



**Selamat Datang ke  
KURSUS ASAS FORENSIK KEMALANGAN  
JALAN RAYA**

**19 APRIL 2012  
BILIK LATIHAN TACCA, TINGKAT 18  
MENARA PJD**

**SPOT SPEED STUDY  
& BALL BANK INDICATOR**

**Norhidayu Hartaty Bt Abdullah  
UNIT FORENSIK KESELAMATAN JALAN  
Bahagian Keselamatan Jalan  
Cawangan Kejuruteraan Jalan & Geoteknik  
03-26184526 / Nhidayu@jkr.gov.my**

# KAJIAN HALAJU SETEMPAT (*SPOT SPEED STUDY*)

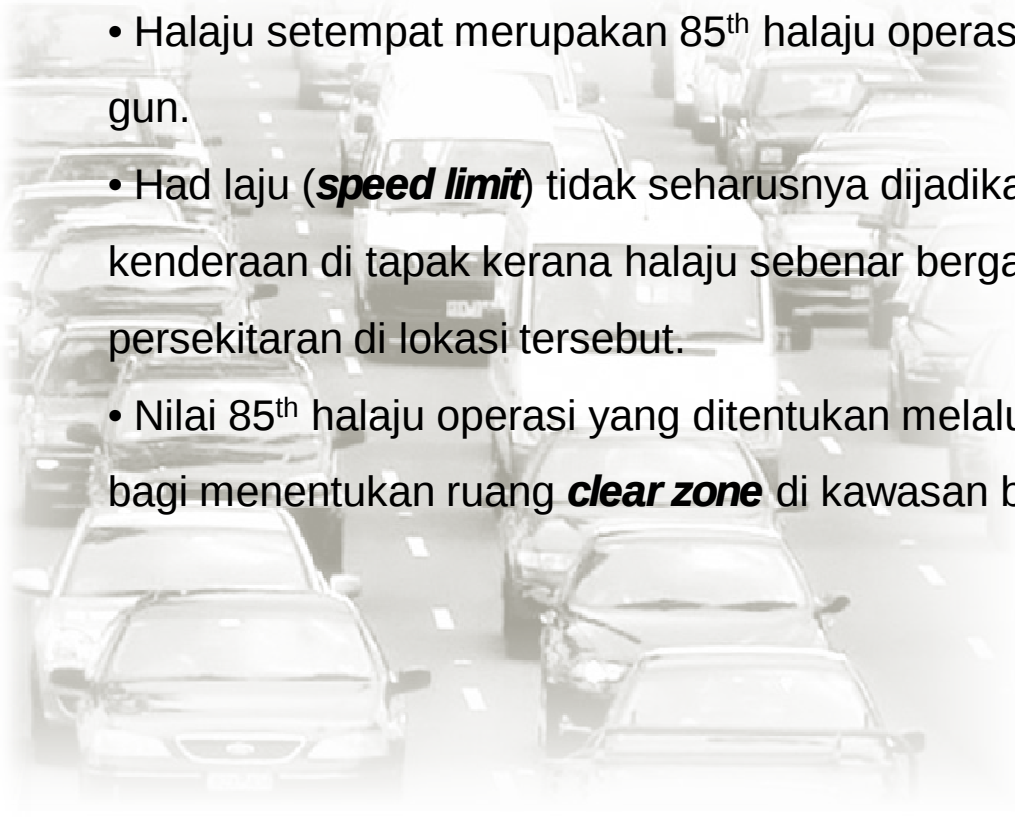
## Tujuan kajian halaju setempat dijalankan

- untuk menganggarkan **taburan kelajuan kenderaan** dalam aliran trafik bagi sesuatu tempat/jalan raya

## Kegunaan Kajian

- Memantau keberkesanan program-program penguatkuasaan kelajuan
- Menilai dan menentukan kecukupan ciri-ciri geometri jalan raya seperti **radius** dan **super elevation**
- Menilai kesan kelajuan ke atas ciri-ciri keselamatan jalan raya melalui data perlanggaran
- Menentukan corak (trend) kelajuan
- Menentukan kesahihan mengenai aduan tentang kelajuan

# KAJIAN HALAJU SETEMPAT (*SPOT SPEED STUDY*)

- 
- Halaju setempat merupakan 85<sup>th</sup> halaju operasi yang dicerap menggunakan alat radar gun.
  - Had laju (***speed limit***) tidak seharusnya dijadikan panduan untuk menilai halaju sebenar kenderaan di tapak kerana halaju sebenar bergantung dengan rekabentuk jajaran dan persekitaran di lokasi tersebut.
  - Nilai 85<sup>th</sup> halaju operasi yang ditentukan melalui kajian halaju setempat juga digunakan bagi menentukan ruang ***clear zone*** di kawasan berkenaan.

## Panduan yang untuk penilaian halaju setempat:

Cerap halaju setempat sebelum kedudukan selekoh.



Halaju setempat juga boleh dicerap di kedudukan selekoh. Nilai 85<sup>th</sup> halaju kenderaan di kedudukan selekoh merupakan halaju selamat di selekoh tersebut. Kedudukan sesuai penembak alat radar adalah seperti di dalam gambar di bawah



# KAJIAN HALAJU SETEMPAT (SPOT SPEED STUDY)



Kelihatan seorang kakitangan Unit Forensik Keselamatan Jalan menjalankan ujian halaju setempat (**spot speed**) menggunakan alat Pro Laser

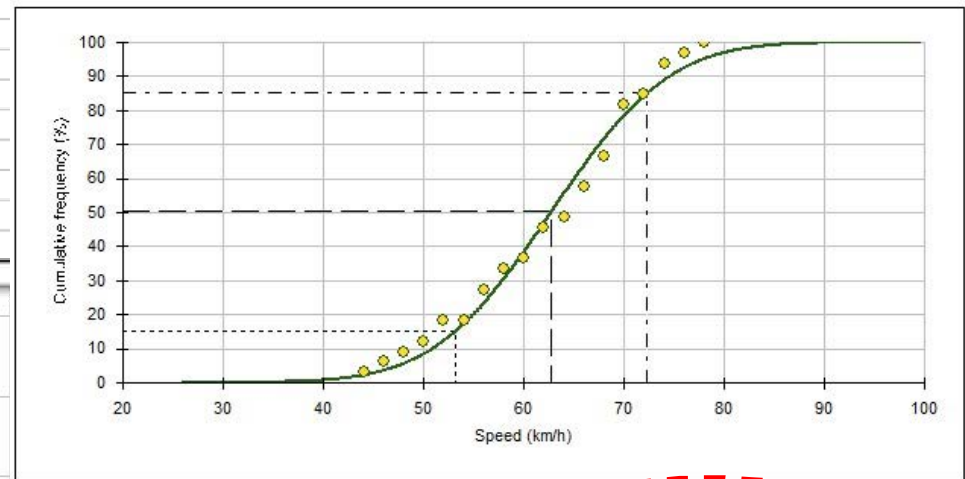
# Spot Speed Calculator

Frequency distribution table

| Speed class<br>(km/h) | Class mid value<br>(km/h) | Frequency | Percentage | Cumulative<br>percentage |
|-----------------------|---------------------------|-----------|------------|--------------------------|
| 49 - 52               | 50.5                      | 3         | 7.7        | 7.7                      |
| 52 - 55               | 53.5                      | 1         | 2.6        | 10.3                     |
| 55 - 58               | 56.5                      | 1         | 2.6        | 12.8                     |
| 58 - 61               | 59.5                      | 5         | 12.8       | 25.6                     |
| 61 - 64               | 62.5                      | 4         | 10.3       | 35.9                     |
| 64 - 67               | 65.5                      | 10        | 25.6       | 61.5                     |
| 67 - 70               | 68.5                      | 4         | 10.3       |                          |
| 70 - 73               | 71.5                      | 1         | 2.6        |                          |
| 73 - 76               | 74.5                      | 2         | 5.1        |                          |
| 76 - 79               | 77.5                      | 5         | 12.8       |                          |
| 79 - 82               | 80.5                      | 1         | 2.6        |                          |
| 82 - 85               | 83.5                      | 1         | 2.6        |                          |
| 85 - 88               | 86.5                      | 0         | 0.0        |                          |
| 88 - 91               | 89.5                      | 0         | 0.0        |                          |
| 91 - 94               | 92.5                      | 0         | 0.0        |                          |
| 94 - 97               | 95.5                      | 1         | 2.6        |                          |
| Totals :              |                           | 39        | 100.0      |                          |

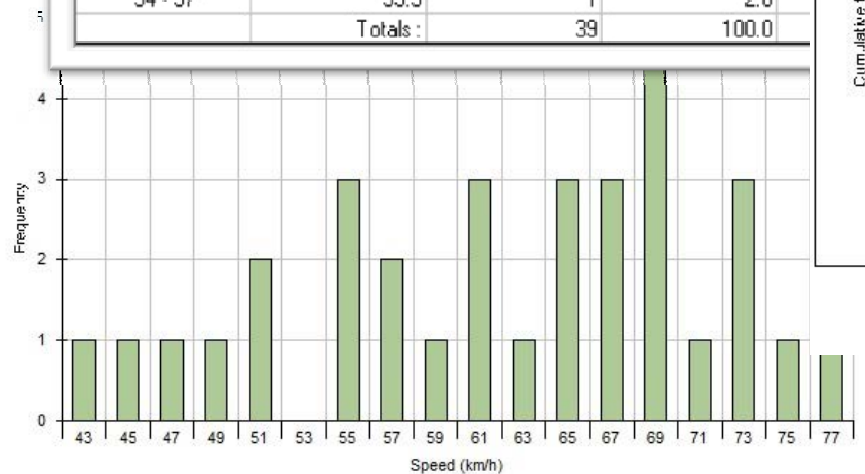
Minimum speed  
50 km/h  
Maximum speed  
96 km/h  
Average speed  
67.2 km/h  
Standard deviation

Cumulative frequency distribution

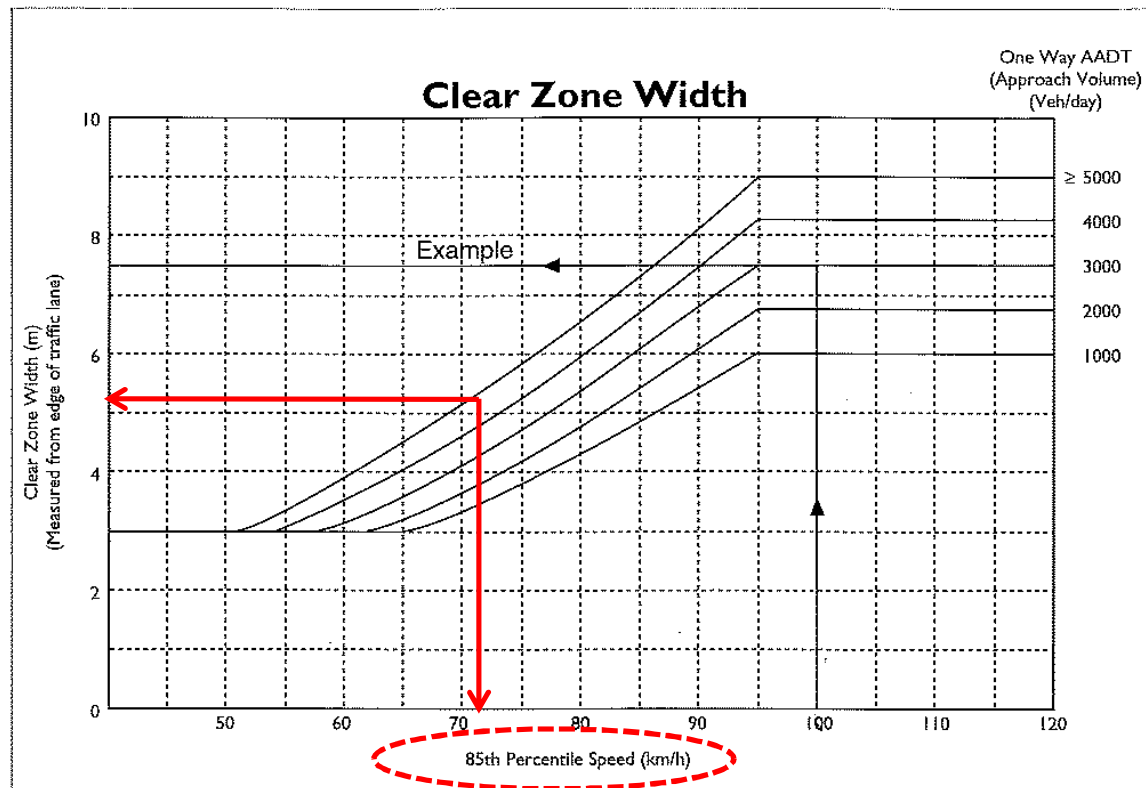


— Normal approximation  
◆ Cumulative frequency  
--- V15 : 53 km/h  
— V50 : 63 km/h

— V85 : 72 km/h



# Penentuan *Clear Zone*



**Clear Zone Width On Straights**

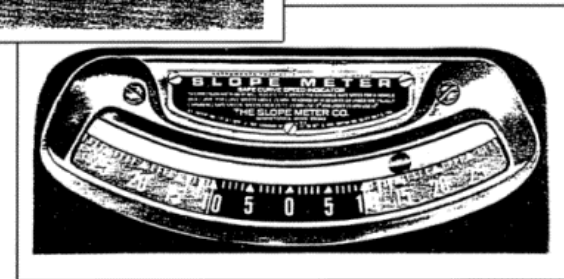
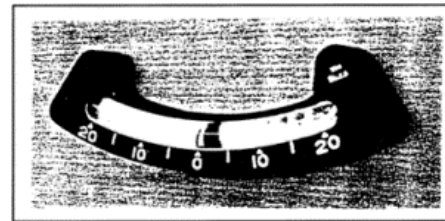


## BALL BANK INDICATOR

# Ujian Ball Bank Indicator

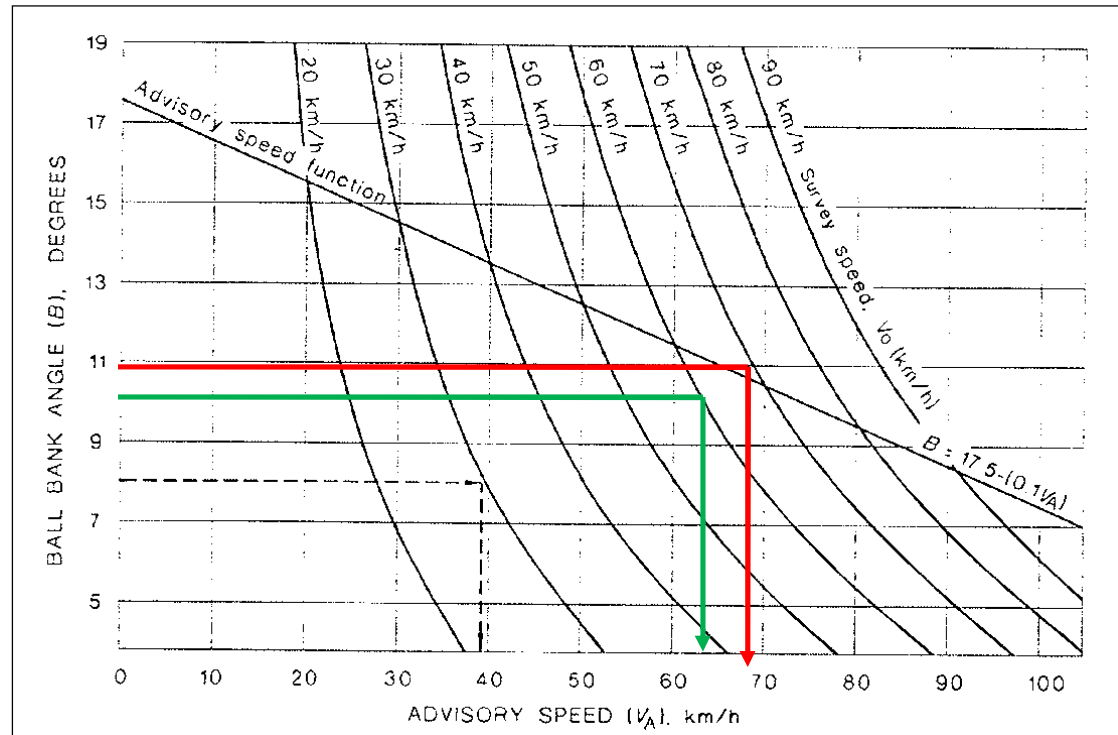
Ujian ini sangat mudah iaitu dengan meletakkan alat **Ball Bank** tersebut di kedudukan **dashboard**. Apabila tiba di kedudukan selekoh diambil bacaan maksimum **Ball Bank Angle** pada halaju operasi (**survey speed**) tertentu diambil.

**Ball bank indicator angle** untuk menentukan halaju selamat sesuatu selekoh.



Kaedah penetapan had laju selamat menggunakan kaedah **Ball Bank Indicator**. Nilai yang diperolehi daripada alat tersebut merupakan nilai **Ball Bank Indicator Angle**.

## Penentuan Halaju Selamat menggunakan alat 'ball bank' di kawasan selekoh

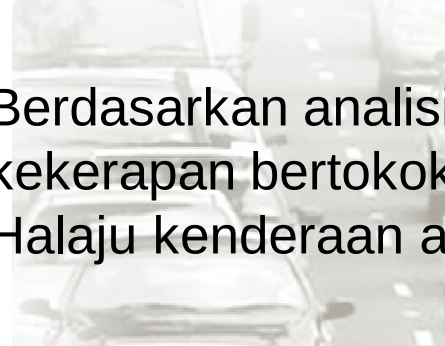


**Advisory speed** diperolehi apabila mengunjurkan garisan pada nilai **Ball bank Angle** (katakan 10 degree) ke **garisan lengkung survey speed** (katakan 60km/j). Maka halaju selamat selekoh adalah 70km/j.

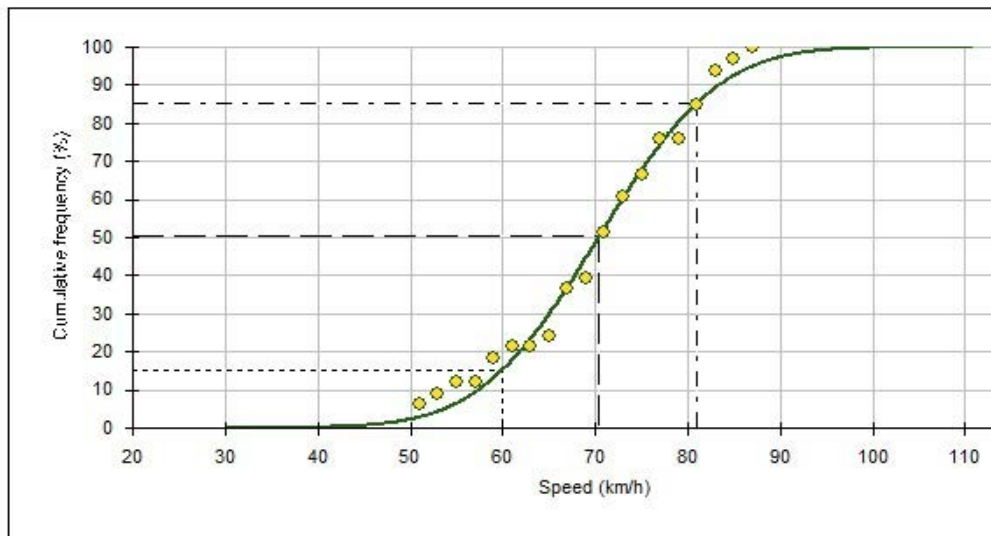
# Kajian Kes 1

## DI LALUAN PERSEKUTUAN 8, SEKSYEN 75.5, JALAN LIPIS - BENTA, DAERAH KUALA LIPIS, PAHANG

Berdasarkan analisis menggunakan kaedah histogram dan lengkung taburan kekerapan bertokok setempat, **85% kelajuan kenderaan adalah 81 km/jam**. Halaju kenderaan adalah dicerap ketika kenderaan melalui selekoh.



Cumulative frequency distribution

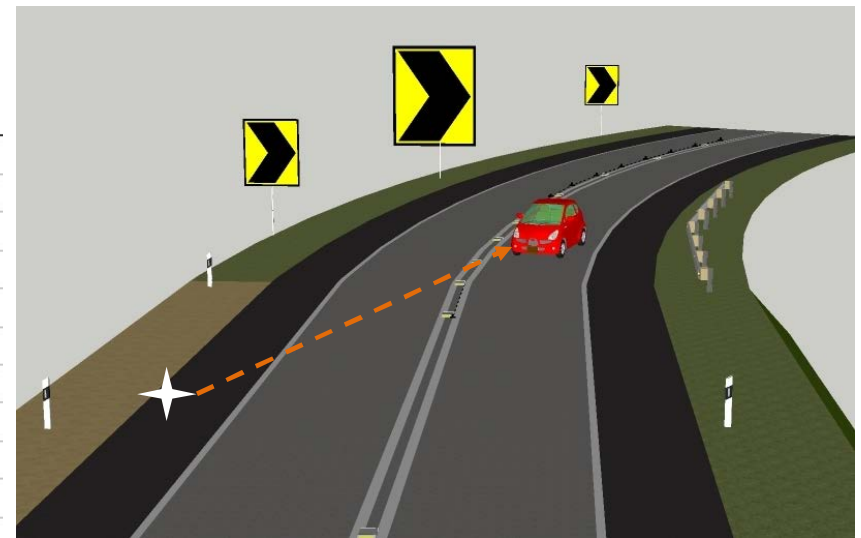


— Normal approximation  
● Cumulative frequency

--- V15 : 60 km/h

— V50 : 70 km/h

— V85 : 81 km/h

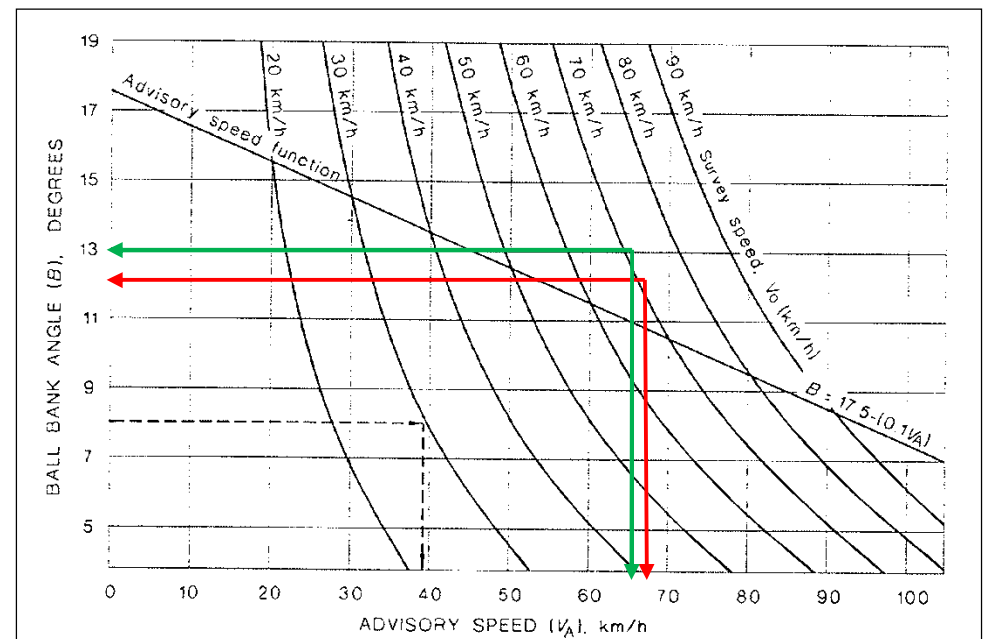


Berdasarkan kepada ujian **ball bank indicator**, halaju selamat di selekoh adalah **65 - 70 km/j**. Ini menunjukkan terdapat perbezaan halaju sebanyak 10km/h di antara halaju **85th** dan juga halaju selamat.

Pemandu sepatutnya dapat melalui selekoh tersebut dengan selamat sekiranya memandu tidak melebihi 70 km/h.



Kakitangan Unit Forensik Keselamatan Jalan sedang menjalankan ujian penentuan halaju selamat di selekoh menggunakan alat 'ball bank indicator'



Ujian menentukan halaju selamat menggunakan alat 'ball bank' dengan percubaan halaju 70 km/j dari arah Kuala Lipis dan Raub.

# Speed Differential

Perubahan halaju yang ketara di apabila melalui sesuatu selekoh memberi kesan kepada tahap keselamatan pemandu. Pemandu sepatutnya boleh memandu pada halaju yang seragam atau tidak mengalami perubahan halaju yang drastik.

Ini dapat ditentukan dengan mengukur perbezaan halaju ditapak atau menggunakan '**speed differential calculator**'

**Lamm Et al, 1999** mencadangkan sekiranya perbezaan 85<sup>th</sup> halaju operasi di 2 segmen jalan kurang dari 10km/h, rekabentuk **horizontal curve** jalan tersebut adalah memuaskan dan masih selamat jika perbezaan tidak melebihi 20km/h.

| Table HA-2 Design quality – Speed differentials |                |                                              |                |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|
| LAMM ET AL 1999                                 |                | SPAIN                                        |                |
| SPEED DIFFÉRENTIAL<br>$\Delta V_{85}$ (km/h)    | DESIGN QUALITY | SPEED DIFFÉRENTIAL<br>$\Delta V_{99}$ (km/h) | DESIGN QUALITY |
| < 10                                            | Good           | < 15                                         | Good           |
| 10 - 20                                         | Acceptable     | 15 - 30                                      | Fair           |
| > 20                                            | Poor           | 30 - 45                                      | Poor           |
|                                                 |                | > 45                                         | Dangerous      |

Source: Lamm et al. in Highway design and traffic safety engineering handbook. Copyright 1999 by McGraw-Hill Companies, Inc.

# Speed Differential Calculator

PIARC - RSM --- Calculators

Calculators Windows Français Exit

**CALCULATORS**

- Accidents
  - Accident rate
  - Critical accident rate
  - EPDO index
  - Binomial test
  - Poisson test
  - Confidence interval
  - Regression to mean
  - Before - after tests (individual site)
  - Before - after test (group of sites)
- Horizontal curves
  - Speed differentials
  - Overturning speed
  - Braking distance (curve)
  - Basic equations
  - Road width
  - Lateral clearance
- Others
  - Grade analysis
  - Economic assessment
  - Spot speed study
  - Distribution tests
  - Braking distance (tangent)
  - Motion equations

Version 1.00

Horizontal curves

☐ Hide tree

**Speed differentials (2 lane rural roads)**

**Data**

**Alignment features**

Curve length 1 : 300 m Curve radius 1 : 300 m  
 Curve length 2 : 300 m Curve radius 2 : 300 m  
 Tangent length : 300 m Design speed : 90 km/h

**Curve speed model - USA**

$V_{85} = 103.04 - 0.053CCR_s$

**Acceleration / deceleration**

Acceleration rate : 0.85 m/s² Deceleration rate : -0.85 m/s²

**Speed differential thresholds**

|            | Curve / tangent speed differential |           | Design / operating speed differential |           |
|------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
|            | From (km/h)                        | To (km/h) | From (km/h)                           | To (km/h) |
| Good       | 0                                  | 10        | 0                                     | 10        |
| Acceptable | 10                                 | 20        | 10                                    | 20        |
| Poor       | 20                                 | ...       | 20                                    | ...       |

**Results**

Curve 1 (92 km/h) vs Tangent (103 km/h) : 11 km/h → Acceptable  
 Tangent (103 km/h) vs Curve 2 (92 km/h) : 11 km/h → Acceptable

**Legend**

Curve / tangent speed differential

- good (< 10 km/h)
- acceptable (10 - 20 km/h)
- poor (>= 20 km/h)

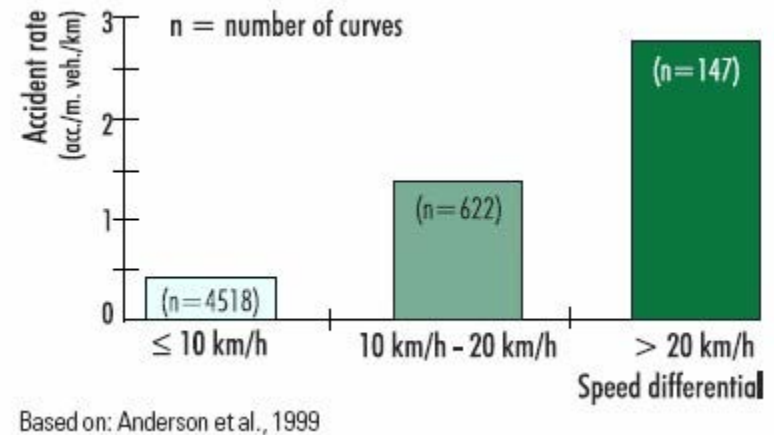
Design / operating speed differential

- good (< 10 km/h)
- acceptable (10 - 20 km/h)
- poor (>= 20 km/h)

Design speed

# Keselamatan Jalan raya

Kajian Anderson et. Al (1999) mendapati kadar kemalangan di 5287 selekoh dengan perbezaan halaju operasi melebihi 20km/h adalah 2 kali lebih tinggi berbanding selekoh yang mempunyai perbezaan halaju antara 10-20km/h dan 6 kali lebih tinggi jika dibandingkan di selekoh yang perbezaan halajunya kurang daripada 10km/h



**Bagaimana mengenalpasti masalah berpunca daripada perbezaan halaju yang ketara??**

- kenderaan terbabas
- perbezaan halaju yang ketara apabila memasuki selekoh, **late braking**, kesan tayar, kenderaan memasuki laluan bertentangan

## Cadangan Penambahbaikan

Menambah/memanjangkan **radius** selekoh adalah pembaikan yang paling berkesan bagi mengatasi dan mengurangkan kemalangan di kawasan selekoh, tetapi ini akan melibatkan kos yang tinggi

**Cadangan penambahbaikan jangka masa pendek yang sesuai:**

- Menambah bilangan papantanda amaran dan panduan untuk memberi amaran awal kepada pemandu
- Meningkatkan tahap delinasi jalanraya (road marking, roadstuds)

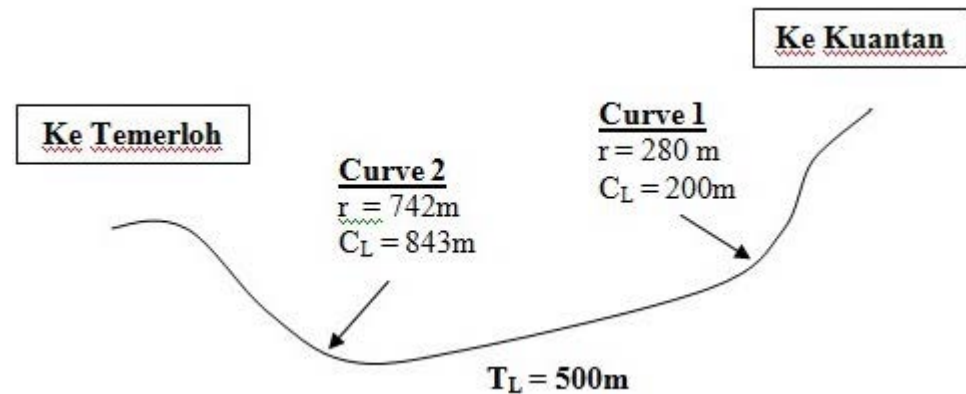
# Kajian Kes: *Speed Differential*

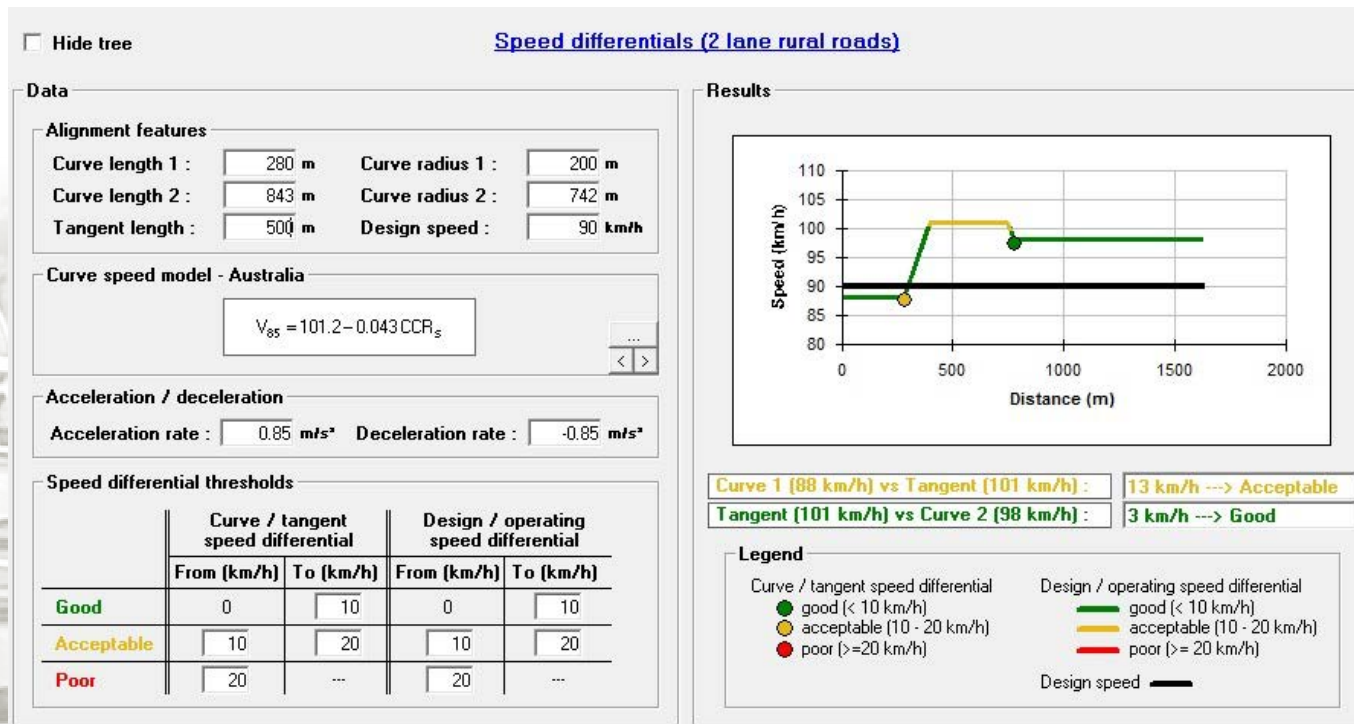
Kemalangan berlaku apabila kereta dari arah Kuantan yang hilang kawalan lalu memasuki laluan bertentangan dan bertembung dengan sebuah kereta dari arah Temerloh.

**Punca???**

**Radius tidak mencukupi??**

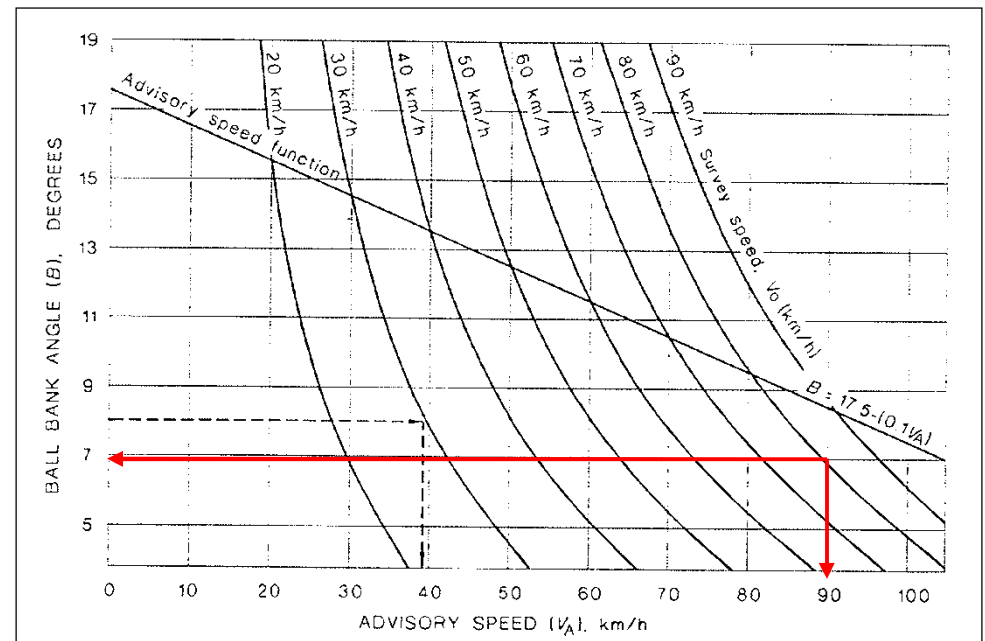
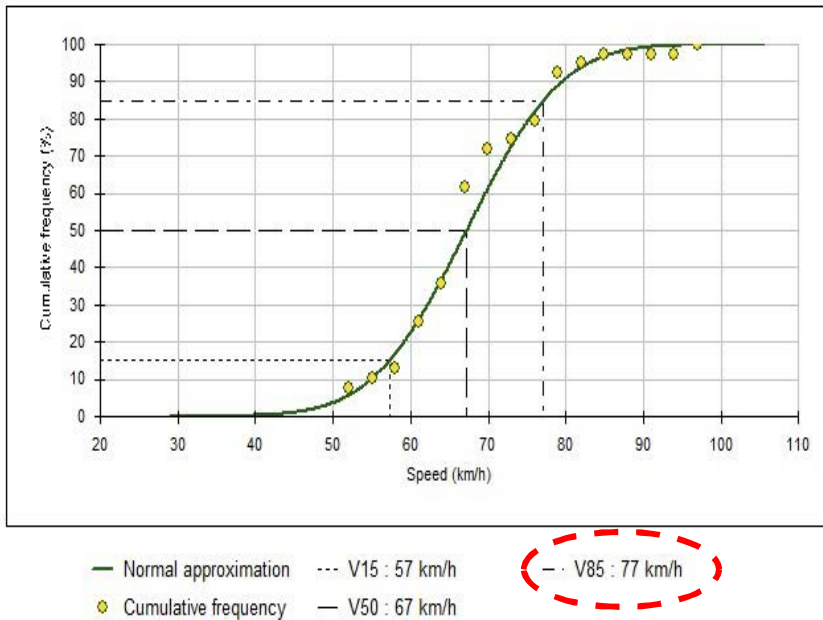
**Over speeding???**





Daripada analisa perbezaan halaju di antara 2 selekoh di laluan tersebut, didapati perbezaan halaju (menggunakan **speed differential calculator**) adalah masih di dalam lingkungan selamat iaitu hanya 13km/j. Pemandu berkemungkinan memandu melebihi halaju yang ditetapkan di laluan tersebut menyebabkannya hilang kawalan dan terbabas.

Cumulative frequency distribution



Berdasarkan analisis menggunakan kaedah histogram dan lengkung taburan kekerapan bertokok setempat, **85% kelajuan kenderaan adalah 77km/h**. Manakala ujian **ball bank indicator** memberikan halaju selamat di selekoh adalah **90km/h**. Terdapat perbezaan halaju sebanyak **13km/h** di antara 85th halaju operasi dan juga halaju selamat.

Boleh dirumuskan, jalan tersebut tidak mempunyai kelemahan elemen jalan dan pemandu sepatutnya dapat melalui selekoh tersebut dengan selamat sekiranya memandu tidak melebihi 90 km/h.

**SEKIAN, TERIMA KASIH**



**Norhidayu Hartaty Bt Abdullah  
UNIT FORENSIK KESELAMATAN JALAN  
Bahagian Keselamatan Jalan  
Cawangan Kejuruteraan Jalan & Geoteknik  
03-26184526 / Nhidayu@jkr.gov.my**