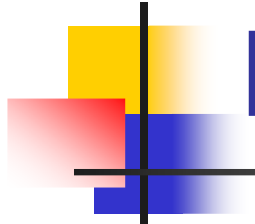


Pengaruh permukaan pavemen terhadap keselamatan jalan (road safety) (Unit Forensik Keselamatan Jalan) Mesyuarat Jawatankuasa Kecil MKJR Bil 1/2010



Penyampai : Ir Hj Abdul Rahman Bin Baharuddin dan Muhd Ridhuan Bin Sulaiman



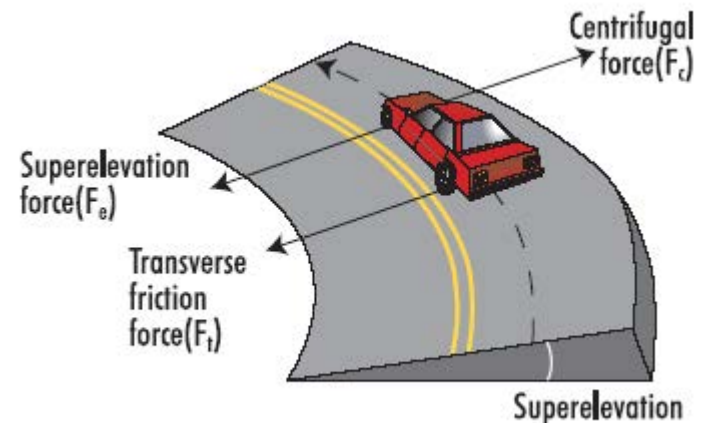
Kajian kemalangan jalan raya

- Unit forensik keselamatan jalan, CKJG ditugaskan untuk mengkaji aspek-aspek jalan raya yang boleh mempengaruhi kejadian kemalangan jalan raya
- Antara kajian yang dijalankan ialah kadar gelinciran permukaan (*skid resistance value*) dan kedalaman tekstur (*texture depth*)

PENGENALAN

- Selain daripada rekabentuk geometri dan aspek audit keselamatan, permukaan pavemen juga memainkan peranan penting dalam safety
- Accident rate increases as the skid resistance of the road decrease (Road Safety Manual PIARC, 2004)
- Permasalahan hanya timbul apabila permukaan jalan basah, di mana 'contact' antara tayar dan permukaan pavemen semakin berkurangan
- Halaju semasa skid terjadi apabila centrifugal force melebihi rintangan daripada tahap kesendengan dan geseran (friction) (Road Safety Manual PIARC, 2004)

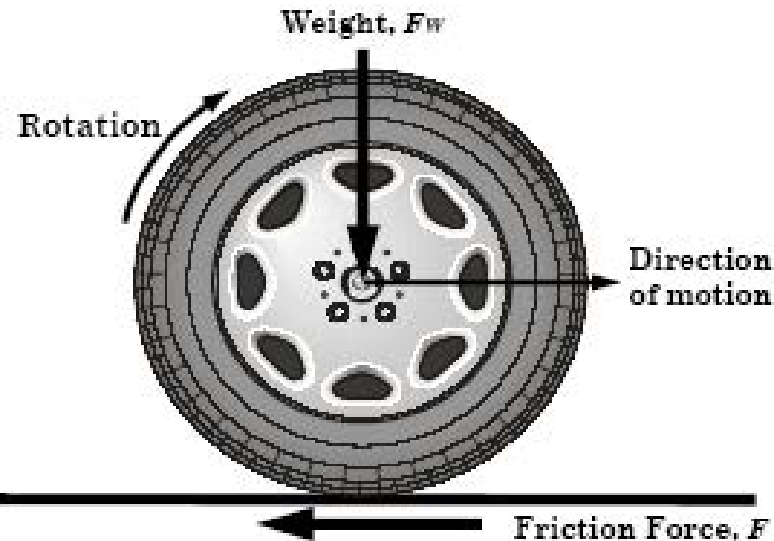
$$V_{\text{skid}} = \sqrt{127R (e + f_t)}$$



Geseran (Friction)

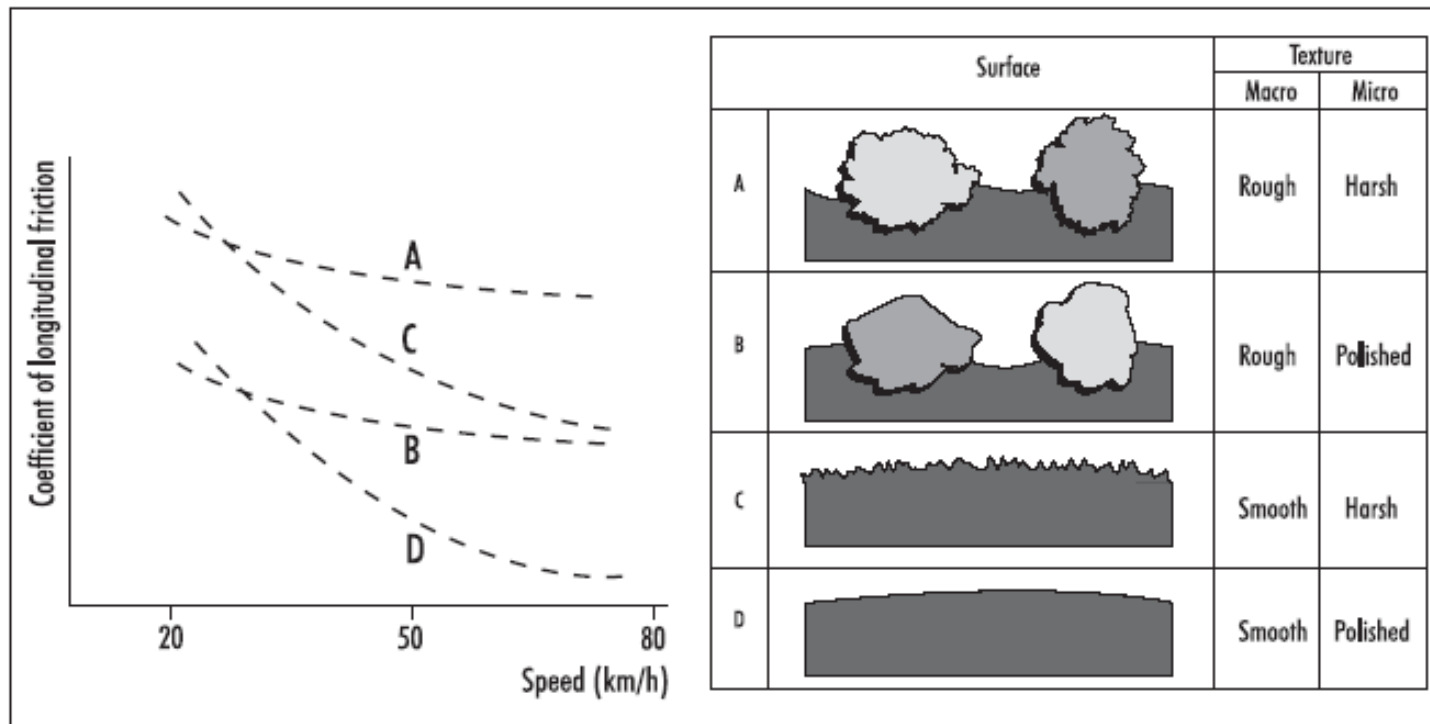
- Geseran boleh didefinisikan sebagai daya rintangan terhadap objek yang bertentangan
- Rintangan gelinciran dan kedalaman tekstur akan mempengaruhi faktor geseran atau lebih dikenali sebagai pekali geseran (Coefficient of Friction). Pekali geseran di darabkan dengan 100 menghasilkan no geseran (Skid Number)

$$\mu = \frac{F}{F_W}$$



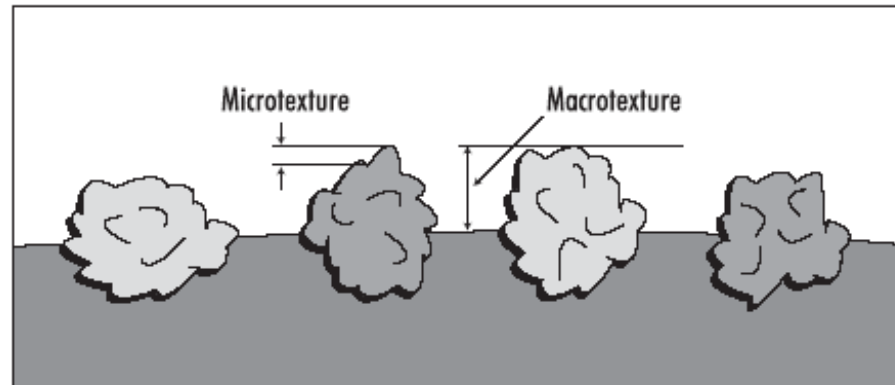
Microtexture dan Macrotexture

- Tekstur mikro memainkan peranan yang lebih ketika kenderaan bergerak perlahan. Bagaimanapun, menurut PIARC, tekstur mikro memainkan peranan penting dalam semua jenis kemalangan
- Tekstur makro pula berperanan menyalirkan air dengan segera dari sentuhan tayar dengan permukaan jalan. Pada kelajuan tinggi, tekstur makro memainkan peranan yang lebih dalam memberi geseran pada permukaan jalan.

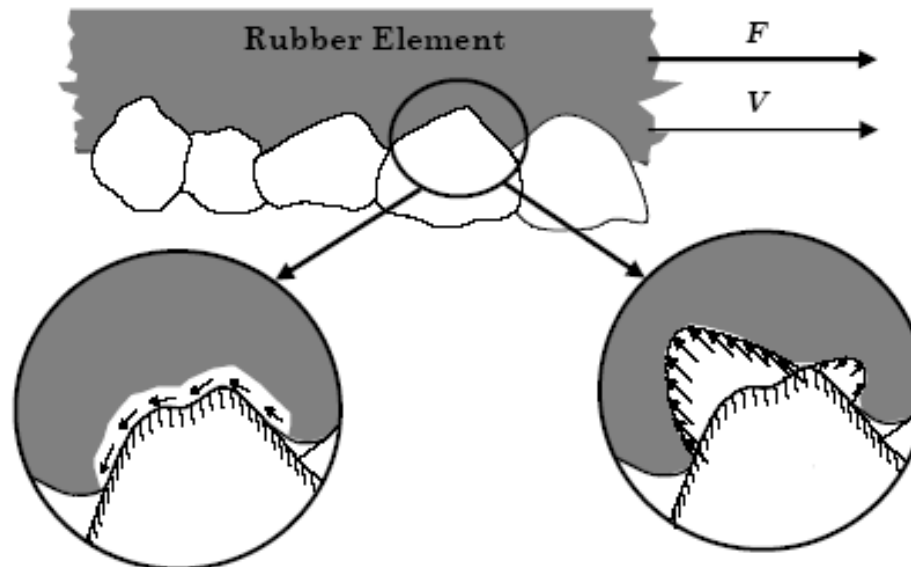


Source: OCDE, Caractéristiques de surface de revêtements routiers : leur interaction et leur optimisation, figure II.8.1 and figure II.8.2. Copyright OCDE, 1984.

Microtexture dan Macrotexture



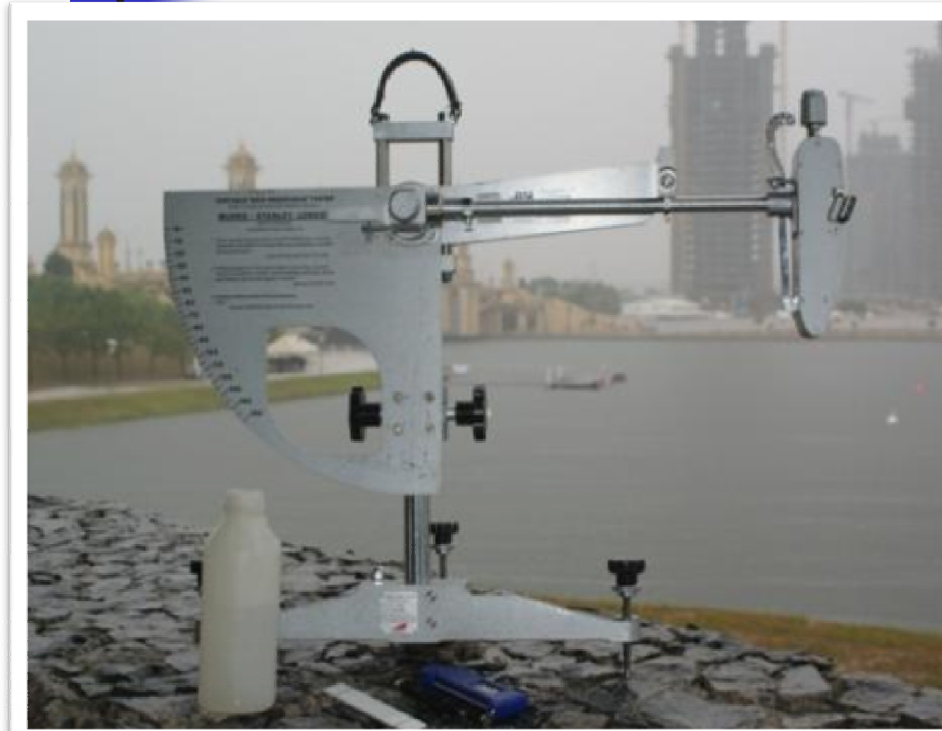
$$F = F_A + F_H$$



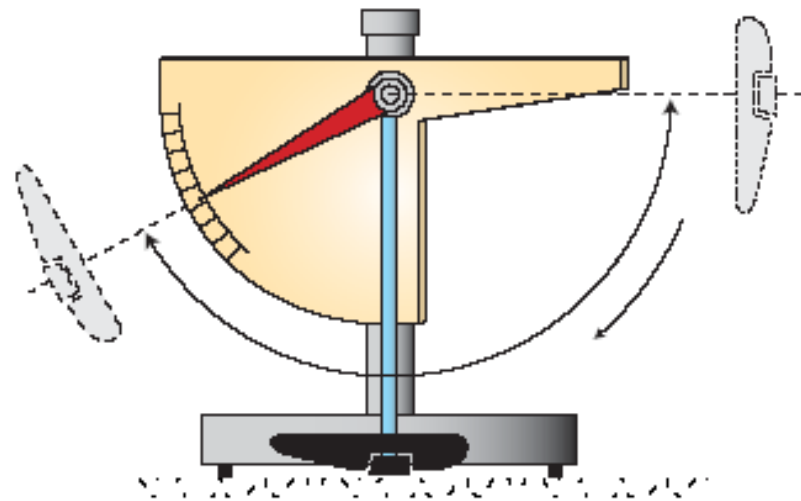
Adhesion
Depends mostly on micro-level surface roughness

Hysteresis
Depends mostly on macro-level surface roughness

Mengukur Rintangan Gelinciran Menggunakan *Pendulum Skid Resistance* *Tester*



British Pendulum (ASTM E 303)



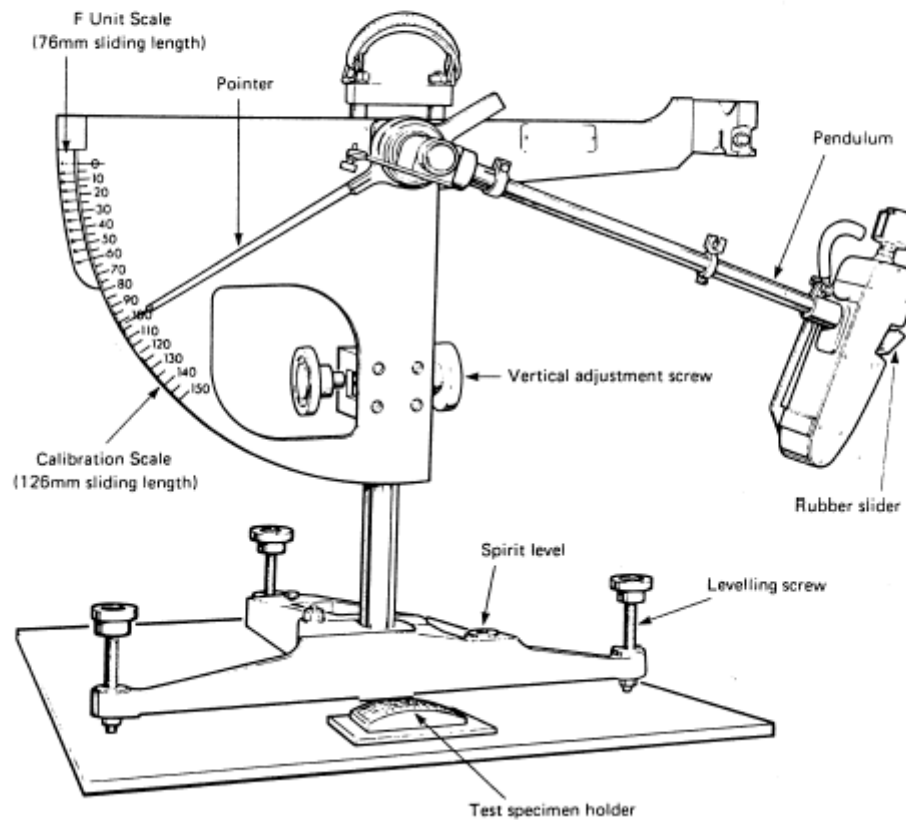
Road surface friction is measured by the energy lost when a rubber slider edge is propelled over a test surface. Test results are expressed in terms of BPN (British Pendulum Number).

Prosedur menjalankan ujian gelinciran permukaan jalan

SKID RESISTANCE TEST

Procedure (TRRL 1969)

1. Select the spot in which the texture depth has been measured.



Portable Skid Resistance Tester (Also known as the "Pendulum Tester")

2. Set the apparatus (Figure 2) on the road so that the slider will swing in the direction of traffic flow and level the base screws.
3. Raise the swinging arm clear of the road and clamp in the horizontal position. Release the arm and check that the pointer reads zero.
4. With the pendulum arm free and hanging vertically, place the spacer, attached to a chain on the base of the column, under the lifting handle setting screw to raise the slider. Lower the head of the tester so that the slider just touches the road surface and clamp in position. Remove the spacer.
5. Check the sliding length of the rubber slider over the road surface by gently lowering the pendulum arm until the slider just touches the surface first on one side of the vertical and then on the other. When passing the arm through the vertical, use the lifting handle so that the slider does not touch the road. The sliding length should be between 125 and 127 mm. If not, adjust by raising or lowering the head.
6. Place the pendulum arm in the horizontal and clamp in position.
7. Wet the road surface and slider with water.
8. Bring the pointer to its stop then release the pendulum by pressing the button. Take care to catch the arm on its return swing before it hits the ground.
9. Return the arm and pointer to the release position keeping the slider off the road surface by means of the lifting handle. Repeat the test, wetting the surface between swings. Record the mean of five successive readings, provided they do not differ by more than three units. If the range is greater than this, repeat swings until three successive readings are constant; record this value.
10. Record the temperature of the water on the road surface.

Pendulum Skid Resistance Tester

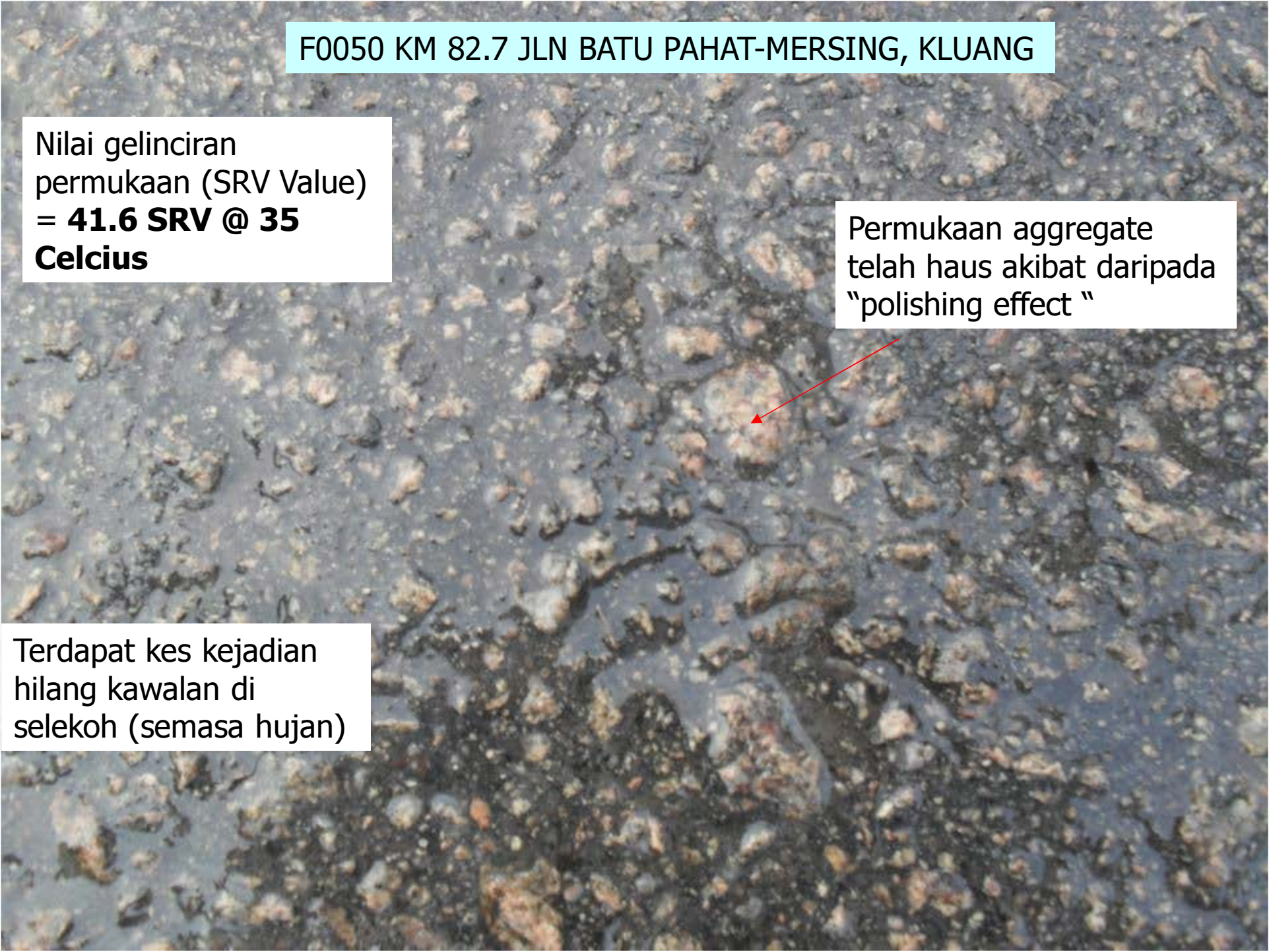
- Ujian gelinciran permukaan bertujuan untuk mengukur nilai gelinciran permukaan jalan (Skid Resistance Value, SRV) pada permukaan jalan basah.
- Ujian ini lebih tertumpu kepada tekstur mikro samada permukaan pavemen selamat untuk mengelakkan kenderaan tergelincir.
- Ujian rintangan gelinciran yang dipraktikkan oleh Bahagian Keselamatan Jalan menggunakan alat *portable skid resistance tester* di mana nilai minimum yang dikehendaki adalah **45 SRV**.
- Penggunaan alat pendulum tester diakui keberkesanannya oleh ramai pakar termasuk pakar pavement . Lebih daripada 100 alat yang disenarai pendek oleh PIARC pada tahun 1995 untuk membuat penilaian ciri-ciri permukaan jalan, 29 daripadanya adalah alat untuk mengukur geseran. Salah satu daripadanya alat mudah alih pendulum.
- Alat ini menjalankan ujian statik berbanding dengan alat lain seperti SCRIM, Grip tester yang merupakan alat ujian dinamik

Rintangan Gelinciran Permukaan Jalan (*Skid Resistance*)

Suggested Minimum Values of 'skid resistance'
(measured with the portable tester) (TRRL,1969)

Category	Type of Site	Minimum skid resistance (surface wet)
A	Difficult sites such as: 1.Roundabout 2.Bends with radius less than 150m on unrestricted roads 3.Gradients 1 in 20 or steeper of lengths greater than 100m 4.Approaches to traffic lights on restricted roads	65
B	Motorways, trunk and class 1 roads and heavily trafficked roads in urban areas (carrying more than 2000 vehicles per day)	55
C	All other sites	45





F0050 KM 82.7 JLN BATU PAHAT-MERSING, KLUANG

Nilai gelinciran
permukaan (SRV Value)
= **41.6 SRV @ 35
Celcius**

Permukaan aggregate
telah haus akibat daripada
"polishing effect "

Terdapat kes kejadian
hilang kawalan di
selekoh (semasa hujan)

Jambatan Sungai Mahmud, Terengganu

Aduan banyak kes
kemalangan semasa
hujan di Jambatan
Sultan Mahmud

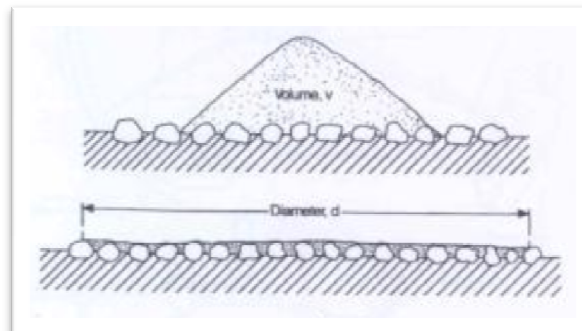
Nilai gelinciran
permukaan (SRV Value)
= **36.0 SRV @ 35
Celcius**

Gambar 2: Permukaan pavemen
secara dekat

Permukaan aggregate
telah haus akibat daripada
"polishing effect "



Mengukur Kedalaman Tekstur Menggunakan *Sand Patch Method*



Sand Patch Method (Kaedah Tampalan Pasir)

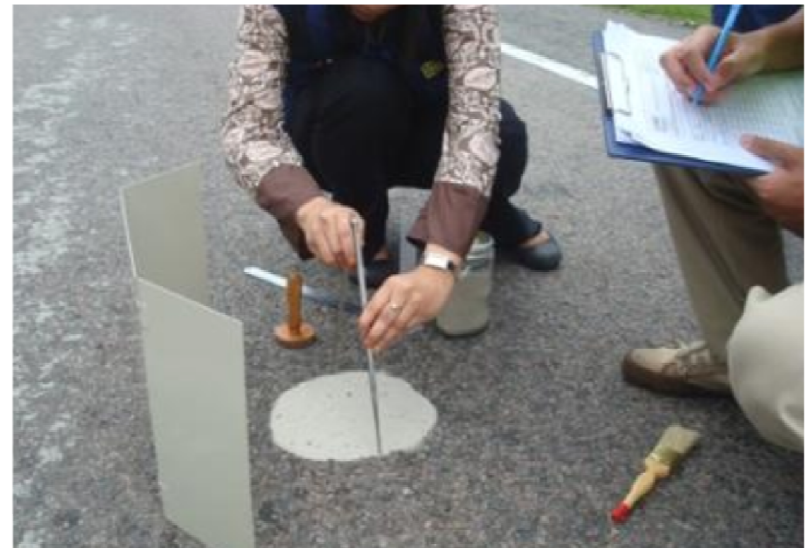
- Ujian kaedah tampalan pasir bertujuan untuk mengukur kedalaman tekstur aggregate permukaan pavemen
- Merupakan kaedah yang selalu digunakan untuk mengukur kedalaman tekstur ("Standard Test Method for Measuring Surface Macrotexture Depth Using a Sand Volumetric Technique" - Pavement Analysis and Design, Yang H Huang, Second Edition)
- Kedalaman tekstur melebihi 0.80mm dianggap baik sebagai "drainage paths" untuk penyaliran air semasa berlaku sentuhan antara tayar dan permukaan pavemen (Road Safety Manual, PIARC)

$$\text{Texture depth (mm)} = \frac{4V}{\pi d^2} \times 10^3$$

d = average diameter of sand patch
circle (mm)

V = volume of sand used (cm³)

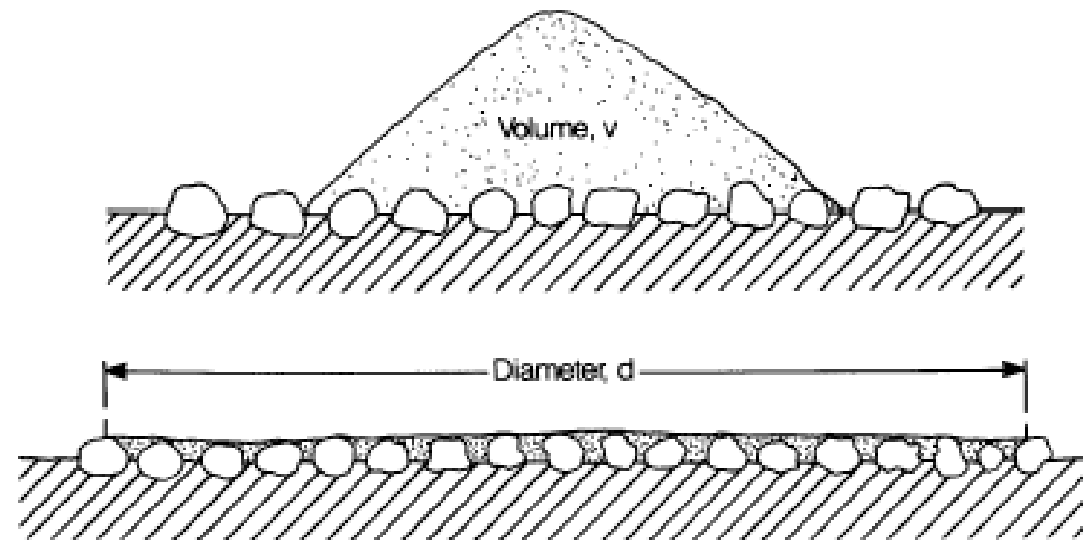
Kedalaman Tekstur Permukaan Jalan (*Sand Patch Method*)



A Suggested Classification of the Surface Texture

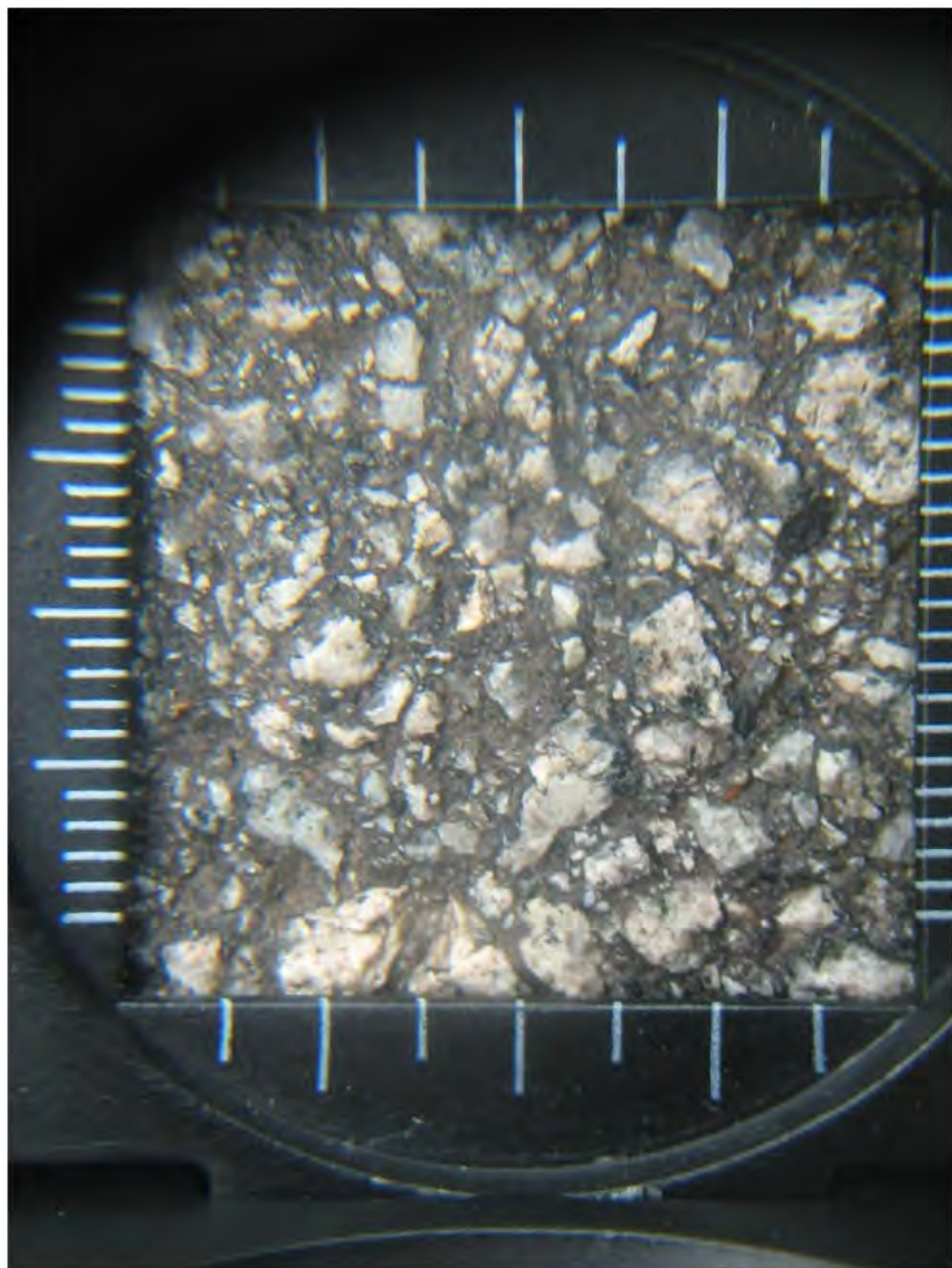
Average Texture Depth (mm)	Texture Classification
> 0.25	Fine
0.25 – 0.50	Medium
> 0.50	Open

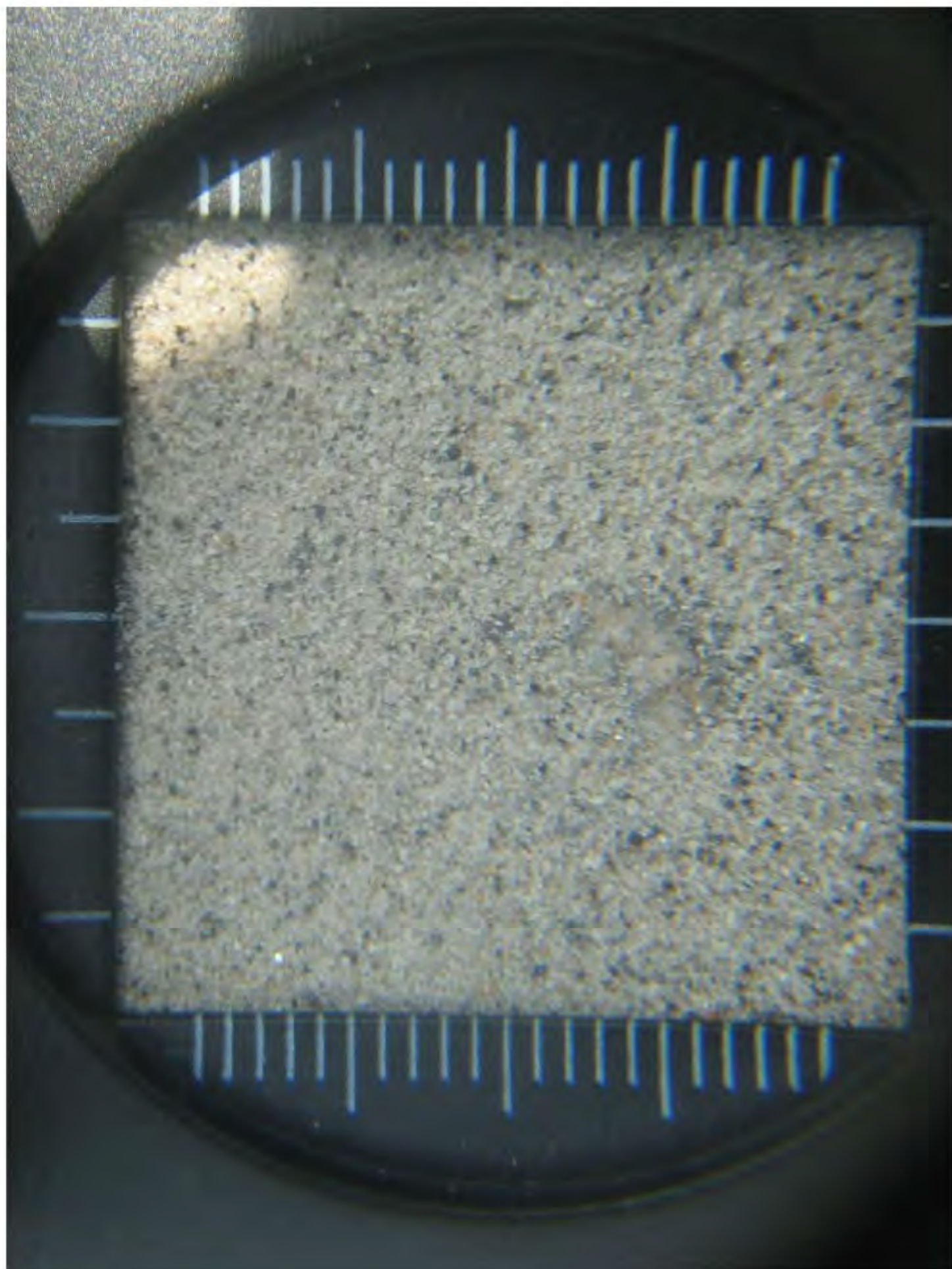
Sand Patch Method - B.S. 598:Part 105



$$\text{Texture depth} = \frac{\text{volume of sand}}{\text{area of patch}}$$

Figure 1. Sand-patch method of measuring texture depth





F0011 KM17 JLN BATU BAHAU - KERATONG, JEMPOL

Nilai Kedalaman Tekstur
(MTD) = **0.44mm** <
0.50mm

Terdapat kes keaja
head on collision d
lurus (semasa huj

Skid No (No Geseran)

- Dalam diagnosis keselamatan jalan keputusan ujian geseran perlu diubahsuai untuk mengambil kira kelajuan kenderaan, suhu dan perbezaan *percent slip ratio* antara keadaan ujian dan keadaan pemanduan.
- Bagi ujian geseran yang tidak dapat dilaksanakan untuk setiap kadar kelajuan, hubungkait geseran dan kelajuan boleh dianggarkan berdasarkan tekstur mikro dan tekstur makro
- Hubungkait tersebut boleh di anggarkan mengikut nilai Skid Number
- Skid number yang juga dikenali sebagai SN merupakan kombinasi antara parameter SNo (Skid Number at Zero Speed) dan PNFSG (Normalized Friction Speed Gradient)
- Kaitan antara Skid Number, SN dan halaju, V telah dihuraikan oleh Leu dan Henry, 1978

Skid No (No Geseran)

$$SN_v = SN_0 \exp [- (PNFSG/100) V] \quad [\text{Eq. FT-3}]$$

where:

$$SN_0 = -31 + 1.38BPN$$

(BPN is the result of a British pendulum test)

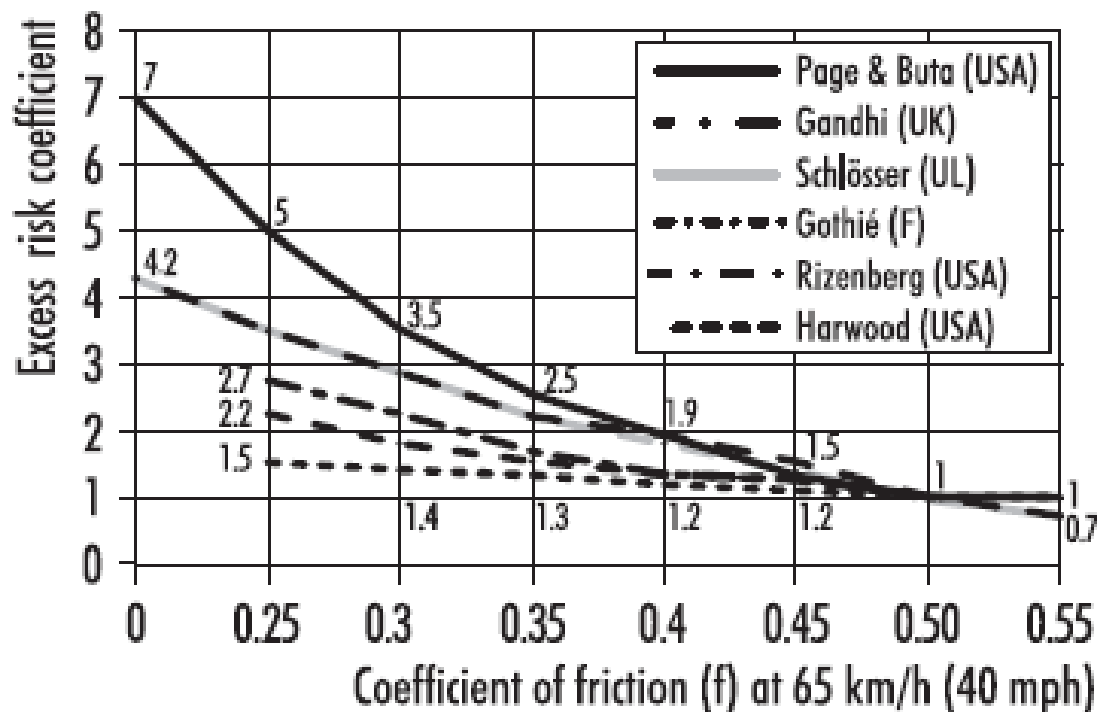
$$PNFSG = 0.45(MD)^{-0.47}$$

(MD is the mean texture depth measured during a sand patch test).

**Sumber : PIARC, Road Safety
Manual 2004**

Skid No (No Geseran)

- No Gelinciran (Skid Number) dipengaruhi oleh faktor makro dan mikro.
- Page dan Butas pula mendapati kadar kemalangan (accident rates) pada permukaan jalan yang basah sangat tinggi terutamanya apabila No Gelinciran (Skid Number) kurang daripada 25 pada kelajuan 65km/h



Faktor pemandu berkaitan gelinciran

- Daripada laporan daripada First International Skid Prevention Conference (Hanscom, 1977), faktor pemandu yang menjadi faktor utama kemalangan berkaitan gelinciran.
- Para pemandu tidak mengetahui / memahami ;
 1. Nilai rintangan gelinciran akan menurun pada permukaan jalan yang basah, oleh itu jarak kenderaan untuk berhenti adalah jauh daripada jarak yang dikehendaki.
 2. Nilai rintangan gelinciran bagi sesetengah jalan mempunyai kadar gelinciran yang tinggi semasa kering, tetapi pada masa hujan nilai gelinciran akan menurun secara mendadak.
 3. Kebarangkalian untuk sesebuah kenderaan untuk berhenti semasa kecemasan pada halaju yang tinggi dalam keadaan turapan yang basah adalah rendah.
 4. Walau sebaik manapun tayar yang digunakan, semasa hari hujan kemungkinan untuk mengawal kenderaan seperti biasa adalah rendah.
 5. Gelinciran biasanya berlaku di kawasan selekoh, berhampiran persimpangan, pada bukit curam dan pada bulatan susur.

Kajian analisis correlation SRV, MTD, Skid Number dan kemalangan

Nama Jalan	Laluan	Seksyen	Nilai SRV	MTD	SN @ 65km/h	Wet Surface (Y/N)
1. Jln Ipoh – Kuala Lumpur	1	565.5	51	-	-	N
2. Jln Butterworth – Alor Setar	1	786.9	55.5	-	-	N
3. Jln Kuala Terengganu – Kota Bahru	3	573.4	45	-	-	N
4. Jalan Lipir – Merapoh	8	118	39	-	-	Y
5. Jalan Kuantan – Segamat	12	121	56	-	-	N
6. Jln Mersing - Kluang	50	132	53	-	-	N
7. Jln Temerloh – Bdr Jengka	83	22	51	-	-	N
8. Jln Gurun – Jeniang	175	10	56	-	-	N
9. Jln Gua Musang – Kuala Krai	8	259.5	63	-	-	N
10. Jln Johor Bahru – Seremban	1	145	48.5	-	-	Y
11. Jln Muar – Melaka	5	189	58	-	-	N
12. Jln Butterworth – Alor Setar	1	833.1	54.5			
13. Jln Jeli – Pasir Putih	4	159.2	54.5	-	-	N
14. Jln Gemas - Tampin	1	219.5	53	-	-	N
15. Jln Kota Bahru – Gua Musang	8	301	63.6	-	-	N
16. Jln Kota Bahru – Kuala Terengganu	3	675	47	-	-	Y

Nama Jalan	Laluan	Seksyen	Nilai SRV	MTD	SN@ 65km/h	Wet Surface (Y/N)
17. Jalan Gua Musang – Kuala Krai	8	245.5	65.5	-	-	N
18. Jalan Teluk Intan – Setiawan	5	57.3	47.5	-	-	N
19. Jalan Damar Laut – Taiping	60	35.2	46.0	-	-	N
20. Lebuhraya AMJ	19	22.2	57.0	-	-	N
21. Jalan Gemas – Tampin	1	219.5	53.0	-	-	N
22. Jalan Pekan – Nenasi	3	244	54.5	-	-	N
23. Jalan Utama Mempaga	1498	11.1	54.5	-	-	N
24. Jalan Endau – Mersing	3	152.4	44.0	0.86	22.63	Y
25. Jalan Kupang – Gerik	4	18	60.5	0.80	40.34	N
26. Jalan Kuantan – Kuala Lumpur	2	km77	57	0.61	37.80	N
27. Jalan Bentong – Raub	8	25	49	0.87	27.84	N
28. Jalan Klang – Teluk Intan	5	517	57.8	0.66	38.34	N
29. Jalan Kuantan - Segamat	12	133	54.5	1.182	32.22	Y

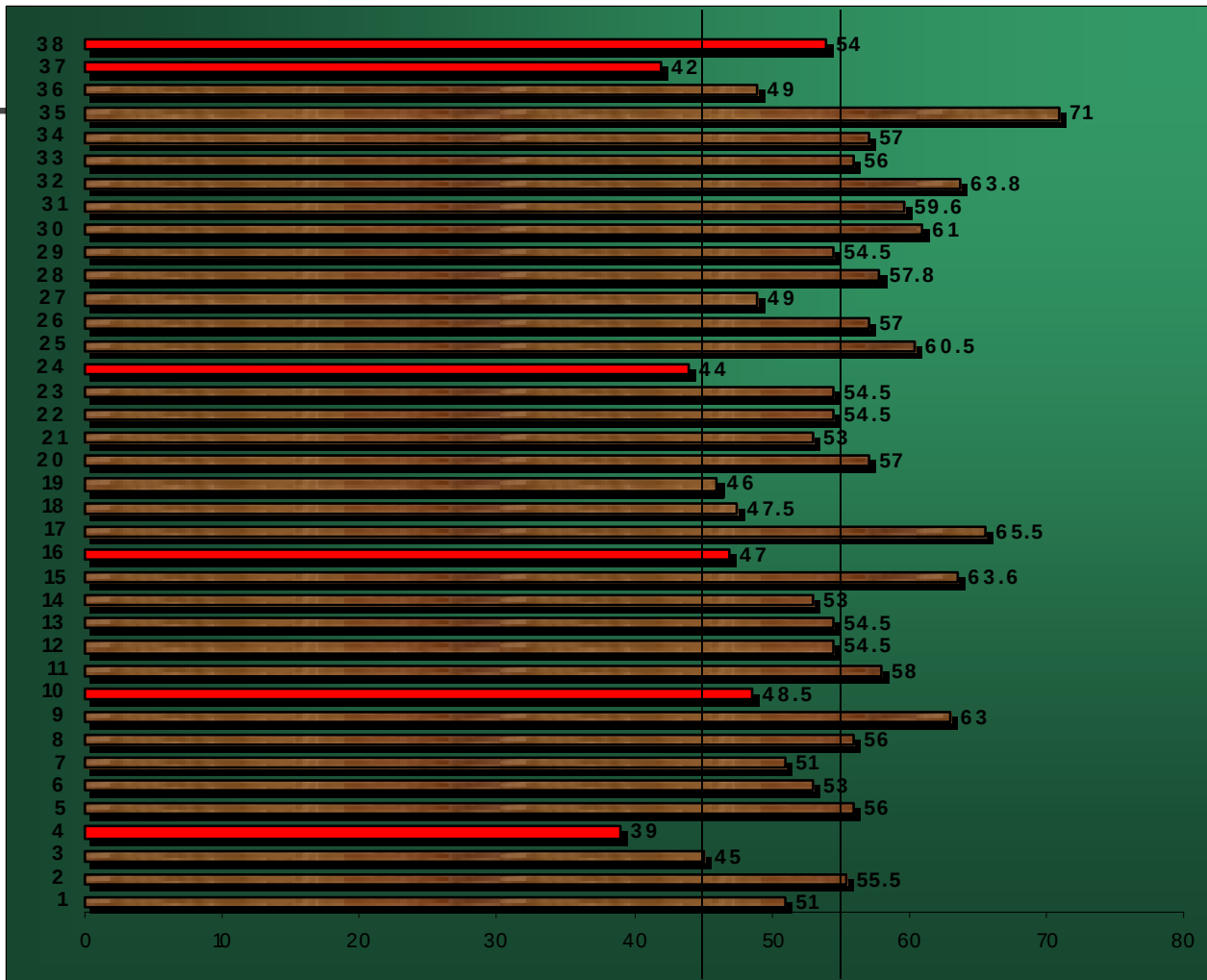


	Nama Jalan	Laluan	Seksyen	Nilai SRV	MTD	SN@ 65km/h	Wet Surface (Y/N)
	30. Jalan Muar - Segamat	23	23	61	0.655	37.22	N
	31. Jalan Kuantan - Kemaman	3	371	59.6	1.14	38.93	N
	32. Jalan Sauk - Lenggong	76	35.6	63.8	0.51	38.18	N
	33. Jalan Kluang – Kota Tinggi	91	79	56.0	0.749	33.10	N
	34. Jalan Johor Bharu – Kota Tinggi	3	98	57.0	1.109	36.07	N
	35. Jalan Kuala Lipis - Merapoh	Km84	-	71.0	0.742	47.84	N
	36. Jalan Sungai Rengit – Kota Tinggi	92	65	49.0	0.902	26.94	N
	37. Km 82.7 Jalan batu Pahat – Mersing, Daerah Kluang	-	-	42.0	1.267	18.66	Y
	38. Km 17 Jalan Bahau – Keratong, Jempol	11	19	54.0	0.441	28.32	Y

	SRV	MTD	SN
Variance	45.7	0.06	57.7
Standard Deviation	6.76	0.25	7.60
Average	54.3	0.83	33.6



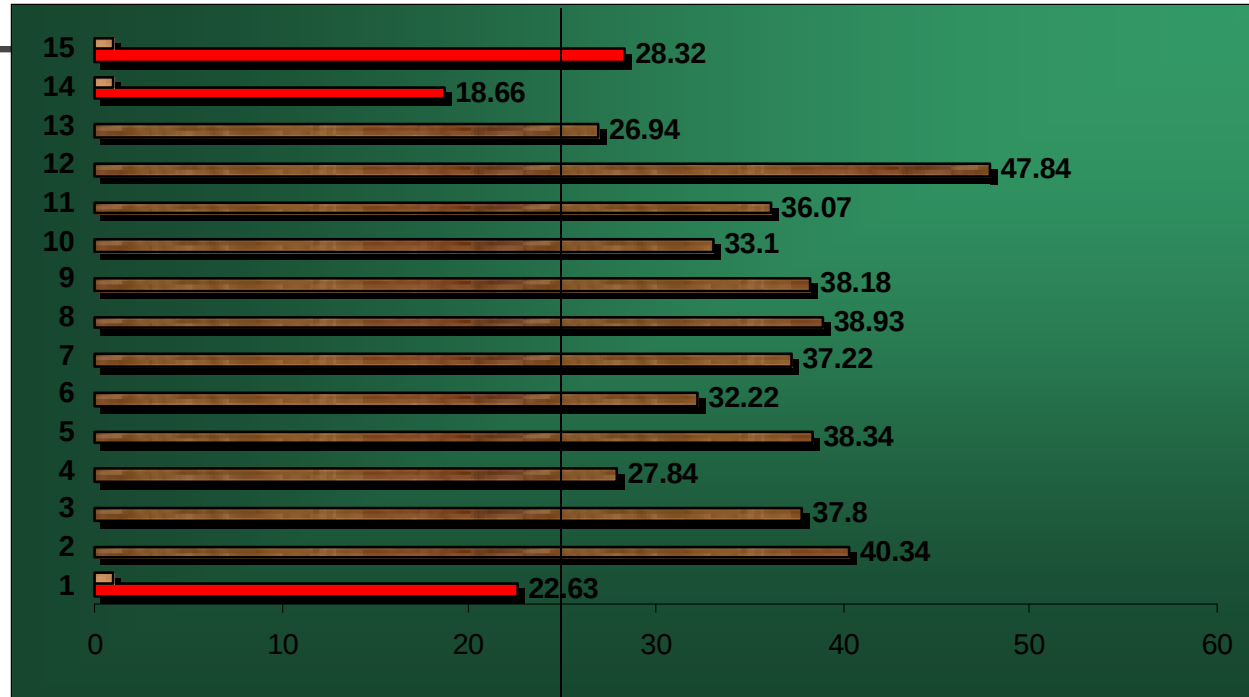
Kajian Rintangan Gelinciran (SRV)



**Kategori 3: 45
Minimum SRV**

**Kategori 2: 55
Minimum SRV**

Kajian No Gelinciran (Skid Number)



Accident rate on wet pavement were highest in horizontal curves, especially when skid number were less than 25 (Page and Butas, 1986)

KESIMPULAN

- Nilai gelinciran permukaan sahaja tidak mencukupi untuk memberi gambaran yang tepat risiko kemalangan semasa hujan.
- Walaupun bilangan data belum mencukupi, analisa awal menunjukkan No Gelinciran (Skid Number) dapat menunjukkan *correlation* yang lebih baik terhadap *wet surface accident*. Kenyataan bahawa Skid Number < 25 berdasarkan literature didapati bersesuaian dengan risiko kemalangan waktu permukaan jalan basah.
- Kajian akan diteruskan bagi mengumpul sampel data yang lebih banyak untuk membuktikan terdapat *correlation* diantara 2 parameter ini sekaligus mendapatkan nilai kritikal Skid Number di jalanraya Malaysia.

Tamat

