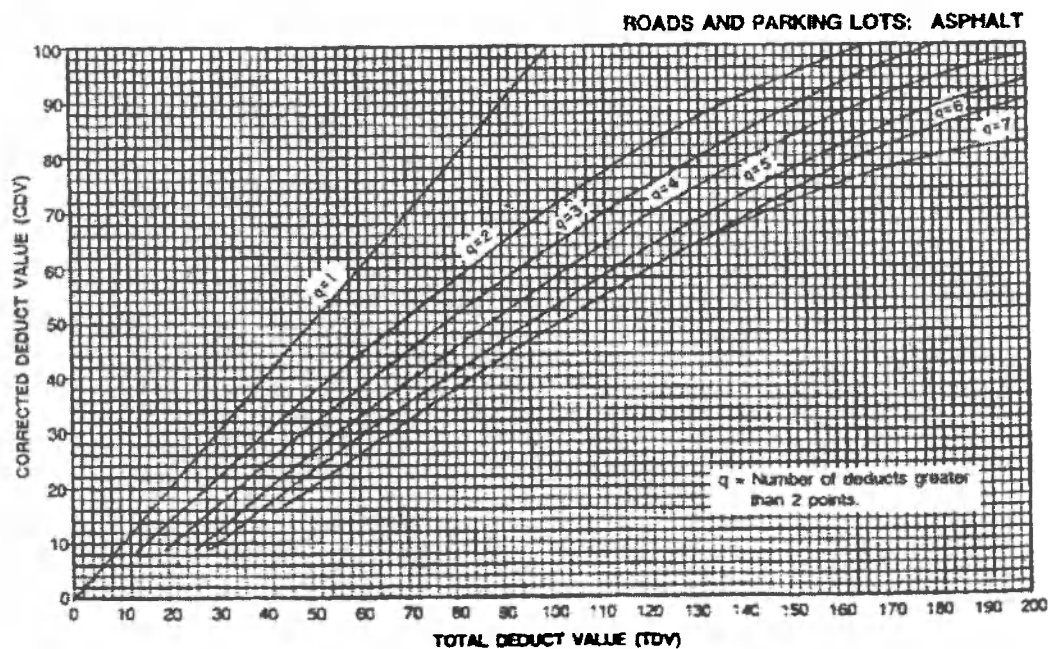


FIGURE Q4 (d)

**PEPERIKSAAN AKHIR**

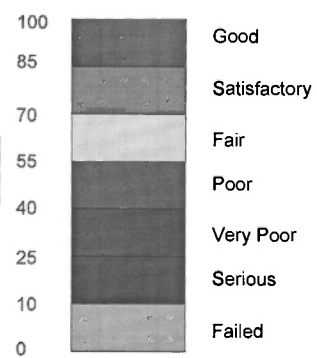
SEMESTER/SESI : II / 2009/10 KURSUS : BFF  
 MATA : KEJURUTERAAN JALAN KOD MATA : BFC3042  
 PELAJARAN RAYA PELAJARAN

Matric Card No.           Name:

**Deduct Values**

No.	DEDUCT VALUES										TOTAL	q	CDV
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Standard PCI Rating Scale



**FIGURE Q4 (e)**