

CJ TECHNICAL UPDATES



CAWANGAN
JALAN

Bulletin on:

FORENSIK KEMALANGAN JALANRAYA
OLEH BAHAGIAN KEJURUTERAAN
FORENSIK CAWANGAN JALAN

Theme of the month: FORENSIK JALAN

Issue No.

3

3/2020

JKR 20400-0235-20

Website: <http://www.jkr.gov.my>

ISSN 2231-7988

1.0 PENGENALAN

Malaysia merupakan negara yang merekodkan kadar kematian jalan raya tinggi di Asia Tenggara. Antara faktor yang boleh dikaitkan adalah kecuaiian manusia, keadaan kenderaan dan juga persekitaran jalan raya. Kekurangan dari segi aspek kejuruteraan jalan raya mungkin menyebabkan atau menyumbang kepada kemalangan. Topik kali ini akan memfokuskan forensik kemalangan jalan raya dari segi kejuruteraan jalan. Data-data yang diperoleh dari siasatan boleh digunakan untuk mengenal pasti faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan.

Dalam melaksanakan siasatan, terdapat banyak aspek ciri-ciri kejuruteraan jalan raya yang perlu diperiksa dan dinilai sebagaimana berikut;

1. Elemen rekabentuk

Mempengaruhi persepsi pemandu mengenai tahap keselamatan dan tingkah laku ketika memandu, kelajuan dan masa reaksi pemandu. Elemen reka bentuk yang terlibat adalah jarak penglihatan (*sight distance*), lengkung mendatar (*horizontal curves*), ketinggian lengkung (*superelevation of curves*) kedudukan dan konfigurasi persimpangan.

2. Profil jalan raya

Mempengaruhi jarak penglihatan pemandu dan kemampuannya untuk menyedari akan bahaya dalam masa. Elemen reka bentuk yang terlibat adalah penjajaran menegak (*vertical alignment*) dan jarak penglihatan.

3. Keratan rentas jalan

Mempengaruhi perjalanan dan pergerakan pemanduan kenderaan. Elemen keratan rentas seperti lereng cerun jalan (*cross slope*), lebar jalan dan bahu. Permukaan jalan dan sistem saliran juga perlu dikenalpasti.

4. Objek tepi jalan

Mempengaruhi dari segi tahap kecederaan pada penumpang ketika kenderaan yang bertembung dengan objek di tepi jalan. Ia melibatkan pengenalpastian dan lokasi objek kaku (*rigid*) termasuk sistem penghalang(*barrier*).

5. Perabot jalan raya

Mempengaruhi keberkesanan dalam memberikan maklumat, panduan dan amaran kepada pengguna jalan raya. Melibatkan pemeriksaan kualiti papan tanda jalan(*signboard*), garis jalan(*road marking*) dan *delineators*.

6. Keadaan permukaan jalan

Mempengaruhi keselesaan dan kestabilan kenderaan semasa memandu. Melibatkan pemeriksaan sifat ketahanan tergelincir(*skid resistance properties*), kedalaman tekstur, kecacatan permukaan turapan seperti lubang(*potholes*) dan permukaan turapan yang bergelombang

2.0 UJIAN-UJIAN DI LOKASI KEMALANGAN

Bagi menjalankan penyiasatan keadaan jalan raya, pasukan penyiasat Bahagian Forensik Jalan akan dilengkapi dengan sejumlah peralatan ujian asas. Antara ujian-ujian forensik keselamatan jalan yang dilaksanakan adalah seperti berikut;

- i. Ujian Rintangan Gelinciran (*Skid Resistance*)
- ii. Ujian Kedalaman Texture (*Texture depth*)
- iii. Ujian Reflektiviti Garisan Jalan & Papan Tanda
- iv. Ujian Halaju Setempat (*Spot Speed Study*)
- v. Ujian Halaju Panduan (*Advisory Speed*)
- vi. Mencerap Nilai Kesendengan, Kecerunan, Jarak Penglihatan, Jajaran Jalan, Jejari Selekoh

2.1 Kedalaman Texture

Kedalaman tekstur merupakan ukuran struktur makro permukaan. Tekstur permukaan yang baik diperlukan untuk memudahkan penyaliran air yang cepat dari permukaan pavemen dan menggunakan getah tayar tayar untuk menyerap sebahagian tenaga kinetik kenderaan. Ujian kedalaman texture jalan adalah bertujuan untuk mengukur purata kedalaman tekstur (*Mean Texture Depth, MTD*). Sekiranya nilai MTD kurang dari 0.50mm bermakna bahawa air hujan tidak dapat mengalir ke tepi jalan dengan cepat. Air yang bertakung (*hydroplaning*) ini akan menyebabkan risiko kemalangan tinggi.

Ujian Kedalaman texture adalah menggunakan kaedah *Sand Patch* di mana ia melibatkan pengiraan tahap MTD. Kaedah ini melibatkan penggunaan pasir halus yang diletakkan ke atas permukaan bertekstur dan kemudian pasir tersebut akan

disebarkan ke luar menjadi bentuk bulatan. Semakin dalam tekstur permukaan, semakin kecil bulatan yang dibuat.



Gambar 1: Ujian kedalaman tekstur dengan kaedah 'sand patch'

2.2 Ujian Rintangan Gelinciran (*Skid Resistance*)

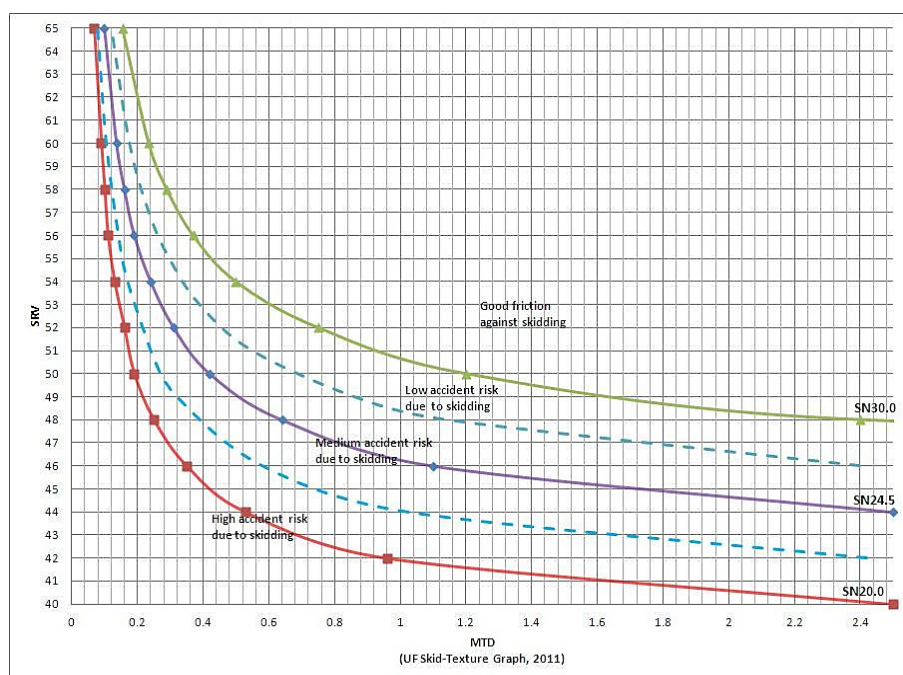
Rintangan gelinciran merupakan daya yang terhasil apabila tayar kenderaan dihalang dari berputar dan akan menggelongsor sepanjang permukaan turapan jalan. Dalam keadaan basah, kegelinciran lebih mudah terjadi apabila lapisan air yang menutupi permukaan turapan bertindak sebagai pelincir yang mengurangkan geseran antara permukaan tayar kenderaan dengan turapan jalan. Kehadiran air di permukaan jalan akan mengurangkan kawasan hubungan (*contact area*) antara tayar dan jalan. Fenomena ini dinamakan *hydroplaning* di mana pemandu akan kehilangan kawalan kenderaan. Antara faktor yang mempengaruhi rintangan gelinciran adalah tekstur permukaan turapan jalan, ciri-ciri agregat dan suhu permukaan turapan.

Ujian rintangan gelinciran dilakukan dengan menggunakan *British Pendulum Tester (BPT)* yang memberikan ukuran sifat geseran permukaan dan tekstur mikro permukaan atau nilai rintangan gelinciran (*Skid Resistance Value, SRV*). *British Pendulum Tester* merupakan peralatan jenis hentakan bandul dinamik yang digunakan untuk mengukur kehilangan tenaga apabila pinggir gelangar getah didorong ke atas permukaan turapan. Ketahanan tergelincir pada permukaan jalan akan menurun nilainya kerana kesan beban lalu lintas dan factor cuaca. Risiko kemalangan akan meningkat apabila ketahanan geseran menurun. Berdasarkan keputusan ujian rintangan gelinciran, bacaan rintangan kegelinciran permukaan jalan sekiranya melebihi nilai minima yang diperlukan, 45 SRV (TRRL 1969) menunjukkan jalan dalam keadaan rintangan gelinciran yang baik (*good function against skidding*).



Gambar 2: Ujian Rintangan Gelinciran menggunakan alat British Pendulum Tester (BPT)

Setelah memperoleh nilai SRV dan MTD, nilai *Skid Number* (SN) dapat ditentukan melalui Graf 1. Berdasarkan rumusan BKJ2011, risiko kemalangan *wet surface* akan meningkat apabila nilai SN kurang daripada nilai 24.5



Graf 1: Carta UF Skid - Texture Graph, 2011 bagi penilaian risiko kemalangan *wet surface*

2.3 Ujian Kadar Pantulan Garisan Jalan

Ujian Kadar Pantulan Garisan Jalan bertujuan untuk mengukur kadar pantulan cahaya sesuatu garisan jalan. Sekiranya bacaan kadar pantulan kurang dari piawaian menandakan bahawa garisan jalan tersebut kurang jelas atau kabur. Ini

akan menyebabkan pemanduan akan menjadi kurang jelas dan akan menyebabkan risiko kemalangan.

Bagi ujian kadar pantulan garisan jalan, alat Zehntner Reflectometer ZRM 6013 digunakan. Bagi bacaan waktu malam untuk unit yang digunakan adalah Retroreflection Luminance, RL dan pada waktu siang unit yang digunakan adalah Diffuse Illumination, QD dengan unit mcd/lx /m^2 . Nilai RL pada keadaan kering mestilah tidak kurang daripada $300\text{mcd/m}^2/\text{lx}$ sementara pada keadaan basah mestilah melebihi atau sama $75\text{ mcd/m}^2/\text{lx}$. Nilai yang tidak mencapai had minima yang diperlukan mengikut garis panduan memerlukan tanda jalan dicat semula.

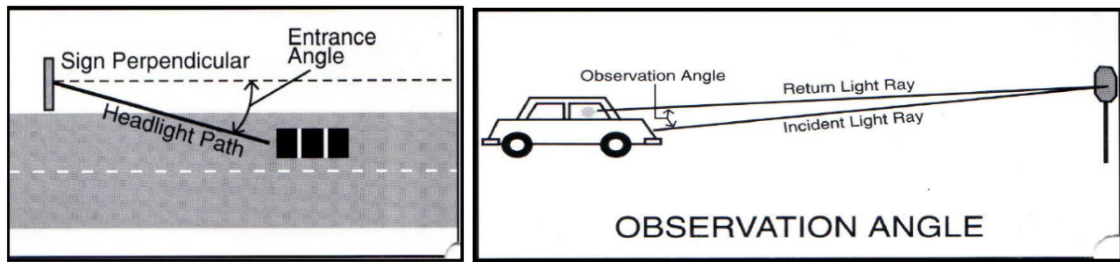


Gambar 3: Ujian kadar pantulan garisan jalan menggunakan Zehntner Reflectometer ZRM 6013

2.4 Ujian Pantulan Cahaya Papan Tanda

Papan tanda merupakan alat yang menjadi panduan kepada pemandu. Ia berfungsi untuk meningkatkan kesedaran berkenaan amaran atau maklumat yang ingin disampaikan. Ia juga bertujuan untuk memberi kesan waspada kepada pemandu untuk masa yang secukupnya untuk mengambil tindakan yang perlu. Papan tanda yang baik mestilah jelas dan mudah dibaca (*high visibility and high legibility*).

Bagi ujian pantulan papan tanda, alat Zehntner Reflectometer ZRM 5060 digunakan untuk mengukur daya kilas jalan dengan unit cd / lx / m^2 . Setiap nilai cerapan akan disemak kepada Arahan Teknik Jalan 2E/87: *Guide Signs Design and Application, Table 2.6: High Intensity Prismatic Sheeting A (For all standard traffic signs)*. Nilai pemantulan papan tanda diukur mengikut sudut pemerhatian 0.2° dan sudut masuk 30° . Konsep bagi pantulan cahaya kepada papan tanda ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Konsep pantulan cahaya ke atas papan tanda

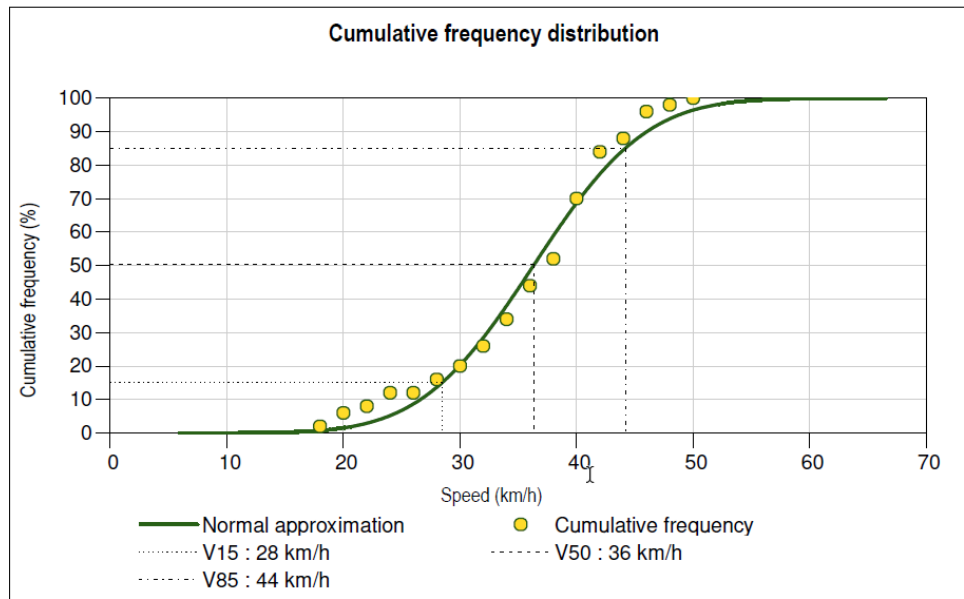
2.5 Kajian Halaju Tempatan (*Spot Speed*)

Halaju kenderaan boleh menentukan kebarangkalian berlakunya kemalangan dan juga kadar keparahan akibat dari kemalangan tersebut. Maka amat penting bagi pemandu mengetahui halaju yang sesuai dipandu apabila melalui sesuatu jajaran. Setiap jalan raya mempunyai had kelajuan tertentu yang bersesuaian dan selamat mengikut keadaan persekitaran dan ciri-ciri geometric jajaran jalan berkenaan.

Kajian halaju tempatan adalah untuk mendapatkan taburan kelajuan dari aliran trafik di lokasi tertentu. Kajian dilakukan dengan menggunakan senapang laser genggam. Saiz sampel 30 kenderaan diperlukan untuk mendapatkan perkiraan kelajuan yang boleh dipercayai dan mengekalkan ketepatan statistik. Menentukan peratusan kelajuan kenderaan (85th percentile) dan seterusnya digunakan dalam membuat keputusan berkaitan had laju.



Gambar 5: Halaju setempat disukat menggunakan alat Pro Laser III

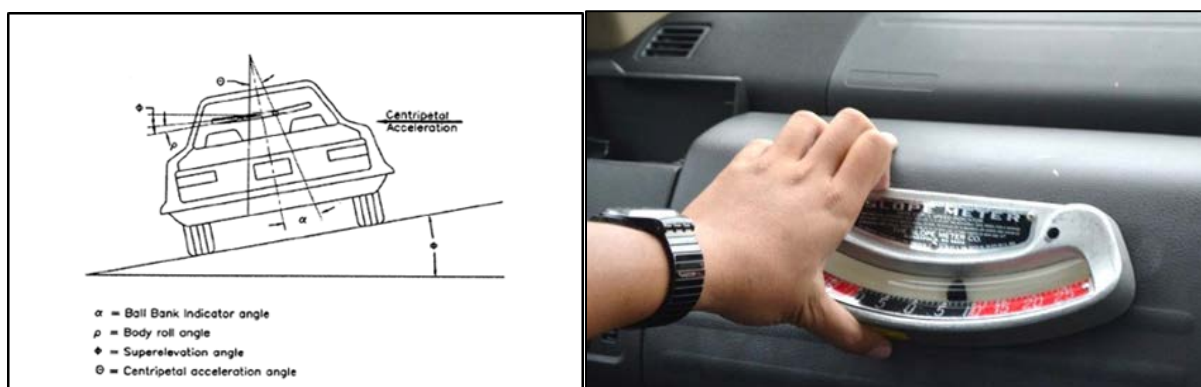


Graf 2: Contoh graf bagi menentukan halaju tempatan

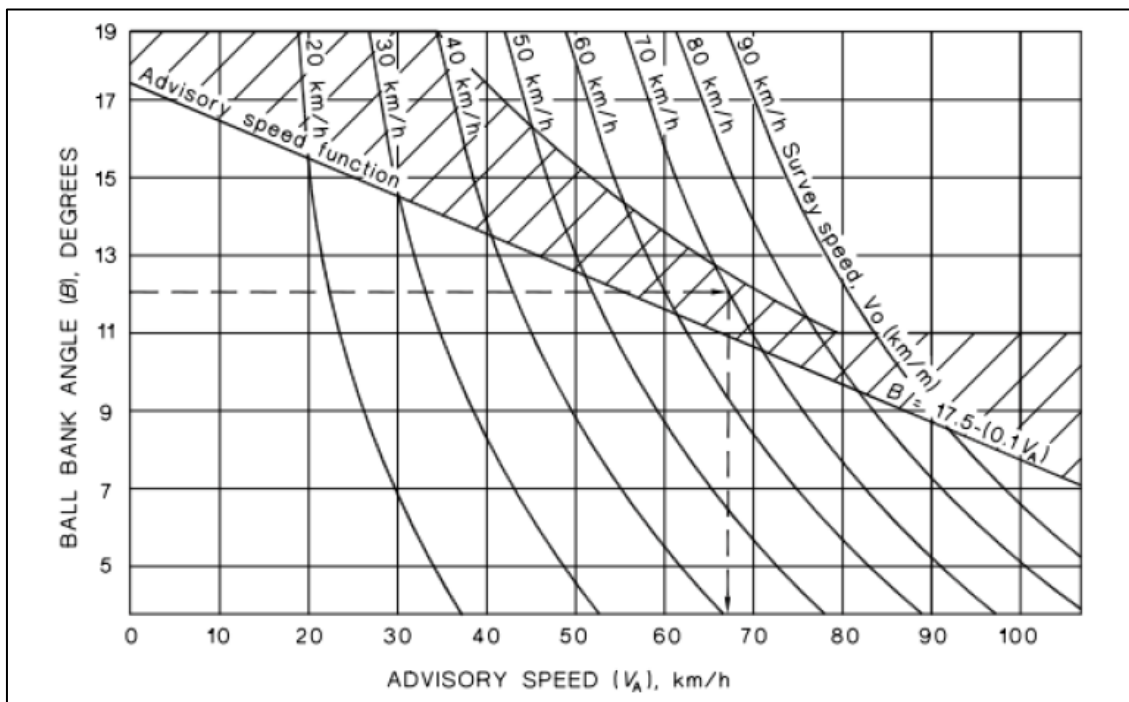
2.6 Halaju Panduan

Halaju Panduan adalah berbeza dari halaju yang biasa. Ia bertujuan untuk memberi peringatan awal kepada pemandu di Kawasan selekoh-selekoh yang sub-standard atau kerap berlaku kemalangan. Halaju panduan disarankan kepada pengguna jalan raya untuk memaklumkan kepada mereka akan perubahan jajaran dan keadaan yang mana ianya sesuai dilalui dengan halaju yang dipaparkan

Dalam menentukan halaju panduan, konsepnya adalah dengan mengambil kira kombinasi nilai *centripetal acceleration*, *body roll angle*, *superelevation angle* dan *ball bank indicator angle* untuk menentukan halaju panduan/selamat selekoh. Penentuan Halaju panduan adalah menggunakan kaedah Ball-Bank Indicator sebagaimana Gambar 6. Nilai bagi Halaju selamat boleh diperolehi menggunakan graf *Ball Bank Angle vs Advisory Speed* (km/h) sebagaimana Graf 3.



Gambar 6: Konsep dan penggunaan Ball-Bank Indicator



Graf 3: Graf Ball Bank Angle vs Advisory Speed (km/h)

2.7 Jarak Penglihatan (*Sight Distance*)

Jarak penglihatan adalah panjang jalan yang boleh dilihat oleh pemandu semasa menghampiri selekoh atau semasa mendaki di hadapan pada kawasan puncak. Ia penting agar pemandu dapat memberikan tindakan yang sewajarnya dan masa yang mencukupi sekiranya terdapat halangan atau objek di hadapan. Jarak penglihatan pemandu dirujuk kepada Garis Panduan Arahan Teknik (Jalan) 8/86 *A Guide on Geometric Design of Roads*, Table 4-1 Minimum.

Cerapan Jarak Penglihatan dibuat bagi mendapatkan jarak penglihatan di tapak dan dibandingkan dengan spesifikasi. Ini dapat menilai samaada pemandu dapat mempunyai masa yang mencukupi untuk berfikir atau bertindak untuk mengelak atau membrek dengan efisien dan dengan jarak yang selamat. Cerapan jarak penglihatan boleh dibuat menggunakan alat *True Pulse*.



Gambar 7: True Pulse untuk mencerap jarak penglihatan

2.8 Kadar Kesendengan (*super elevation*) dan Jejari (*radius*)

Kesendengan (*super elevation*) merupakan elemen penting dalam rekabentuk dengan tujuan untuk memberi pemanduan yang selamat dan selesa ketika pemandu melalui selekoh di jalanraya. Kesendengan ini sangat penting dan perlu diberi perhatian sekiranya terdapat kerja-kerja penyelenggaraan jalan baru di kawasan tersebut.



Gambar 8 : Contoh nilai kesendengan yang dicerap

Jika nilai kesendengan di lokasi kurang dari kesendengan maksimum, pemanduan *understeer* akan terjadi di mana akan berlaku risiko kemalangan terbabas ke kiri jalan. Manakala sekiranya nilai kesendengan melebihi kesendengan maksimum, pemanduan *oversteer* akan berlaku di mana risiko kemalangan terbabas ke kanan jalan.

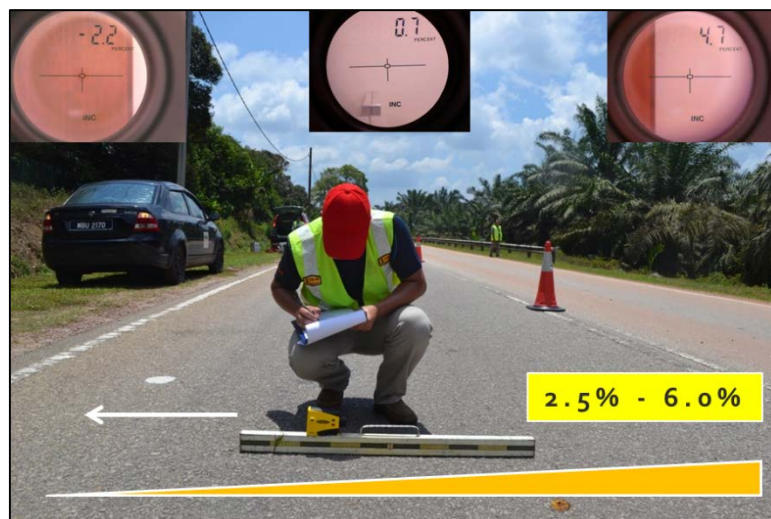
Nilai maksimum dengan halaju boleh dirujuk kepada Arahan Teknik (Jalan) 8/86 Pindaan 2015: *A Guide on Geometric Design of Roads, Table 4-7A-7C Design Superelevation Table*).

Penentuan halaju mengikut jejari selekoh di kawasan selekoh terutamanya yang substandard adalah penting bagi mengelakkan risiko kemalangan terbabas berlaku. Jejari selekoh diukur bagi menentukan samada ianya memenuhi nilai minima rekabentuk atau sebaliknya. Jejari yang disemak boleh menggunakan dengan cara *Chord-offset method*, *Compass method*, *Google Earth*, *Global Positioning Systems (GPS)* atau kaedah ukur (survey). Rujukan bagi nilai jejari selekoh dengan halaju boleh dirujuk kepada Arahan Teknik (Jalan) 8/86 Pindaan 2015: *A Guide on Geometric Design of Roads*, Table 4.5: *Minimum Radius*.

2.9 Kamber

Kamber merupakan bentuk kecembungan keratan rentas jalan pada bahagian tangen. Ia juga dikenali sebagai cerun silang (*cross slope*). Fungsi kamber ini adalah bagi membolehkan air mengalir dengan mudah dari puncak ke pinggir jalan. Kamber yang tidak mengikut spesifikasi akan menyebabkan takungan air di atas permukaan jalan. Ia boleh mendatangkan risiko kepada kemalangan. Bagi jalan yang lurus, keratan rentas jalan raya dicuramkan dari titik tengah jalan dan terus menuju ke kedua-dua sisi turapan untuk menghasilkan satu titik tertinggi. Semakin curam cerun silang, maka semakin besar perbezaan aras, dan seterusnya semakin cepat air dapat disingkirkan dari permukaan jalan.

Cerapan kamber adalah bertujuan untuk mendapatkan nilai kamber di tapak dan ia di kerap menggunakan alat *True Pulse* yang diletakkan di atas kayu atau permukaan yg rata di atas jalan sebagaimana dalam Gambar 11.



Gambar 9: Cerapan kamber di lokasi menggunakan *True Pulse* dan rod besi

3.0 KESIMPULAN

Penyiasatan kawasan kemalangan melibatkan pemeriksaan dan penilaian komponen sistem yang terdiri daripada faktor persekitaran manusia, kenderaan, dan jalan raya. Terdapat banyak kerja pengumpulan data yang perlu dilakukan terutama pada penentuan dalam menentukan bukti fizikal yang perlu dikumpulkan termasuk melakukan beberapa ujian-ujian yang berkaitan. Manfaat dari analisis mendalam akan memberikan asas pemahaman dalam mengenalpasti samada faktor persekitaran dan kekurangan dari segi kejuruteraan jalan yang menyebabkan punca kemalangan. Penemuan ini harus digunakan sebagai panduan bagi meningkatkan standard keselamatan sediaada.

RUJUKAN

1. *ATJ 8/86: A Guide on Geometric Design of Roads*
2. *ATJ 2D/85: Manual on Traffic Devices: Road Marking and Delineation*
3. *Manual Fasilitas Keselamatan Jalan, Cawangan Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik*
4. *A Guide to the Visual Assessment of Flexible Pavement Surface Conditions*
5. *Road Safety Manual, PIARC*
6. *Statistik Jalan (Edisi 2018);*
7. *Injury Biomechanics And Heavy Vehicle Crash (Abdul Rahmat Abdul Manap)*

Disediakan oleh:

Bahagian Kejuruteraan Forensik Jalan

Pakar Kejuruteraan Jalan & Jambatan

Cawangan Jalan

JKR Malaysia