

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL : **KAJIAN HUBUNGKAIT ANTARA HALANGAN GELINCIRAN, KETEBALAN MAKRO TEKSTUR DAN KETEBALAN FILEM BITUMEN UNTUK CAMPURAN BITUMEN PANAS**

SESI PENGAJIAN : **2008/2009**

Saya **MOHD FAHMI BIN MOHAMAD SABRI**
(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 hak milik 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 : **44 KAMPUNG SURAU, UTAN AJL, 01000 KANGAR, PERLIS.**

PM. DR. MOHD ROSLI BIN HAININ

Tarikh : **4 MEI 2009**

Tarikh : **4MEI 2009**

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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus atau 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 : PM. DR. MOHD ROSLI BIN HAININ
Tarikh : 4 MEI 2009

KAJIAN HUBUNGKAIT ANTARA HALANGAN GELINCIRAN, KETEBALAN
MAKRO TEKSTUR DAN KETEBALAN FILEM BITUMEN UNTUK
CAMPURAN BITUMEN PANAS

MOHD FAHMI BIN MOHAMAD SABRI

Laporan projek ini dikemukakan
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
pengahugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Awam

Fakulti Kejuruteraan Awam
Universiti Teknologi Malaysia

MEI 2009

“Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya”.

Tandatangan :

Nama Penulis : MOHD FAHMI BIN MOHAMAD SABRI

Tarikh : 4 MEI 2009

Terima kasih buat mak, Rohdziah Bt Hashim dan ayah, Mohamad Sabri B Zakaria serta abang Farid dan adik - adik Farhan, Faizah, Sakinah dan Firdaus di atas sokongan dan dorongan yang membina. Tak lupa juga untuk teman - teman seperjuangan yang turut membantu tanpa mengenal erti jemu.

Terima kasih semua.

PENGHARGAAN

Pertama sekali syukur saya kehadiran Illahi di atas limpah dan rahmatNya kerana dapat saya siapkan tesis ini dalam jangka waktu yang telah ditetapkan. Seterusnya ucapan jutaan terima kasih saya ucapkan kepada PM Dr Mohd Rosli Bin Hainin di atas kritikan, tunjuk ajar dan cadangan yang membina dalam menyiapkan tesis ini dengan jayanya.

Tidak lupa saya ucapkan terima kasih tidak terhingga kepada pembantu – pembantu makmal pengangkutan yang terdiri daripada En Suhaimi, En Sahak, En Ahmad Adin, En Abdul Rahman dan En Azman. Jasa baik mereka ini sememangnya tidak dapat terbalas dengan wang ringgit tetapi hanya ucapan terima kasih yang mampu diungkapkan.

Akhir sekali saya ingin ucapkan berbanyak terima kasih kepada semua rakan taulan yang sudi membantu dan memberi dorongan yang membina sehingga akhirnya berjaya menyiapkan tesis ini.

ABSTRAK

Pada masa kini, jaringan jalan raya di Malaysia kian bertambah seiring dengan pembangunan negara. Ini menyebabkan penambahan jumlah kadar kemalangan jalan raya. Salah satu faktor tersebut adalah kenderaan mengalami masalah kegelinciran ketika memandu di jalan raya. Objektif kajian adalah untuk mengkaji hubungkait antara halangan gelinciran, ketebalan makro tekstur dan ketebalan filem bitumen. Kajian ini melibatkan campuran bitumen panas seperti *Asphatic Konkrit Lapisan Haus* (ACW 10, ACW 14, ACW 20) dan *Stone Mastic Asphalt* (SMA 14). Ujian yang terlibat dalam kajian ini adalah ujian pendulum mudah alih bagi mendapatkan nilai halangan gelinciran, ujian tampalan pasir bagi mendapatkan ketebalan makro tekstur dan nilai ketebalan filem bitumen. Hasil daripada kajian ini menunjukkan bahawa nilai ketebalan makro tekstur bagi campuran ACW 10 adalah paling rendah iaitu 1.40 mm dan campuran SMA 14 adalah paling tinggi iaitu 2.50 mm. Bagi nilai halangan gelinciran pula nilai tertinggi adalah campuran ACW 10 iaitu 102.7 dan campuran yang terendah ialah SMA 14 iaitu 76.8. Nilai ketebalan filem bitumen yang terendah ialah campuran ACW 14 iaitu 14.7 microns dan yang tertinggi ialah campuran SMA 14 iaitu 19.3 microns. Daripada kajian ini menunjukkan bahawa nilai halangan gelinciran berkadar songsang dengan ketebalan makro tekstur di mana apabila nilai halangan gelinciran semakin tinggi, nilai ketebalan tekstur permukaan menjadi rendah dan sebaliknya. Keputusan juga menunjukkan bahawa ketebalan filem bitumen meningkat menyebabkan halangan gelinciran menurun.

ABSTRACT

Nowadays, the road network in Malaysia are growing in numbers along with the developments in country. This has resulted in increase in number of road accidents. One of the factors causing the accidents is vehicle skidding while on the road. The objective of this study is to determine the relationship between skidding resistances, macro texture depth and film thickness of bitumen. The hot mix asphalt used in this study were Asphaltic Concrete for Wearing (ACW 10, ACW 14, ACW 20) and Stone Mastic Asphalt (SMA 14). The tests done in this study were portable pendulum tester to define skidding resistance value, sand patch test to define macro texture depth and bitumen film. From this study, it shows that macro texture depth for ACW 10 mix is the lowest which is 1.40 mm while SMA 14 is the highest which is 2.50 mm. The highest skidding resistance is ACW 10 mix which is 102.7 and the lowest is SMA 14 mix which is 76.8. The lowest film bitumen thickness is ACW 14 which is 14.7 microns and highest is SMA 14 mix which is 19.3 microns. From this study, it shows that skidding resistance value is inversely proportional with macro texture depth where the skidding resistance value is higher when the macro texture depth is lower and likewise. And the results also suggest that film thickness increases the skidding resistance decreases.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xiii
	SENARAI RINGKASAN	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
1	Pengenalan	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Kenyataan masalah	2
	1.3 Objektif kajian	3
	1.4 Skop kajian	3
	1.5 Kepentingan kajian	4

2	KAJIAN LITERATUR	5
2.1	Rintangan Gelinciran	
2.1.1	Sejarah Rintangan Gelinciran	5
2.1.2	Penilaian Halangan Gelincian	6
2.1.3	Faktor yang mempengaruhi halangan gelinciran	8
2.1.3.1	Tekstur permukaan jalan	9
2.1.3.2	Struktur tayar.	10
2.1.3.3	Bunga tayar	11
2.1.3.4	Ketebalan bunga tayar	12
2.1.3.5	Sifat Geometri Jalan	13
2.1.3.6	Sikap Pemandu	13
2.1.3.7	Keupayaan Kenderaan	14
2.2	Ketebalan Makro Tekstur	15
2.3	Ketebalan Filem Bitumen	17
3	METADOLOGI	19
3.1	Pengenalan	19
3.2	Penyediaan campuran bitumen panas	21
3.3	Penggredan agregat	21
3.3.1	Peralatan	22
3.3.2	Prosedur	22
3.3.3	Spesifikasi penggredan	23
3.4	Graviti tentu pukal agregat	24
3.4.1	Penentuan graviti tentu agregat kasar (AASHTO T 85 & ASTM C 127)	25
3.4.2	Penentuan graviti tentu agregat halus	26
3.5	Analisis basuhan ayakan untuk mineral pengisi	27
3.5.1	Radas	27
3.5.2	Prosedur	27
3.6	Pengikat Berbitumen	28
3.7	Ujian Teori Ketumpatan Maksimum, TMD (Campuran Longgar)	29

3.7.1	Peralatan	29
3.7.2	Prosedur	30
3.8	Ujian Lelehan (Draindown)	31
3.8.1	Peralatan	31
3.8.2	Prosedur	31
3.9	Ujian Sampel Marshall	32
3.10	Analisis Data	34
3.10.1	Graviti Tentu Pukal	34
3.10.2	Penentuan Jumlah Lompang Dalam Campuran (VIM)	35
3.10.3	Penentuan Jumlah Lompang Terisi Bitumen (VFB)	36
3.10.4	Ujian Aliran dan Kestabilan	36
3.11	Penentuan Berat Sampel	37
3.12	Penyediaan sampel	38
3.13	Ujian Halangan Gelinciran	39
3.13.1	Spesifikasi alat Penguji Daya Geseran Pendulum Mudah Alih	40
3.13.2	Dimensi alat Penguji Daya Geseran Pendulum Mudah Alih	41
3.13.3	Kelebihan dan Kelemahan Alat Penguji Daya Geseran Pendulum Mudah Alih.	41
3.13.4	Prosedur ujikaji	42
3.14	Ujian Tampalan Pasir	43
3.14.1	Spesifikasi alat bagi ujian tampalan pasir	44
3.14.2	Dimensi alat bagi kaedah tampalan pasir	44
3.14.3	Kebaikan dan Kelemahan Kaedah Tampalan Pasir	45
3.14.4	Prosedur Ujikaji	45
3.15	Ketebalan filem bitumen	47
3.15.1	Isipadu bitumen berkesan	48
3.15.2	Faktor luas permukaan	49
3.15.3	Berat agregat	50
3.16	Keputusan yang diramalkan	50

4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	51
4.1	Pendahuluan	51
4.2	Analisis Ayakan	51
	4.2.1 Analisis Basuhan Ayakan	56
	4.2.2 Graviti Tentu	56
	4.2.3 Bitumen	57
4.3	Penentuan Teori Maksimum Ketumpatan (TMD)	58
4.4	Ketumpatan Pasir	58
4.5	Berat Sampel	59
4.6	Ujian Marshall	60
	4.6.1 Kandungan Bitumen Optimum	61
	4.6.2 Spesifikasi dan keputusan ujian Marshall	62
	4.6.3 Keputusan Ketumpatan Pukal Campuran	64
4.7	Keputusan Ujian	64
	4.7.1 Keputusan Ujian Tampalan Pasir	65
	4.7.2 Keputusan Ujian Halangan Gelinciran	66
	4.7.3 Keputusan Ketebalan Filem Bitumen	67
4.8	Hubungkait Antara Halangan Gelinciran, Ketebalan Makro Tekstur dan Ketebalan Filem Bitumen	68
	4.8.1 Hubungkait antara Halangan Gelinciran dengan Ketebalan Makro Tekstur	68
	4.8.2 Hubungkait antara Halangan Gelinciran dengan Ketebalan Filem Bitumen	69
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	71
5.1	Pendahuluan	71
5.2	Kesimpulan	71
5.3	Cadangan	72
	RUJUKAN	73
	LAMPIRAN	75

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	HALAMAN
2.1	Jenis tekstur permukaan	10
3.1	Spesifikasi penggredan untuk ACW 10, ACW 14 dan ACW 20. (Sumber : Spesifikasi JKR / SPJ / 2005)	23
3.2	Spesifikasi penggredan untuk SMA 14 (Sumber : Spesifikasi JKR / SPJ / 2007)	24
3.3	Rekabentuk kandungan bitumen	28
3.4	Saiz minimum sampel yang diperlukan untuk teori maksimum graviti tentu (ASTM D 2041)	29
3.5	Dimensi alat Penguji Daya Geseran Pendulum Mudah Alih	41
3.6	Faktor luas permukaan setiap saiz ayak. (Sumber : NCAT, 1996)	49
4.1	Analisis ayakan untuk ACW 10	52
4.2	Analisis ayakan untuk ACW 14	53
4.3	Analisis ayakan untuk ACW 20	54
4.4	Analisis ayakan untuk SMA 14	55
4.5	Analisis ayakan basuhan	56
4.6	Graviti tentu bahan yang digunakan	57
4.7	Keputusan ujian teori maksimum ketumpatan	58
4.8	Berat sampel	59
4.9	Keputusan ujian Marshall bagi ACW 10	60
4.10	Keputusan ujian Marshall bagi ACW 14	60
4.11	Keputusan ujian Marshall bagi ACW 20	61
4.12	Keputusan ujian Marshall bagi SMA 14	61

4.13	Nilai kandungan bitumen optimum	62
4.14	Spesifikasi dan keputusan ujian Marshall bagi ACW 10	62
4.15	Spesifikasi dan keputusan ujian Marshall bagi ACW 14	63
4.16	Spesifikasi dan keputusan ujian Marshall bagi ACW 20	63
4.17	Spesifikasi dan keputusan ujian Marshall bagi SMA 14	63
4.18	Ketumpatan pukal campuran	64
4.19	Ketebalan Tekstur Permukaan	65
4.20	Perbandingan keputusan ketebalan makro tekstur	65
4.21	Nilai Ujian Halangan Rintangan	66
4.22	Perbandingan keputusan nilai halangan rintangan	67
4.23	Nilai ketebalan filem bitumen	68

SENARAI RAJAH

NO RAJAH	TAJUK	HALAMAN
2.1	Tekstur makro dan mikro	16
3.1	Gambarajah metodologi.	20
3.2	Analisis basuhan ayakan	28
3.3	Bekas kedap udara untuk ujian TMD	30
3.4	Campuran bahan yang telah dicampur	33
3.5	Pemadat Marshall automatik	33
3.6	Graviti tentu untuk sampel yang telah dipadatkan	35
3.7	Sampel direndam dalam air pada suhu 60 °C selama 30 – 40 minit.	37
3.8	Mesin ujian aliran dan kestabilan.	37
3.9	Saiz sampel	38
3.10	Sampel selepas dipadatkan	39
3.11	Sampel selepas dikeluarkan dari acuan.	39
3.12	Peralatan menguji nilai halangan gelinciran.	40
3.13	Peralatan Ujian Tampalan Pasir.	44
3.14	Pasir dituang di atas permukaan sampel.	47
3.15	Pasir diratakan dan bacaan diameter diambil.	48
4.1	Graf analisis ayakan ACW 10	52
4.2	Graf analisis ayakan ACW 14	53
4.3	Graf analisis ayakan ACW 20	54
4.4	Graf analisis ayakan SMA 14	55
4.5	Graf Halangan Gelinciran Melawan Ketebalan Makro Tekstur	69
4.6	Graf PTV Melawan Filem bitumen.	70

SENARAI RINGKASAN

ACW	-	Asphaltic Concrete for Wearing
SMA	-	Stone Mastic Asphalt
JKR	-	Jabatan Kerja Raya
NCAT	-	National Center for Asphalt Technology
TRRL	-	Transport And Road Research Laboratory,
HRB	-	Highway Research Board
RRL	-	Road Research Laboratory
PTV	-	Pendulum Test Value (Nilai Ujian Pendulum)
MTD	-	Mean Texture Depth
TMD	-	Theoretical Maximum Density (Teori Ketumpatan Maksimum)
SPT	-	Sand Patch Test
AASHTO-		American Association of State Highway and Transportation Officials

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
A1	<i>Aggregate Size Distribution And Determination Of Filler (ACW 10)</i>	75
A2	<i>Aggregate Size Distribution And Determination Of Filler (ACW 14)</i>	77
A3	<i>Aggregate Size Distribution And Determination Of Filler (ACW 20)</i>	79
A4	<i>Aggregate Size Distribution And Determination Of Filler (SMA 14)</i>	81
B1	<i>Specific Gravity For Coarse Aggregate (ACW 10)</i>	83
B2	<i>Specific Gravity For Coarse Aggregate (ACW 14)</i>	84
B3	<i>Specific Gravity For Coarse Aggregate (ACW 20)</i>	85
B4	<i>Specific Gravity For Coarse Aggregate (SMA 14)</i>	86
C1	<i>Specific Gravity For Fine Aggregate (ACW 10)</i>	87
C2	<i>Specific Gravity For Fine Aggregate (ACW 14)</i>	88
C3	<i>Specific Gravity For Fine Aggregate (ACW 20)</i>	89
C4	<i>Specific Gravity For Fine Aggregate (SMA 14)</i>	90
D1	<i>Theoretical Maximum Density (ACW10)</i>	91
D2	<i>Theoretical Maximum Density (ACW14)</i>	92
D3	<i>Theoretical Maximum Density (ACW20)</i>	93
D4	<i>Theoretical Maximum Density (SMA14)</i>	94
E1	<i>Marshall Test Results (ACW10)</i>	95
E2	<i>Marshall Test Results (ACW14)</i>	96

E3	<i>Marshall Test Results (ACW20)</i>	97
E4	<i>Marshall Test Results (SMA14)</i>	98
F1	<i>Volumetric Properties (ACW10)</i>	99
F2	<i>Volumetric Properties (ACW14)</i>	101
F3	<i>Volumetric Properties (ACW20)</i>	103
F4	<i>Volumetric Properties (SMA14)</i>	105
G	Ujian Ketumpatan Pasir	107
H	Ujian Ketumpatan Pukal	109
I	Ujian Tampilan Pasir	111
J	Ujian Halangan Gelinciran	115
K	Ketebalan Filem Bitumen	117

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Pada masa kini, Malaysia sudah melangkah kepada negara membangun setanding dengan negara – negara maju yang lain. Oleh kerana pembangunan yang semakin pesat membangun, maka jaringan jalan raya di negara ini juga turut berkembang maju selaras dengan perkembangan tersebut.

Untuk meningkatkan tahap sosio dan ekonomi negara supaya lebih cepat membangun, kerajaan telah membina lebuh raya yang menghubungkan utara dan selatan Semenanjung Malaysia merentasi sembilan buah negeri menghubungkan bandar-bandar utama di bahagian barat Semenanjung Malaysia menjadikan ia lebuh raya terpanjang di Malaysia dengan panjang keseluruhan 847.7 km. Lebuh raya ini menghubungkan antara Bukit Kayu Hitam dan Johor Bahru. Lebuh raya ini merangkumi 674.15 km jalan yang diperbuat daripada bitumen dan 173.55 km jalan yang diperbuat daripada konkrit. (PLUS, 1994)

Jaringan jalan raya amat penting kerana ianya dapat menghubungkan di antara satu tempat dengan tempat yang lain bagi memudahkan sesuatu urusan ataupun kerja tertentu. Sejarah juga membuktikan bahawa pada awal kedatangan British ke Tanah Melayu dahulu mereka membina sistem jalan raya dan jalan kereta api bagi tujuan pengangkutan barang – barang.

Namun, disebalik penyediaan sistem jalan raya tersebut, perkara yang amat penting untuk diambil kira adalah tahap keselamatan pengguna jalan raya. Salah satu faktor penyebab kepada kemalangan jalan raya ialah gelinciran terutama ketika melalui jalan selekoh dan memberhentikan kenderaan secara tiba – tiba. Keadaan ini menjadi lebih berbahaya terutama ketika hari hujan atau keadaan jalan yang berminyak.

Justeru, halangan gelinciran amat diperlukan supaya kenderaan tidak mengalami kegelinciran semasa menggunakan sesuatu jalan raya. Turapan jalan raya memainkan peranan yang penting terhadap keselamatan pengguna jalan raya. Jika permukaan turapan sudah haus dan licin, ia boleh mengakibatkan tayar kenderaan yang dibrek akan bergelincir tanpa berputar. Manakala sekiranya turapan jalan raya lebih kasar, ia akan memberikan pemanduan yang lebih selamat kepada pemandu kerana geseran antara tayar dan turapan jalan lebih tinggi.

1.2 Kenyataan masalah

Salah satu faktor berlakunya kemalangan jalan raya adalah disebabkan oleh kenderaan mengalami masalah kegelinciran ketika memandu di jalan raya. Kegelinciran berlaku disebabkan oleh kegagalan tayar kenderaan untuk mencengkam permukaan turapan dengan baik. Ia bukan sahaja bergantung kepada bunga tayar

tersebut tetapi juga bergantung kepada bahan yang digunakan semasa pembinaan permukaan turapan jalan.

Sekiranya campuran tidak direka bentuk dengan betul dan pemilihan bahan yang tidak tepat dilakukan, ia boleh menyumbang kepada punca berlakunya masalah kegelinciran kenderaan di jalan raya. Kegagalan ini menyebabkan kenderaan sukar dikawal dengan baik oleh pemandu lalu menyebabkan kenderaan terbabas dari laluan yang sebenar.

1.3 Objektif kajian

Dalam melaksanakan kajian ini, semua ujian dilakukan di makmal Pengangkutan UTM. Objektif yang telah dikenal pasti adalah :

- Mengetahui hubungkait antara halangan gelinciran , ketebalan makro tekstur dan ketebalan filem bitumen untuk campuran bitumen panas.

1.4 Skop Kajian

Dalam kajian ini, tumpuan diberikan kepada halangan gelinciran, ketebalan makro tekstur dan ketebalan filem terhadap campuran bitumen panas yang berlainan. Untuk mendapatkan komposisi campuran bitumen yang berbeza – beza, sebanyak empat sampel campuran bitumen disediakan.

Sampel – sampel tersebut terdiri daripada asfaltik konkrit untuk lapisan haus bersaiz nominal maksimum 10 mm ACW 10, lapisan haus bersaiz nominal maksimum 14 mm ACW 14, lapisan haus bersaiz nominal maksimum 20 mm ACW 20 dan *stone mastic asphalt* bersaiz nominal maksimum 14 mm SMA 14.

Antara ujian makmal yang terlibat dalam kajian ini ialah ujian halangan kegelinciran menggunakan Penguji Daya Geseran Pendulum Mudah Alih dan ujian tampalan pasir.

Hasil daripada ujikaji tersebut, nilai tersebut akan digunakan bagi memperoleh kaitan antara halangan gelinciran, ketebalan makro tekstur dan ketebalan filem bitumen. Nilai yang diperolehi adalah berbeza – beza bergantung kepada jenis sampel campuran bitumen yang digunakan.

1.5 Kepentingan Kajian

Kajian ini akan dapat membantu jurutera awam untuk membuat penilaian terhadap kesan kegelinciran berdasarkan data – data yang diperolehi. Data – data ini penting untuk merekabentuk jalan raya menggunakan bahan – bahan tertentu supaya keadaan yang lebih selamat untuk digunakan oleh pemandu jalan raya. Selain itu, melalui kajian ini dapat ditentukan hubungkait antara halangan gelinciran, ketebalan makro tekstur dan ketebalan filem bitumen.