

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS**

JUDUL: PENILAIAN TERHADAP CAMPURAN HALUS  
BERGRED TERBUKA

SESI PENGAJIAN: 2006/2007

Saya NOR ZOLHANITA BINTI AHMAD TARMIDI  
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (PSM/ ~~Sarjana/ Doktor Falsafah~~)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan (✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/ badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

\_\_\_\_\_  
(TANDATANGAN PENULIS)

\_\_\_\_\_  
(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap:

NO 4A, KG KUALA TEMEKAH  
09300 KUALA KETIL  
KEDAH

DR MOHD ROSLI BIN HAININ  
Nama Penyelia

Tarikh: APRIL 2007

Tarikh: APRIL 2007

- CATATAN:
- \* Potong yang tidak berkenaan.
  - \*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/ organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.
  - ◆ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Awam”

Tandatangan : .....

Nama Penyelia: **DR MOHD ROSLI BIN HAININ**

Tarikh : **23 APRIL 2007**

**PENILAIAN TERHADAP CAMPURAN HALUS BERGRED TERBUKA**

**NOR ZOLHANITA BINTI AHMAD TARMIDI**

**Laporan projek ini dikemukakan  
Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Awam**

**Fakulti Kejuruteraan Awam  
Universiti Teknologi Malaysia**

**April 2007**

“Saya akui karya yang bertajuk ‘Penilaian Terhadap Campuran Halus Bergred Terbuka’ adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya nyatakan sumbernya”

Tandatangan : .....

Nama Penulis : **NOR ZOLHANITA BINTI AHMAD TARMIDI**

Tarikh : **23 APRIL 2007**

*Sejuta terima kasih Kepada Ayahanda dan Bonda tercinta,  
Radziah binti Abdul Rahman,  
Semua ini anakanda hadiahkan buatmu...&  
Arwahyarham Ahmad Tarmidi bin Tijo..  
Sedih kerana ayahanda tidak dapat bersama meraikan kejayaan anakanda...*

*Buat adinda tersayang,  
Nuzul Umi binti Ahmad Tarmidi,  
Terima kasih kerana selalu ada di saat kanda memerlukanmu....*

*Dan buat yang teristimewa,  
Calvin Dawil,  
Terima kasih kerana selalu berada di sisi...*

*Serta teman-teman seperjuangan,  
Yang mewarnai diari hidupku  
Terima kasih di atas segalanya...*

## **PENGHARGAAN**

Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin-Nya akhirnya tesis ini akhirnya berjaya disiapkan pada masa yang ditetapkan. Segala penat lelah dan usaha yang telah dicurahkan saya abadikan di dalam buku ini.

Di sini saya ingin mengucapkan sejuta penghargaan dan terima kasih kepada penyelia, Dr Mohd Rosli bin Hainin yang banyak memberikan tunjuk ajar ,nasihat, bantuan dan panduan sepanjang tempoh menyiapkan projek sarjana muda ini. Tidak lupa juga kepada semua kakitangan Makmal Kejuteraan Jalan Raya dan Lalulintas kerana tidak jemu memberi bantuan dan tunjuk-ajar dari awal sehingga akhir kajian ini dijalankan.

Ucapan terima kasih juga kepada rakan seperjuangan, Wan Ewirda Wan Zalik dan Nurhasyidah Suhaimi yang sering menghulurkan bantuan sepanjang tempoh setahun ini. Seterusnya buat keluarga dan teman-teman yang sangat memahami dan memberi dorongan dan galakan yang tidak putus, serta semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam proses menyiapkan projek ini.

Semoga hasil kerja yang tidak seberapa ini akan memberi manfaat pada masa hadapan dan diberkati oleh-Nya.

## ABSTRAK

Campuran bergred terbuka (OGFC) telah digunakan oleh beberapa jabatan perngangkutan jalan di beberapa buah negara. Ia merupakan lapisan haus, yang mengandungi agregat yang bersaiz sekata. Tujuan utama kajian ini dijalankan adalah untuk menilai kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran campuran halus bergred terbuka di dalam makmal, dan menyarankan rekabentuk yang bersesuaian untuk campuran halus bergred terbuka. Aggegat dari debu kuari dan PG76 digunakan sebagai bitumen digunakan di dalam rekabentuk campuran yang baru ini. Sampel-sampel diuji di dalam ujian Lelasan Cantabro, dimana ia diuji di dalam keadaan berumur dan tidak berumur dan ujian lompong udara dijalankan untuk mendapatkan kandungan bitumen optimum (OBC). Setelah OBC ditetapkan, campuran diuji dengan ujian kebolehtelapan dan ujian rintangan kegelinciran. Sampel OGFC 14 turut disediakan untuk membandingkan keputusan ujian dengan campuran halus bergred terbuka. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, jelas menunjukkan bahawa prestasi campuran halus bergred terbuka di dalam kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran lebih baik berbanding OGFC 14.

## **ABSTRACT**

Open-Graded Friction Course (OGFC) had been used by several states departments of transportation since 1950. It is a wearing course, which consists of an aggregate with relatively uniform grading. The primary objectives of this study are to evaluate the permeability and skid-resistance of fine open-graded mix in the laboratory, and recommend a rational mix design for the fine open-graded mix. Quarry dust aggregate and PG76 as the bitumen were used in this new design mix. The samples were evaluated for Cantabro abrasion, which test the samples in aged and unaged condition and air void test to obtain optimum bitumen content (OBC). After the OBC was stated, the mixes were test in permeability test and skid resistance test. The samples of normal OGFC 14 were prepared to compare with the samples of fine open-graded friction course. Based on the result from all the tests, it shows that the fine open-graded friction course design is better in permeability and skid resistance compared with OGFC 14.

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PERAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	x
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xiii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xv
 <b>BAB I</b>	 <b>PENDAHULUAN</b>	 1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Penyataan Masalah	2
	1.3 Matlamat dan Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Kepentingan Kajian	4
 <b>BAB II</b>	 <b>KAJIAN LITERATUR</b>	 5
	2.1 Pengenalan	5

2.2	Kebaikan Turapan Campuran Bergred Terbuka	6
2.2.1	Meningkatkan Rintangan Geseran Pada Permukaan Basah	6
2.2.2	Fenomena <i>Hydroplaning</i>	8
2.2.3	Mengurangkan Kesan Percikan	9
2.2.4	Meningkatkan Kadar Penglihatan Semasa Hujan dan Waktu Malam	11
2.2.5	Mengurangkan Kebisingan	11
2.3	Gred Rekabentuk yang Disarankan	13
2.4	Kebolehtelapan	14
2.4.1	Persamaan Kebolehtelapan	15
2.4.2	Persamaan Terbitan Mudah	16
2.5	Rintangan Kegelinciran	18
2.5.1	Pengukuran Rintangan Kegelinciran	18

### **BAB III      METODOLOGI**

3.1	Pengenalan	20
3.2	Prosedur Rekabentuk Campuran Halus Bergred Terbuka	22
3.3	Pemilihan Bahan	24
3.3.1	Ujian Analisis Ayakan	25
3.3.2	Ujian Penentuan Graviti Tentu Agregat Halus	26
3.4	Pemilihan Gred Rekabentuk	28
3.5	Penentuan Nilai Kandungan Bitumen Optimum	28
3.5.1	Sampel Campuran Halus Bergred Terbuka	28
3.5.1.1	Prosedur Penyediaan Sampel Ujian	29
3.5.2	Ujian Penentuan Peratus Lompang Udara	31
3.5.3	Ujian Lelasan Cantabro	32
3.6	Ujian Kebolehtelapan	33
3.6.1	Prosedur Ujian Kebolehtelapan	34

3.7	Ujian Rintangan Kegelinciran	36
3.7.1	Prosedur Ujian Rintangan Kegelinciran	37
3.8	Analisis Kebolehtelapan	38
3.9	Analisis Rintangan Kegelinciran	39
<b>BAB IV</b>	<b>DATA DAN ANALISIS</b>	<b>40</b>
4.1	Ujian Analisis Ayakan	40
4.2	Ujian Penentuan Graviti Tentu Agregat Halus	40
4.3	Penentuan Kandungan Bitumen Optimum	41
4.4	Hubungan antara Kebolehtelapan dan Peratus Lompang	43
4.5	Rintangan Kegelinciran	45
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>46</b>
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Cadangan	48
	<b>RUJUKAN</b>	<b>49</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>51</b>

## SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Nilai rintangan geseran dan kecerunan geseran untuk 4 ujikaji yang menggunakan jenis turapan yang berbeza [ Brunner, R.J, (1975)]	7
2.2	Gred rekabentuk campuran porous yang dianjurkan oleh NAPA	13
2.3	Gred rekabentuk campuran porous yang dianjurkan oleh FHWA	13
2.4	Gred rekabentuk campuran bagi campuran porous oleh JKR	14
2.5	Kadar Ketelapan [ Westerman,(1998)]	16
2.6	Nombor rintangan yang lazim digunakan (Jayawickrama et al., 1996)	19
3.1	Gred rekabentuk campuran bagi campuran porous	23
3.2	Gred rekabentuk campuran halus bergred terbuka	24
4.1	Nilai kandungan lompang udara untuk kandungan bitumen yang berbeza	41
4.2	Peratus purata kehilangan berat sampel tidak berumur	42
4.3	Peratus purata kehilangan berat sampel tidak berumur	42
4.4	Perbandingan nilai ujian untuk kandungan bitumen 6.0% dengan spesifikasi	43

4.5	Nilai pekali kebolehtelapan dan peratus lompong udara untuk campuran halus bergred terbuka dan OGFC 14	44
-----	---	----

## SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Perbandingan nombor dan kecerunan geseran bagi jenis turapan berbeza[Adam et al., (1974)]	8
2.2	Fenomena <i>hydroplaning</i>	8
2.3	OGFC dapat mengurangkan kesan percikan ketika hujan sewaktu memandu	10
2.4	Penilaian kebisingan terhadap turapan permukaan yang berbeza	12
2.5	Campuran bergred terbuka yang berketelapan tinggi	15
3.1	Carta alir Metodologi Kajian	21
3.2	<i>Laboratory Asphalt Permeameter</i>	33
3.3	Dimensi Alat Permeameter (ASTM PS 129)	34
3.4	<i>Portable Skid Resistance Tester</i>	36
3.5	Bahagian-bahagian dalam <i>Portable Skid Resistance Tester</i>	37

## SENARAI SIMBOL

OGFC	Open-graded friction course
SRSS	Skid Resistant Silent Surfacing
HMA	Hot Mix Asphalt
NAPA	National Asphalt Pavement Association
HWA	Federal Highway Administration
JKR	Jabatan Kerja Raya
NKVE	Lebuhraya Baru Lembah Kelang
TASAS	Traffic Accident Surveillance and Analysis System
TRRL	Transport and Road Research Lab
ODOT	Oregon Department of Transportation
SR	State Route
NCAT	National Center for Asphalt Technology
k	Kebolehtelapan,(cm/s);
V <sub>a</sub>	Lompang udara
T	Ketebalan, (cm)
C	Faktor bentuk; bersamaan 1/180 partikel sfera
D <sub>s</sub>	Diameter purata partikel
n	Peratus efektif kandungan udara dalam medium poros dengan dengan anggapan semua lompang menyumbang kepada pengaliran bendalir
y	9.79 kN/m <sup>3</sup>
μ	Kelikatan bendalir = 10 <sup>-3</sup> kg/ (m/s) untuk air

C	Pekali malar berdasarkan anggapan bentuk lompong udara (Walsh dan Brace [1994])
S	Parameter luas permukaan; ditakrifkan sebagai nisbah jumlah luas permukaan lompong udara terhadap fasa antara muka pepejal kepada jumlah keseluruhan isipadu bahan porous, dan
T	Nisbah bahan panjang laluan bendalir dalam garis lurus antara aliran masuk dan keluar
F	Rintang gesean untuk bergerak di atas permukaan rata
L	Daya yang dikenakan selari dengan permukaan
SN	Nombor Kegelinciran
a	Luas paip silinder
L	Ketebalan sampel
A	Luas permukaan spesimen
t	Purata masa aliran air di antara turus penurunan
$h_1$	Bacaan turus pada masa $t_1$
$h_2$	Bacaan turus pada masa $t_2$
h	Perbezaan turus hidraulik antara spesimen
$G_{mb}$	Graviti tentu spesimen padat
$G_{mm}$	Graviti tentu maksimum teori
M	Jisim
V	Isipadu
$SG_{bit}$	Graviti tentu bitumen

## SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
1	Data Ujian Ayakan Untuk Debu Kuari	52
2	Graf Semi-logaritma untuk Debu Kuari	53
3	Data Ujian Penentuan Graviti Tentu Agregat Halus	54
4	Ujian Kandungan Lompang Udara	55
5	Data ujian Lelasan Cantabro bagi Sampel Tidak Berumur	56
6	Data ujian Lelasan Cantabro bagi Sampel Berumur	57
7	Pekali kebolehtelapan untuk 6 Sampel Campuran Halus Bergred Terbuka	58
8	Graf Hubungan Kebolehtelapan dan Peratus Lompang Udara bagi Campuran Halus Bergred Terbuka	59
9	Pekali kebolehtelapan untuk 6 Sampel Campuran Bergred Terbuka (OGFC 14)	60
10	Graf Hubungan Kebolehtelapan dan Peratus Lompang Udara bagi OGFC 14	61
11	Data Ujian Rintangan Kegelinciran	62

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Campuran bergred terbuka atau *open-graded friction course* (OGFC) merupakan lapisan yang lazimnya digunakan sebagai lapisan haus. Campuran ini mengandung agregat yang besar dan sekata serta sedikit agregat yang bersaiz halus serta pengisi mineral. Antara ciri-ciri keselamatan campuran turapan bergred terbuka adalah rintangan kegelinciran yang baik dan turapan permukaan cepat menelap air.

Campuran bergred terbuka telah direkabentuk dengan kandungan lompong sebanyak 15 hingga 25 peratus; iaitu julat yang membenarkan air di permukaan memasuki struktur turapan dan mengalir masuk dengan cepat ke bawah struktur. Tekstur makro yang terdapat pada campuran bergred terbuka adalah lebih tinggi daripada campuran padat maka struktur ini akan meningkatkan kekasaran permukaan jalan dan meningkatkan rintangan kegelinciran pada lapisan permukaan serta mengurangkan kemungkinan berlakunya fenomena *hydroplaning*. [1]

Turapan ini mula diperkenalkan di Oregon pada tahun 1930an untuk meningkatkan rintangan kegelinciran [2] dan telah digunakan sejak tahun 1950 di beberapa tempat di Amerika Syarikat untuk meningkatkan rintangan geseran permukaan pada turapan jalan. Washington, Oregon dan California menggunakan campuran bergred terbuka untuk memberikan impak yang baik kepada alam sekitar dan juga rintangan kegelinciran dengan tujuan menjadikan pembinaan yang baru dan jalan yang diturap semula lebih tahan lasak.[5]

Walaupun, penggunaannya di Malaysia masih lagi terhad. Campuran bergred terbuka baru sahaja diperkenalkan pada 1991 di Malaysia apabila Jabatan Kerja Raya mengambil projek menurap semula Jalan Persekutuan antara Cheras dan Beranang menggunakan *Skid Resistant Silent Surfacing* (SRSS). Bermula daripada waktu itu, pelbagai rekabentuk campuran bergred terbuka dikaji di pelbagai lokasi diseluruh negara. [3]

## **1.2 Kenyataan Masalah**

Kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran merupakan masalah yang sering dihadapi di dalam pembinaan jalan. Oleh kerana lazimnya turapan jalan raya menggunakan turapan konkrit berasfalt, maka ia tidak berupaya untuk menyalirkan air kerana strukturnya yang padat. Masalah ketidakbolehtelapan dan kegelinciran mudah berlaku terutamanya pada permukaan yang basah sewaktu hujan lebat. Kadar kemalangan akan meningkat kerana air yang tidak dapat menelap masuk ke dalam struktur akan menyebabkan kurangnya rintangan geseran antara permukaan jalan dan tayar.

### **1.3 Matlamat dan Objektif Kajian**

Matlamat utama kajian adalah untuk menilai ciri-ciri fizikal campuran halus bergred terbuka apabila dikenakan air dan kesan terhadap kegelinciran apabila berlaku geseran antara tayar dan permukaan campuran. Objektif kajian ini adalah untuk merekabentuk campuran halus bergred terbuka yang tertahan pada saiz ayakan 4.75 mm dan menilai kadar kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran campuran.

### **1.4 Skop Kajian**

Kajian difokuskan dalam merekabentuk campuran halus bergred terbuka dan mengkaji kadar kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran campuran. Campuran direkabentuk menggunakan agregat debu kauri dengan saiz nominal 4.75 mm dan PG76 sebagai bitumen. Kajian hanya dihadkan di dalam makmal dengan menggunakan *Laboratory Asphalt Permeameter* yang berkonsepkan kaedah turus menurun untuk menguji kadar kebolehtelapan sampel dan *Portable Skid Resistance Tester* untuk menguji nilai rintangan kegelinciran. Campuran halus bergred terbuka dibandingkan prestasinya dengan OGFC 14 di dalam ujian kebolehtelapan dan rintangan kegelinciran.

## **1.5 Kepentingan Kajian**

Campuran halus bergred terbuka ini sesuai diaplikasikan untuk pembinaan yang memerlukan ciri-ciri turapan permukaan yang halus, berketahanan tinggi terhadap suhu, kadar kebolehtelapan yang tinggi dan nilai rintangan kegelinciran yang baik seperti litar lumba dan landasan kapal terbang. Walaupun cuaca di Malaysia lazimnya menerima hujan lebat sepanjang tahun, campuran halus bergred terbuka sesuai digunakan kerana kandungan lompong udaranya yang tinggi akan memberikan kadar kebolehtelapan yang tinggi seterusnya mengurangkan kegelinciran. Kelebihan ini dapat mengurangkan risiko kemalangan sewaktu hujan kerana masalah permukaan basah dan licin akan dapat diatasi oleh campuran ini.