



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER I SESI 2009/2010

NAMA MATA : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
PELAJARAN : DAN TRAFIK

KOD MATA PELAJARAN : DFC 3033

KURSUS : 3 (DFA / DFT)

TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER 2009

JANGKA MASA : 3 JAM

ARAHAN : JAWAB LIMA (5) DARIPADA
TUJUH (7) SOALAN

KERTAS INI MENGANDUNGI ENAM BELAS (16) MUKA SURAT

- S1 (a) Nyatakan definisi istilah berikut bagi sesebuah aliran lalu lintas.
- (i) Isipadu Perkhidmatan
(ii) Aras atau Tahap Perkhidmatan (4 markah)
- (b) Terangkan dengan ringkas **lima (5)** tujuan diadakan piawaian geometri jalan. (5 markah)
- (c) Pada tahun 2007, unjuran Purata Trafik Harian bagi sebatang jalan kawasan bandar adalah 7,500 kenderaan/hari. Jalan tersebut dijangka akan siap dibina pada tahun 2010. Komposisi trafik dianggarkan terdiri daripada 43% kereta, 5% van, 20% motosikal, bas 15 % dan selebihnya adalah lori berat. Tahap rekabentuk jalan adalah jenis C. nisbah isipadu muatan ialah 0.80 dan dalam keadaan unggul. Beberapa maklumat lain adalah seperti berikut:
- Kadar pertumbuhan trafik : 6 % setahun
Lebar lorong : 3.5 m
Bahu jalan : 2.5 m
- Berdasarkan maklumat dan jadual yang dilampirkan, tentukan bilangan lorong bagi setiap arah jalan. (11 markah)

- S2 (a) Terdapat tiga jenis lapisan tapak Macadam yang boleh dibina.
- (i) Nyatakan jenis-jenis lapisan tapak tersebut.
(ii) Berikan kelebihan dan kelemahan bagi setiap lapisan tapak tersebut. (9 markah)
- (b) **Jadual 1** dan **Jadual 2** memberikan keputusan ujian Nisbah Galas California (NGC) dan pemadatan terhadap bahan untuk pembinaan lapisan subgred. Ujian NGC di tapak telah dijalankan dan diperolehi nilai NGC di tapak adalah 10 %. Piawaian menetapkan lapisan sub-gred perlu dipadatkan sekurang-kurangnya pada 95% ketumpatan kering maksimum.

Jadual 1: Keputusan Ujikaji Nisbah Galas California (NGC)

Sampel	Nisbah Galas California (NGC) (%)	Ketumpatan Kering (Mg/m^3)
1	2.5	1.472
2	6.8	1.738
3	10.4	1.904

Jadual 2: Keputusan Ujikaji Pemadatan untuk Subgred

Sampel	Kandungan lembapan (%)	Ketumpatan Kering (Mg/m^3)
1	15.0	1.64
2	16.7	1.76
3	18.5	1.79
4	20.6	1.75
5	23.1	1.61

Berdasarkan keputusan ujikaji di Jadual 1 dan Jadual 2:

- (i) Plotkan graf ketumpatan kering lawan kandungan lembapan dan graf Nisbah Galas California lawan ketumpatan kering.
- (ii) Dapatkan nilai ketumpatan kering maksimum dan kandungan lembapan optimum.
- (iii) Dapatkan nilai NGC pada 95% ketumpatan kering maksimum dan berikan komen anda terhadap nilai tersebut.

(11 markah)

- S3 (a) Sebatang jalan raya utama kelas R5 (empat lorong) akan direkabentuk untuk menghubungkan kedua-dua bandar Air Hitam dan Segamat untuk jangka hayat 10 tahun. Berdasarkan data lalulintas semasa, purata lalulintas harian adalah sebanyak 4,400 searah. Kadar pertumbuhan lalulintas ialah 6%. Peratus kenderaan perdagangan berat pula adalah 8%.

Berpandukan data yang diberikan, sediakan rekabentuk turapan jalan raya lentur dengan kaedah JKR Arahan Teknik (Jalan) 5/85.

Maklumat merekabentuk lapisan turapan adalah seperti berikut:

Lebar jalan	= 7.0 m
Lebar bahu jalan	= 1.5 m
Lapisan penghausan dan pengikat	= Konkrit terasfalt
Lapisan tapak jalan	= Distabilkan simen
Lapisan sub-tapak	= Pasir (NGC ialah 30%)
Jenis turapan	= Asfalt tergelek
Nisbah Galas California (NGC) subged	= 8%
Permukaan bumi	= Beralun

(Sila rujuk **Jadual 10** hingga **Jadual 17** di lampiran untuk maklumat yang lain)

(15 markah)

- (b) Sebuah jalan raya dua lorong dua hala (*Dual Carriageway*), JURCP (*Jointed Unreinforced Concrete Pavement*) perlu dibina bagi menyesuaikan dengan keadaan tanah di kawasan berkenaan. NGC subged adalah 18% dan anggaran lalulintas pada satu arah pada satu hari ialah 2,000 kenderaan perdagangan/hari. Bahu Keras Jalan selebar 1.0 m perlu dibina bagi keselesaan dan keselamatan pejalan kaki dan penunggang motosikal. Tentukan ketebalan rekabentuk turapan tegar tanpa membuat pembetulan bebanan lalulintas.

(5 markah)

- S4 (a) Pelaburan sebanyak RM 130,000.00 untuk pemasangan lampu isyarat pintar bagi lintasan pejalan kaki dijangka memberi keuntungan pulangan wang sebanyak RM 55,000.00 setahun selama 3 tahun berturut-turut. Jika pelaburan ditambah kepada RM 200,000.00, pulangan pelaburan meningkat menjadi RM 65,000.00 setahun selama 3 tahun berturut-turut. Jika kadar diskaun 10% setahun dikenakan, tentukan pelaburan yang manakah lebih menguntungkan?

(10 markah)

- (b) Cadangan konsep rekabentuk laluan jalanraya mempunyai dua alternatif iaitu laluan A dan B yang akan dibina di atas permukaan tanah yang sukar. Laluan A melibatkan kerja penambakan dan pembinaan sebuah jambatan. Manakala, laluan B memerlukan kerja pemotongan dan pembinaan sebuah terowong. Jadual 4 menunjukkan kos keseluruhan bagi kedua-dua alternatif tersebut.

Jadual 4: Kos keseluruhan bagi kedua-dua alternatif

Alternatif	Hayat	Kos permulaan	Kos senggaraan tahunan
Laluan A • Penambakan • Jambatan	Kekal 50 tahun*	RM 500,000 RM 12,000,000	RM 60,000
Laluan B • Pemotongan • Terowong	Kekal Kekal	RM 250,000 RM 20,000,000	RM 50,000

*Nilai salvaj bersih adalah sifar, kadar diskaun ialah 15% setahun.

Berdasarkan maklumat yang diberikan:

- (i) Tentukan jumlah kos perbandingan kedua-dua alternatif.
 (ii) Pilih laluan yang memberikan pelaburan yang menguntungkan.
 (10 markah)

- S5 (a) Berbantukan gambarajah, labelkan **lima (5)** fasiliti yang dibina untuk tujuan menyingkirkan air permukaan dalam lingkungan rezab jalan (*right-of-way*).
 (5 markah)

- (b) Subgred ialah lapisan tanah asal atau tanah tambak di bawah aras formasi penghausan. Lapisan ini akan kehilangan keupayaan galasnya jika kandungan lembapan adalah tinggi. Antara punca yang menyebabkan kandungan lembapan dalam subgred meningkat ialah:

- (i) Resipan air dari tanah tinggi
 (ii) Pergerakan lembapan dari air bumi

Dengan bantuan gambarajah berlabel, terangkan satu kaedah penyaliran sub-permukaan yang sesuai untuk mengatasi setiap punca yang disenaraikan di atas.
 (6 markah)

- (c) Nyatakan **lima (5)** kepentingan penyelenggaraan jalan raya.
 (5 markah)

- (d) Jelaskan punca dan kaedah penyelenggaraan kecacatan permukaan berikut:
 (i) Penjujukan (*bleeding*)
 (ii) Pengusutan (*ravelling*)
 (4 markah)

- S6 (a) Keperluan pemasangan lampu isyarat adalah berdasarkan syarat-syarat yang terdapat dalam waran. Nyatakan **tiga (3)** waran yang dimaksudkan. (3 markah)
- (b) Tanda lalu lintas adalah sebahagian daripada perabot jalan raya yang disediakan untuk kepentingan pengguna jalan raya.
 (i) Nyatakan kegunaan tanda lalu lintas.
 (ii) Terangkan **dua (2)** jenis tanda lalu lintas beserta contoh. (5 markah)
- (c) Jumlah aliran kenderaan di satu persimpangan diberikan seperti dalam **Jadual 18**. Rekabentuk satu sistem lampu isyarat empat fasa untuk persimpangan ini berdasarkan maklumat berikut:
 Masa kuning (a) = 3 saat (untuk semua fasa)
 Tempoh masa hilang (I) = 2 saat (untuk Fasa 1 dan 2), 3 saat (untuk Fasa 3 dan 4)
 Masa merah semua (R) = 2 (untuk semua fasa)
- (i) Lengkapkan **Jadual 18**.
 (ii) Tentukan masa kitaran optimum.
 (iii) Tentukan masa hijau sebenar dan hijau pameran bagi setiap fasa.
 (iv) Lakarkan gambarajah masa. (12 markah)
- S7 (a) Senaraikan **tiga (3)** fungsi pengurusan lalu lintas. (3 markah)
- (b) Sistem Maklumat Pengangkutan Bersepadu (ITIS) dilaksanakan untuk mempertingkatkan perancangan serta aliran trafik di bandaraya Kuala Lumpur dan Lembah Klang. Terangkan **dua (2)** sistem utama dalam proses maklumat ITIS dengan menggunakan gambarajah. (6 markah)
- (c) Salah laku jalan raya boleh berlaku dalam pelbagai bentuk dan di mana sahaja. Salah satu kategori yang dikelaskan sebagai salah laku ialah kecuaiian pemandu. Terangkan **tiga (3)** punca yang boleh dikaitkan dengan kecuaiian pemandu di jalan raya. (6 markah)
- (d) Pelan Keselamatan Jalan Raya Malaysia 2006-2010 telah dilancarkan pada tahun 2006 bertujuan menggariskan perancangan jangka panjang pelaksanaan program-program keselamatan jalan raya bagi tempoh lima tahun. Nyatakan **lima (5)** daripada sembilan strategi yang telah dirangka dalam pelan tersebut. (5 markah)

- S6**
- (a) Keperluan pemasangan lampu isyarat adalah berdasarkan syarat-syarat yang terdapat dalam waran. Nyatakan **tiga (3)** waran yang dimaksudkan. (3 markah)
- (b) Tanda lalu lintas adalah sebahagian daripada perabot jalan raya yang disediakan untuk kepentingan pengguna jalan raya.
 (i) Nyatakan kegunaan tanda lalu lintas.
 (ii) Terangkan **dua (2)** jenis tanda lalu lintas beserta contoh. (5 markah)
- (c) Jumlah aliran kenderaan di satu persimpangan diberikan seperti dalam **Jadual 18**. Rekabentuk satu sistem lampu isyarat empat fasa untuk persimpangan ini berdasarkan maklumat berikut:
- Masa kuning (a) = 3 saat (untuk semua fasa)
 Tempoh masa hilang (l) = 2 saat (untuk Fasa 1 dan 2), 3 saat (untuk Fasa 3 dan 4)
 Masa merah semua (R) = 2 (untuk semua fasa)
- (i) Lengkapkan **Jadual 18**.
 (ii) Tentukan masa kitaran optimum.
 (iii) Tentukan masa hijau sebenar dan hijau pameran bagi setiap fasa.
 (iv) Lakarkan gambarajah masa. (12 markah)
- S7**
- (a) Senaraikan **tiga (3)** fungsi pengurusan lalu lintas. (3 markah)
- (b) Sistem Maklumat Pengangkutan Bersepadu (ITIS) dilaksanakan untuk mempertingkatkan perancangan serta aliran trafik di bandaraya Kuala Lumpur dan Lembah Klang. Terangkan **dua (2)** sistem utama dalam proses maklumat ITIS dengan menggunakan gambarajah. (6 markah)
- (c) Salah laku jalan raya boleh berlaku dalam pelbagai bentuk dan di mana sahaja. Salah satu kategori yang dikelaskan sebagai salah laku ialah kecuaiian pemandu. Terangkan **tiga (3)** punca yang boleh dikaitkan dengan kecuaiian pemandu di jalan raya. (6 markah)
- (d) Pelan Keselamatan Jalan Raya Malaysia 2006-2010 telah dilancarkan pada tahun 2006 bertujuan menggariskan perancangan jangka panjang pelaksanaan program-program keselamatan jalan raya bagi tempoh lima tahun. Nyatakan **lima (5)** daripada sembilan strategi yang telah dirangka dalam pelan tersebut. (5 markah)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
 DAN TRAFIK

KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

Jadual 5 : Faktor – faktor penukaran kepada ukp

Jenis Kenderaan	Nilai setara dalam ukp	
	Luar Bandar	Bandar
Kereta penumpang	1.00	1.00
Motosikal	1.00	0.75
Van ringan	2.00	2.00
Lori sederhana	2.50	2.50
Lori berat	3.00	3.00
Bas	3.00	3.00

Jadual 6 : Muatan dalam keadaan unggul

Agihan arah	Arah		Jumlah
	↑	↓	
50 / 50	1400	1400	2800
60 / 40	1590	1060	2650
70 / 30	1750	750	2500
80 / 20	1840	460	2300
90 / 10	1890	210	2100
100 / 0	2000	0	2000

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/2009/10 KURSUS : 3 DFA/DFT
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA DAN TRAFIK KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

Jadual 7 : faktor ubahan untuk lebar jalan dan bahu jalan

Lebar bahu jalan yang boleh dilalui kenderaan (m)	Lebar jalan (m)			
	> 3.65	3.25 – 3.64	3.0 – 3.24	< 3.0
> 2.0	1.00	0.93	0.84	0.70
1.0 – 2.0	0.92	0.85	0.77	0.65
0.5 – 0.9	0.81	0.75	0.68	0.57
< 0.5	0.70	0.65	0.58	0.49

Jadual 8 : Faktor ubahan untuk kenderaan berat dan bentuk rupa bumi.

Peratus Kenderaan Berat	Bentuk Rupa Bumi		
	Rata	Beralun	Berbukit
0	1.00	0.96	0.88
5	0.94	0.83	0.69
10	0.89	0.71	0.53
15	0.85	0.63	0.43
20	0.81	0.56	0.36
30	0.74	0.45	0.27
40	0.68	0.38	0.22
50	0.63	0.33	0.18
60	0.58	0.29	0.16
70	0.54	0.26	0.14
80	0.51	0.24	0.12
100	0.45	0.20	0.10

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA DAN TRAFIK
 KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

Jadual 9 : Tahap perkhidmatan rekabentuk dan nisbah $\frac{v}{c}$

Lokasi	Kategori Jalan	Tahap perkhidmatan rekabentuk	Nisbah, $\frac{v}{c}$
Luar bandar	Laluan Ekspres	C	0.70 – 0.80
	Lebuhraya	C	0.70 – 0.80
	Jalan Primer	D	0.80 – 0.90
	Jalan Sekunder	D	0.80 – 0.90
	Jalan Minor	E	0.90 – 1.00
Bandar	Laluan Ekspres	C	0.70 – 0.80
	Jalan Arterial	C	0.70 – 0.80
	Jalan Pengumpul	D	0.80 – 0.90
	Jalan Tempatan	E	0.90 – 1.00

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA DAN TRAFIK
 KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

Jadual 10: Garis panduan pemilihan e

Peratusan kenderaan berat	0 – 15%		16 – 50%	51 – 100%
Jenis Jalan Raya	Tempatan	Utama	3.0	3.7
Faktor setaraan	1.2	2.0		

Jadual 11: Muatan Jaman Maksimum dalam Keadaan Unggul

Jenis Jalan Raya	UKP/jam
Berbilang lorong	2000 tiap-tiap lorong
2 lorong (2 hala)	2000 untuk kedua-dua arah
3 lorong (2 hala)	4000 untuk kedua-dua arah

Jadual 12: Faktor Pengurangan Jalan Raya

Lebar Lebuh Raya (m)	Lebar Bahu Jalan (m)			
	2.00	1.50	1.25	1.00
7.5	1.00	0.97	0.94	0.90
7.0	0.88	0.86	0.83	0.79
6.0	0.81	0.78	0.76	0.73
5.0	0.72	0.70	0.67	0.64

Jadual 13: Faktor Pengurangan Lalu Lintas

Jenis Rupa Bumi	Rumus Faktor Pengurang
Datar	$T = 100/(100 + Pc)$
Beralun	$T = 100/(100 + 2Pc)$
Berbukit	$T = 100/(100 + 5Pc)$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10

KURSUS

: 3 DFA/DFT

MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
DAN TRAFIK

KOD

: DFC 3033

MATAPELAJARAN

Jadual 14: Pekali Struktur Lapisan

Komponen	Jenis Lapisan	Ciri	Pekali
Lapisan penghausan dan pengikat	Konkrit terasfalt		1.00
Tapak Jalan	Macadam berbitumen tumpat	Jenis 1: Kestabilan > 400 kg	0.80
		Jenis 2: Kestabilan > 300 kg	0.55
	Distabilkan oleh simen	Kekuatan mampatan tak berkurang (7 hari) 30-40kg/cm ²	0.45
	Agregat terhancur yang distabilkan secara mekanik	NGC \geq 80%	0.32
Subtapak	Pasir, laterit, dan lain-lain	NGC \geq 20%	0.23
	Agregat terhancur	NGC \geq 30%	0.25
	Distabilkan oleh simen	NGC \geq 60%	0.28

Jadual 15: Ketebalan Minimum Lapisan

Jenis Lapisan		Ketebalan Minimum (cm)
Lapisan Penghausan		4
Lapisan Pengikat		5
Tapak Jalan	Berbitumen	5
	Campuran basah	10
	Dirawat simen	10
Subtapak	Berbutir	10
	Dirawat simen	15

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
 DAN TRAFIK

KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

Jadual 16: Ketebalan Lapisan Piawai dan Pembinaan

Jenis Lapisan		Ketebalan Piawai (cm)	Tebal Lapisan Tambahan (cm)
Lapisan Penghausan		4 – 5	4 – 5
Lapisan Pengikat		5 – 10	5 – 10
Tapak Jalan	Berbitumen	5 – 20	5 – 15
	Campuran basah	10 – 20	10 – 15
	Dirawat simen	10 – 20	10 – 20
Subtapak	Berbutir	10 – 30	10 – 20
	Dirawat simen	15 – 20	10 – 20

Jadual 17: Ketebalan Minimum Lapisan Berbitumen

TA' (cm)	Tebal Keseluruhan Minimum Lapisan Berbitumen (cm)
< 17.5	5.0
17.5 – 22.5	10.0
23.0 – 29.5	15.0
> 30.0	17.5

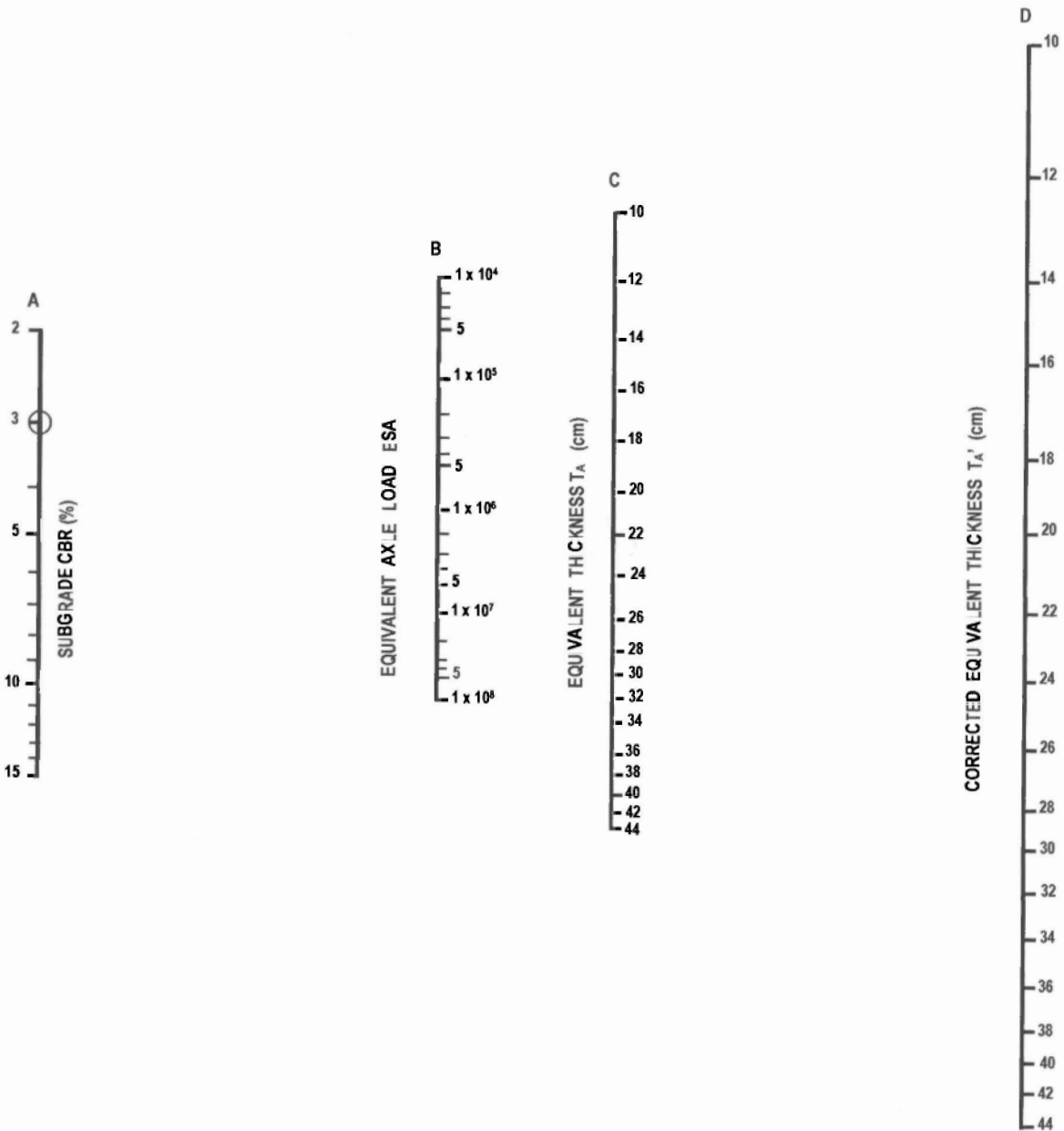
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
 DAN TRAFIK

KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

No. Kad Matrik

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



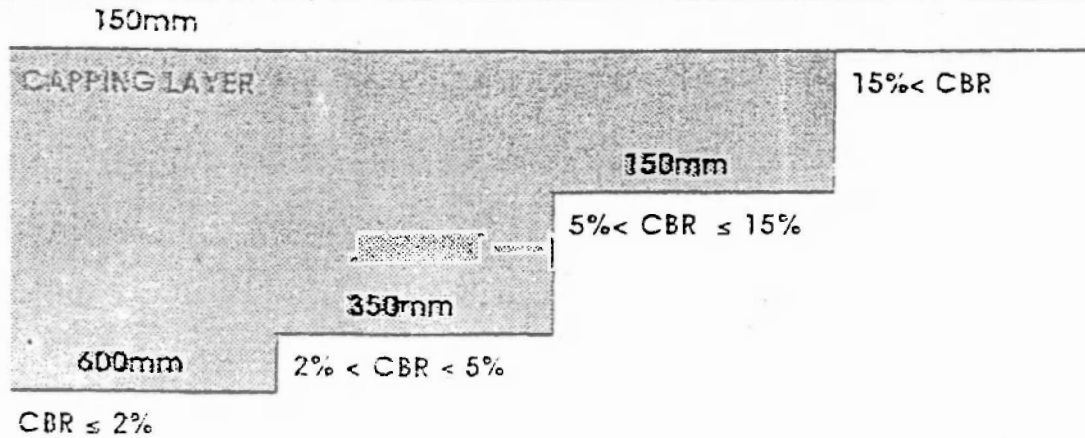
Rajah 1: Nomograf Rekabentuk Ketebalan

**Sila lampirkan helaian ini bersama-sama buku jawapan anda*

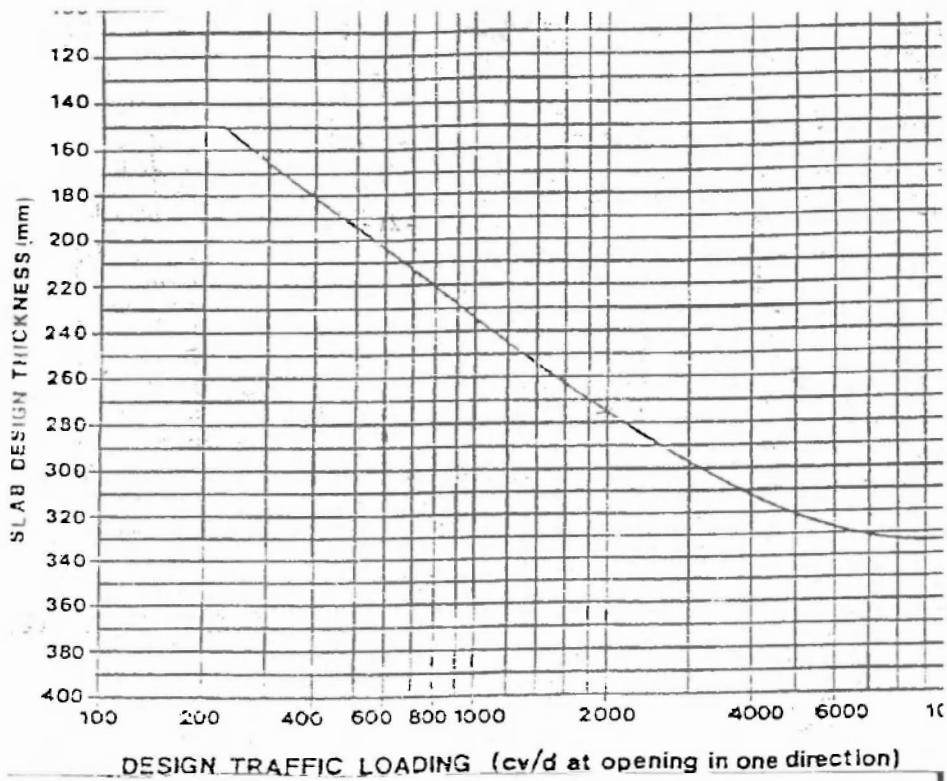
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI	: I/ 2009/10	KURSUS	: 3 DFA/DFT
MATAPELAJARAN	: KEJURUTERAAN JALAN RAYA DAN TRAFIK	KOD	: DFC 3033
		MATAPELAJARAN	

CBM3, or C15 Wet Lean Concrete Sub-base



Rajah 2: Rekabentuk Sub-Tapak dan Capping Layer (Chart 2)



Rajah 3: Rekabentuk ketebalan untuk turapan tegar dengan JURCP (Chart 6)

PEPERIKSAAN AKHIR


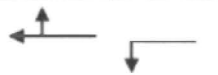

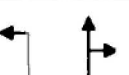
SEMESTER/SESI : I/ 2009/10
 MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
 DAN TRAFIK

KURSUS : 3 DFA/DFT
 KOD : DFC 3033
 MATAPELAJARAN

No. Kad Matrik

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

Jadual 18: Data Lalulintas Di Persimpangan Searas

Fasa	Fasa 1		Fasa 2		Fasa 3		Fasa 4	
Arah	A	B	A	B	A	B	A	B
								
Aliran, q (ukp/j)	255	986	457	256	128	146	247	112
Aliran Tepu, S (ukp/j)	1785	3250	3250	1785	1785	3250	1785	3250
q/S								
Y								

**Sila lampirkan helaian ini bersama-sama buku jawapan anda*

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/ 2009/10

KURSUS : 3 DFA/DFT

MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
DAN TRAFIKKOD : DFC 3033
MATAPELAJARAN

RUMUS

$$C = C_i \times f_w \times f_{HV}$$

$$DDHV = DHV \times D$$

$$N = DDHV / S$$

$$SF = v/c \times C$$

$$DHV = AADT \times K$$

AADT (akhir hayat rekabentuk) = AADT (setelah tamat pembinaan)*(1 + r)^x

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

$$V_c = \frac{V_o [(1+r)^x - 1]}{r}$$

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

$$JBGP = V_c \times e$$

$$V_c = PLH \times \frac{1}{2} \times 365 \times \frac{P_c}{100}$$

$$C = 10 \times c$$

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

$$NPV = \frac{B_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n}$$

$$\text{Faedah, } B = \sum \frac{B_i}{(1+r)^i}$$

$$\text{Kos, } C = \sum \frac{C_i}{(1+r)^i} + C_a$$

$$PV(\text{kos}) = X + C_a \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} + \sum C_i (1+r)^{-i} - Z(1+r)^{-n}$$

$$EAC = \left[X + \sum C_i (1+r)^{-i} - Z(1+r)^{-n} \right] \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} + C_a$$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I/2009/10

KURSUS

: 3 DFA/DFE

MATAPELAJARAN : KEJURUTERAAN JALAN RAYA
DAN TRAFIK

KOD

: DFC 3033

MATAPELAJARAN

RUMUS

$$y = 100 \sum_{i=1}^n \frac{(B_i - C_i) - x}{x}$$

$$NTV = \sum_{i=1}^n (B_i - C_i)(1+r)^{n-i}$$

$$FYRR = \frac{(B_i - C_i)}{C_i}$$

$$(F/P, i, n) = (1+i)^n$$

$$(P/F, i, n) = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$(A/F, i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

$$(A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$(F/A, i, n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$(P/A, i, n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$I = R + a$$

$$S = 525 W$$

$$Co = \frac{1.5L + 5}{1 - Y}$$

$$G = Co - \sum L$$

$$k_n = g_n + l - a$$

$$L = I - a + l$$

$$g_n = \frac{y_n}{Y} G$$