

## **Model Diagnosis dan Rawatan Kemalangan Jalan Raya di Malaysia**

**Radin Umar Radin Sohadi**

**Ahmad Rodzi Mahmud**

*Fakulti Kejuruteraan,*

*Universiti Pertanian Malaysia*

*43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

**Aminuddin Adnan**

*Pengurusan Lebuhraya Berhad, Kuala Lumpur*

Received 27 August 1992

### **ABSTRAK**

Ketiadaan sistem analisis maklumat dan kerangka penyiasatan kemalangan jalan raya adalah merupakan masalah utama dalam mengenalpasti punca sebenar kemalangan, langkah rawatan yang efektif serta pengawasan dan penilaian keberkesanan sesuatu rawatan yang dilakukan di negara ini. Kertas kerja ini membincangkan model penyiasatan dan kerangka rawatan kemalangan jalan raya yang di bentuk berdasarkan projek pilot anjuran Majlis Keselamatan Jalan Raya. Dua daerah yang di pilih adalah Seremban dan Shah Alam. Data yang dikumpul adalah berdasarkan borang POL27 (Pind 1/91) yang direkapipta dan diproses dengan menggunakan perisian komputer MAAP. Sistem yang dibentuk membolehkan analisis mendalam terhadap kes-kes tertentu khususnya di kawasan hitam. Satu sistem pengenalpastian lokasi merbahaya berdasarkan peta kemalangan, sistem Lingkaran-Nod-Sel dan koordinat telah digunakan bagi kawasan bandar manakala sistem pos kilometer telah digunakan bagi lebuhraya dan kawasan luar bandar. Analisis terperinci di titik hitam dilakukan dengan menggunakan rajah stik dan rajah perlanggaran. Ini membolehkan diagnosis punca sebenar kemalangan di lokasi bermasalah dilakukan dengan cepat, mudah dan tepat supaya tindakan wajar serta penilaian terhadap tindakan tersebut dapat dilakukan.

### **ABSTRACT**

Absence of an information analysis system and a proper accident investigation framework have been the stumbling blocks in the investigation, evaluation and monitoring of accident problems in Malaysia. This paper presents the information system developed and provides the accident treatment model for implementation throughout Malaysia. Two police districts, Seremban and Shah Alam were chosen as a test case in this National Safety Council Pilot Project. Accident data are based on a police form POL27 (Pind 1/91) designed to enable processing and analysis using a customised microcomputer accident analysis package (MAAP). The system enables a thorough analysis of certain cases particularly on black spots. A dangerous location identification system based on accident maps, link-node-cell system and coordinates was used in the urban areas, while a kilometre post system was used for the rural highways. In-depth analysis on black spots could be achieved by means of a stick and collision diagram. This would enable diagnosis of actual causes of accidents at a problem location to be done expeditiously, more easily and more accurately so that

appropriate remedial action could be taken, and hence provide a better evaluation of the steps taken.

**Kata kunci:** Kemalangan jalan raya, model diagnosis, MAAP, GIS, analisis mikro, titik hitam, rawatan kejuruteraan

## PENGENALAN

Kekurangan maklumat kemalangan yang tepat, terperinci dan mudah diperolehi serta ketiadaan satu sistem diagnosis dan kerangka rawatan kemalangan yang sistematik adalah masalah yang utama dalam mengenalpasti punca sebenar kemalangan, langkah rawatan yang paling efektif serta pengawasan dan penilaian terhadap keberkesanaan sesuatu tindakan di negara ini. Kegagalan menentukan lokasi yang tepat serta faktor sebenar kemalangan di lokasi tersebut bukan sahaja boleh menyebabkan suatu analisis yang dilakukan tidak tepat tetapi rawatan yang diberikan mungkin tidak bersesuaian dengan keperluan lokasi berkenaan. Kesilapan tersebut bukan sahaja merugikan negara dari sudut kewangan tetapi kemungkinan bilangan yang terkorban terus meningkat.

Pengalaman dalam melakukan analisis terperinci secara manual di beberapa laluan merbahaya di Malaysia (Radin *et al.* 1990; Aminuddin *et al.* 1989; Radin dan Aminuddin 1991) menunjukkan ia adalah satu proses yang lambat, tidak konsisten serta mudah melakukan kesilapan. Penggunaan komputer yang mampu melakukan analisis terperinci amat diperlukan bagi menganalisis hampir 80,000 kemalangan setahun yang dilaporkan di negara ini. Ini membolehkan diagnosis kemalangan dapat dijalankan dengan lebih cepat, tepat lagi terperinci.

Maklumat kemalangan yang telah dianalisis sepatutnya disusuli dengan langkah pembaikan serta penilaian terhadap kekesanan rawatan yang diberikan. Setakat ini masih belum ada satu sistem atau kerangka yang beroperasi supaya data yang disimpan oleh pihak polis dimanfaatkan dalam analisis terperinci faktor utama kemalangan, mengenalpasti rawatan yang bersesuaian serta pengawasan dan penilaian terhadap keberkesanan rawatan yang dijalankan. Berbeza dengan kebanyakan negara-negara maju, kesemua langkah tersebut amat dititik beratkan. Malah satu badan khusus telah sengaja diwujudkan di peringkat tempatan bagi menjalankan tugas-tugas tersebut. Pengalaman lebih 15 tahun terhadap sistem siasatan di peringkat tempatan di United Kingdom (Hills *et al.* 1990) sebagai contoh, telah menunjukkan satu pulangan ekonomi yang amat menguntungkan.

Berdasarkan kepentingan ini satu projek pilot sistem diagnosis kemalangan jalan raya telah dijalankan. Dua daerah berasingan iaitu Seremban dan Shah Alam telah dipilih bagi menjalankan projek tersebut. Kertas kerja ini membincangkan pendekatan yang diambil serta model penyiasatan dan kerangka rawatan kemalangan jalan raya yang dibentuk berdasarkan projek pilot Majlis Keselamatan Jalan Raya Malaysia bagi menganalisis polar-polar utama kemalangan jalan raya di kawasan tersebut.

## METODOLOGI

### *Konsep Model Diagnosis Kemalangan Jalan Raya*

Proses siasatan kemalangan adalah merupakan satu usaha berterusan yang melibatkan pengumpulan data kemalangan, mengenalpastian lokasi kerap berlaku kemalangan, mengkaji corak kemalangan secara keseluruhan, menganalisis faktor-faktor yang terlibat, kajian mendalam di tempat kejadian, melaksanakan rawatan yang sesuai berdasarkan analisis dan kajian mendalam serta mengawas dan menilai keberkesanan sebarang langkah yang dilakukan. Konsep tersebut telah diringkaskan rajah blok (Radin dan Aminuddin 1991) seperti di *Rajah 1*. Siasatan kemalangan terbahagi kepada dua peringkat ia itu makro dan mikro. Peringkat makro terbahagi kepada pengumpulan data kemalangan, pemprosesan data dalam komputer, pembentukan corak atau tren kemalangan, kecederaan dan kenderaan terlibat, serta pengenalpastian polisi serta peruntukan perundangan yang bersesuaian. Peringkat mikro pula terdiri daripada pengenalpastian titik kerap berlaku kemalangan berdasarkan laluan atau persimpangan, kajian mendalam di lokasi yang telah dikenalpasti serta melaksanakan rawatan yang bersesuaian. Pihak-pihak yang terlibat bagi setiap peringkat juga ditunjukkan dalam rajah berkenaan.

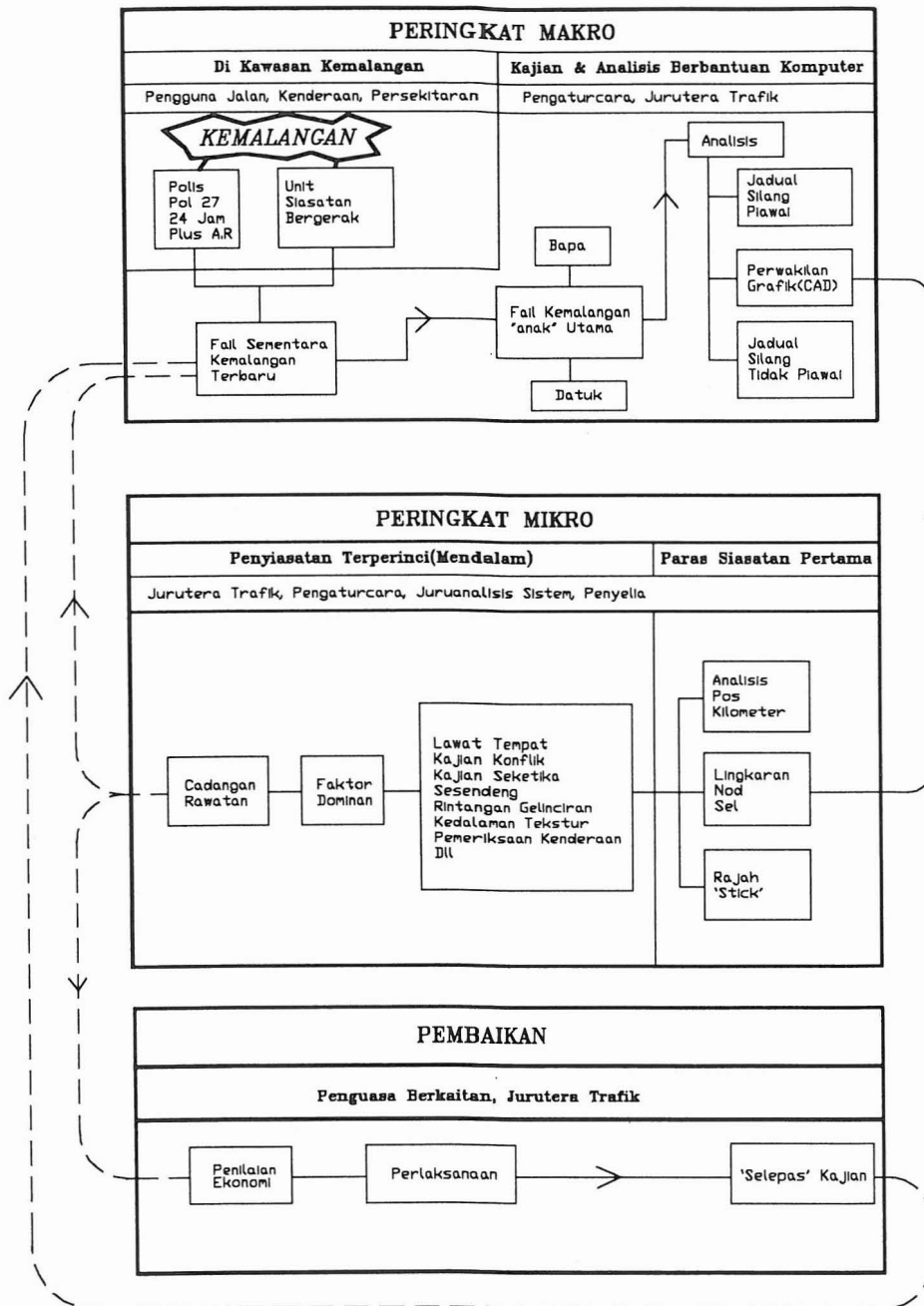
### *Projek Pilot Keselamatan Jalan Raya*

Untuk merealisasikan model yang dibentuk, satu projek pilot telah dijalankan di bawah pembiayaan Majlis Keselamatan Jalan Raya Malaysia. Bagi peringkat percubaan dua daerah tersebut iaitu Daerah Seremban dan Shah Alam telah dipilih untuk pelaksanaan projek tersebut. Kedua-dua daerah tersebut mempunyai ciri yang berbeza dari sudut perancangan dan sejarah. Seremban adalah merupakan satu bandar tradisional yang terbentuk semasa penjajahan manakala Shah Alam pula merupakan bandar baru yang menggunakan konsep perbandaran moden. Kedua-dua daerah tersebut juga dipilih berdasarkan kesamaan jenis jalan yang terdiri daripada lebuh raya ekspres, jalan-jalan persekutuan, jalan-jalan negeri dan jalan-jalan di bawah majlis tempatan.

## PENGUMPULAN DAN PEMROSESAN DATA

### *Sumber Maklumat Kemalangan Jalan Raya*

Kewajipan mengumpul maklumat kemalangan di negara ini adalah diletakkan di bawah tugas dan tanggungjawab Polis Di Raja Malaysia. Terdapat tiga jenis borang kemalangan di mana maklumat kemalangan dikumpul oleh pihak Polis Di Raja Malaysia. Ketiga-tiga borang tersebut adalah laporan 24 jam, Borang Polis POL27 dan Kertas Siasatan Kemalangan (ITP). Maklumat yang terkandung dalam borang-borang tersebut berbeza mengikut keperluan pentadbiran, pengguna dan badan-badan berkaitan. Laporan 24 jam lebih dikhususkan untuk semua laporan dan kenyataan



Rajah 1. Proses siasatan kemalangan di titik hitam

mangsa yang terlibat dalam kemalangan manakala POL27 dan Kertas Siasatan lebih dikhususkan untuk analisis statistik dan pendakwaan di mahkamah masing-masing. Bagi tujuan siasatan dan rawatan kemalangan, borang kemalangan Polis POL27 adalah merupakan rujukan utama dan maklumat terperinci mengenai borang tersebut dibincangkan.

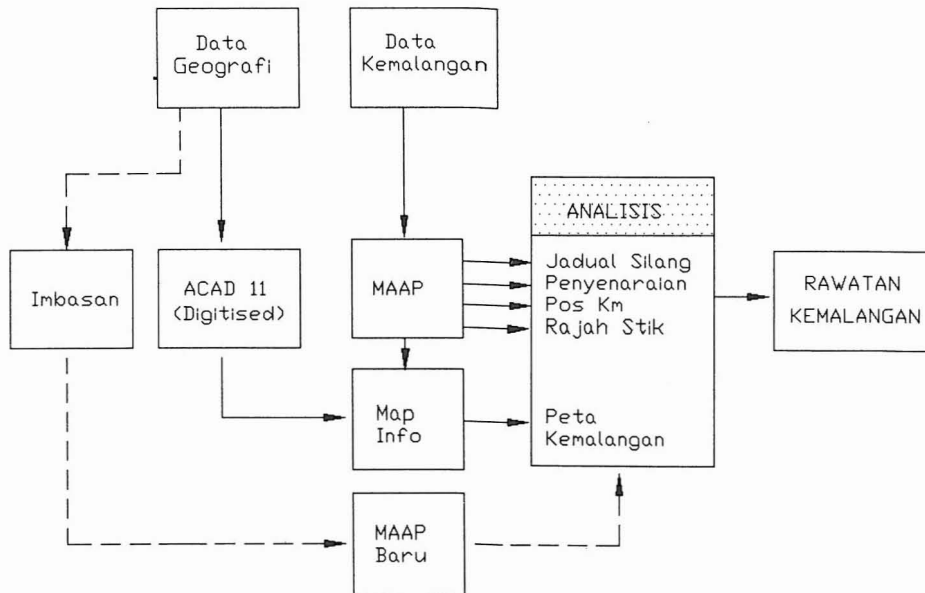
#### *Borang Siasatan Kemalangan Polis POL27 (Pind 1/91)*

Penyediaan sumber maklumat kemalangan yang tepat dan jitu adalah merupakan prasyarat kepada kejayaan model penyiasatan dan rawatan yang dibentuk. Satu jawatankuasa Borang Kemalangan telah dibentuk dan borang kemalangan Polis POL27 (Pind 87) telah dipinda supaya ianya lebih mudah diisi dan seterusnya memperbaiki mutu maklumat yang dikumpul. Konsep 'semua dalam satu' telah diperkenalkan dan ini memudahkan pihak polis melaksanakan tugas tanpa perlu merujuk kepada nota-nota tambahan. Sistem pengenalanpastian kenderaan, penumpang dan pejalan kaki telah diperbaiki dan rajah-rajah skematik telah diperkenalkan buat pertama kalinya untuk memudahkan pengisian maklumat. Bagi mengenalpasti lokasi kemalangan berdasarkan laluan, persimpangan atau titik hitam terutamanya di kawasan bandar, sistem lakaran telah diperkenalkan. Maklumat lokasi yang tepat amat diperlukan supaya kajian mendalam serta punca kemalangan di lokasi terlibat dapat dikenalpasti dan disusuli dengan langkah pencegahan rawatan lanjut. Borang siasatan kemalangan yang diuji selama satu tahun di kedua daerah tersebut telah dikenali sebagai POL27 (Pind 1/91) dan dilaksanakan secara meluas di seluruh negara mulai Januari 1992.

#### *Sistem Pemprosesan dan Analisis Data*

Untuk membolehkan maklumat kemalangan yang dikumpul dianalisis dengan terperinci, data kemalangan dan data geografi di lokasi yang di kaji perlu digabungkan supaya boleh berkomunikasi antara satu dengan lain seperti dalam *Rajah 2*. Bagi penganalisan data kemalangan, fail-fail spesifikasi perisian induk Microcomputer Accident Analysis Package (MAAP) yang dibekalkan oleh Transport and Road Research Laboratory (TRRL) telah diubahsuaikan. Pengubahsuaian tersebut diperlukan supaya bersesuaian dengan semua maklumat dalam Polis POL27 (Pind 1/91) yang direkacipta. Analisis mengenai corak kemalangan; bilangan kemalangan, kecederaan dan kenderaan yang terlibat bagi mana-mana maklumat dalam borang berkenaan boleh dilakukan melalui jadual-jadual persilangan. Sekiranya analisis yang lebih terperinci diperlukan terhadap sesuatu perkara khusus seperti kemalangan melibatkan motosikal di waktu subuh dan senja sahaja sebagai contoh, syarat boleh dikenakan terhadap analisis tersebut. Untuk mendapatkan persembahan grafik bermaklumat yang lebih jelas, data-data kemalangan tersebut telah diproses terjemah

untuk merangkai MAAP dengan satu "Sistem Maklumat Geografi" (GIS) yang dikenali sebagai perisian MapInfo. Perangkaian tersebut dilakukan memandangkan kelebihan GIS dalam mempamerkan maklumat spatial dan bukan spatial yang diperlukan serentak dalam analisis kemalangan. Gambar-gambar kemalangan dan lakaran kemalangan yang dikumpul boleh diimbas dan dipamerkan mengikut keperluan penganalisis pada masa yang akan datang.

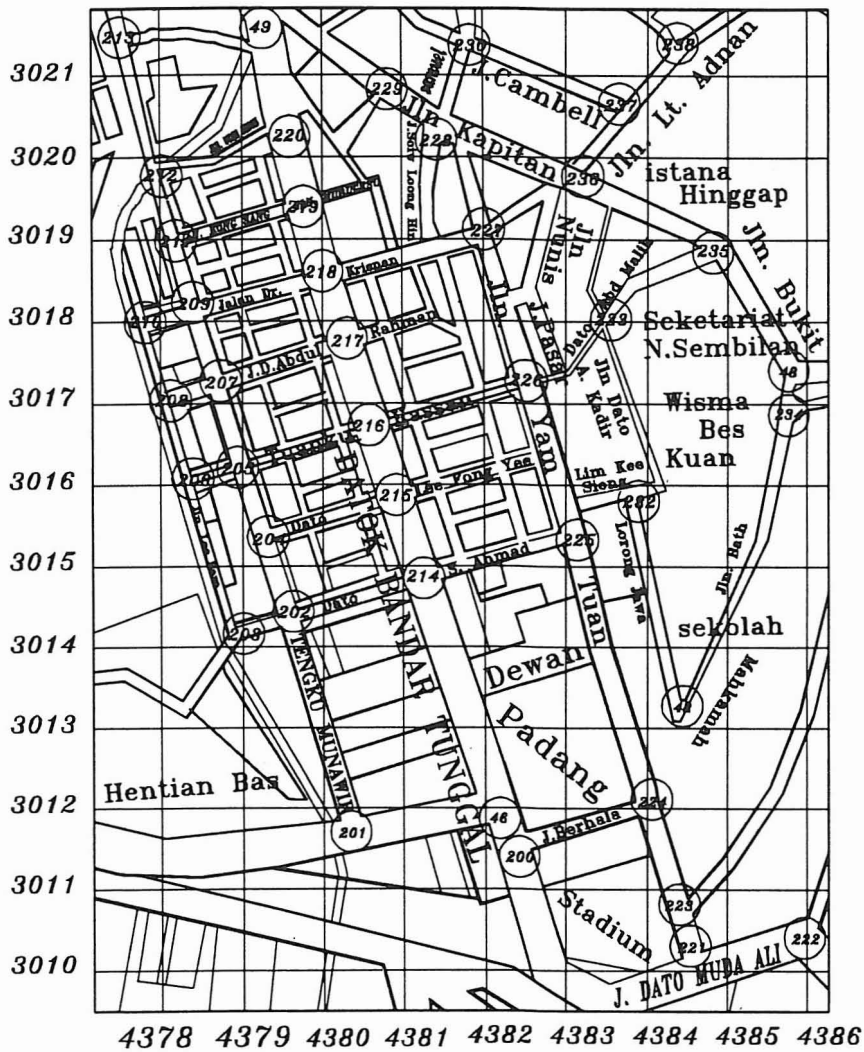


Rajah 2. Sistem proses dan analisis data kemalangan

### *Pendigitan Data Geografi dan Sistem Pengenalpastian Lokasi*

Setakat ini belum ada sistem yang diamalkan di Malaysia yang membolehkan lokasi kemalangan dikenalpasti secara terperinci di kawasan bandar. Penentuan lokasi yang tepat lagi cepat amat diperlukan supaya tumpuan boleh diberikan dan tindakan susulan boleh dilakukan. Meskipun sistem pos kilometer telah lama dimajukan, ianya hanya sesuai bagi lebuhraya yang dipasang dengan sistem tersebut. Memandangkan hampir 50 peratus kemalangan berlaku di kawasan bandar (Polis Di Raja Malaysia 1990) dan adalah mustahil untuk menyediakan pos kilometer di kawasan bandar, satu sistem pengenalpastian lokasi kerap berlaku kemalangan di kawasan bandar perlu diperkenalkan. Untuk tujuan mengenalpasti lokasi secara lebih terperinci, sistem koordinat dan sistem Lingkaran-Nod-Sel seperti di *Rajah 3* telah diperkenalkan bagi kawasan bandar. Maklumat geografi telah didigitkan dengan menggunakan 'digitiser' dan setiap simpang utama diberi nombor khusus yang dinamakan nod, laluan antara nod di

panggil lingkaran dan kawasan yang merangkumi nod dan lingkaran dipanggil sel. Bagi lebuhraya pula sistem pos kilometer telah dimanfaatkan bagi mengenalpasti lokasi kemalangan yang terlibat. Ini membolehkan penyenaian kemalangan mengikut susunan koordinat tertinggi atau simpang paling merbahaya atau lingkaran antara persimpangan paling merbahaya diperolehi mengikut keperluan penganalisis. Sekiranya tumpuan ingin diberikan pada lokasi yang mencatatkan kemalangan tertinggi, analisis selanjutnya boleh dilakukan dengan menggunakan gambarajah stik dan gambarajah perlanggaran. Ini membolehkan corak dan ciri kemalangan dikenalpasti dan seterusnya jenis kajian di tapak yang harus dilakukan.



Rajah 3. Sistem Lingkaran-Nod-Sel

## KEPUTUSAN

### *Analisis Makro Kemalangan di Seremban dan Shah Alam*

Analisis makro atau analisis menyeluruh bertujuan untuk mendapatkan maklumat umum atau keseluruhan kemalangan berdasarkan kemalangan, kecederaan dan kenderaan terlibat. Corak dan kadar kemalangan atau kecederaan seterusnya diperolehi dan ini membolehkan tindakan lanjut dilakukan dengan lebih objektif.

### *Kemalangan di Seremban dan Shah Alam*

Bagi kemalangan sepanjang 1991 [Jadual 1 hingga 4] sejumlah 4613 kemalangan telah dilaporkan yang melibatkan 115 kemalangan maut, 174 kemalangan parah, 736 kemalangan ringan dan 3,588 kemalangan melibatkan kerosakan sahaja. Lebuhraya luar bandar khususnya jalan-jalan persekutuan merupakan jenis jalan yang mencatat kemalangan dan kecederaan yang tertinggi di kawasan kajian. Keutamaan seharusnya diberikan kepada jalan jenis tersebut supaya pengurangan terhadap kemalangan dan kecederaan dapat diperolehi. Bagi jenis pelanggaran, langgar belakang merupakan jenis pelanggaran paling tinggi dilaporkan. Walau bagaimanapun kemalangan terbabas yang melibatkan sebuah kenderaan merupakan jenis pelanggaran yang paling banyak melibatkan kematian dan kecederaan. Langgar belakang didapati kerap berlaku semasa kering manakala terbabas didapati lebih kerap berlaku di permukaan yang basah. Kawasan tanpa kawalan merupakan jenis kawalan yang mencatatkan kemalangan dan kecederaan tertinggi. Ini diikuti oleh kawasan yang dikawal oleh lampu isyarat. Perhatian bagaimanapun harus diberi kepada kawalan berisyarat memandangkan bilangan lampu isyarat yang jauh lebih kecil berbanding tanpa kawalan dan konsep pemisahan masa yang sepatutnya lebih selamat dalam rekabentuk lampu isyarat. Kajian lanjut mengenai kepatuhan pemandu di lampu isyarat perlu dilakukan.

Jadual 1  
Jenis kemalangan mengikut jenis jalan

Jenis Jalan	Jenis Kemalangan				
	Maut Bil. [%]	Parah Bil. [%]	Ringan Bil. [%]	Lain-lain Bil. [%]	JUMLAH Bil. [%]
Ekspres	21[0.5]	13[0.28]	64[1.39]	483 [10.47]	581 [12.59]
Persekutuan	38[0.8]	81[1.75]	260[5.64]	1456 [9.89]	1835 [39.78]
Negeri	22[0.5]	40[0.86]	90[1.95]	336 [7.28]	488 [10.58]
Bandaran	27[0.6]	31[0.67]	32[6.55]	1205 [26.1]	1565 [33.93]
lain-lain	7[0.15]	9[1.95]	20[0.43]	108 [2.34]	144 [3.12]
<b>JUMLAH</b>	<b>115[2.49]</b>	<b>174[3.77]</b>	<b>736[5.95]</b>	<b>3588 [77.78]</b>	<b>4613 [100]</b>



JADUAL 2  
Jenis kemalangan mengikut jenis pelanggaran

	Jenis Kemalangan				
	Jenis Pelanggaran	Maut Bil. [%]	Ringan Bil. [%]	Lain-lain Bil. [%]	JUMLAH Bil. [%]
Bertembung	24[0.52]	42[0.91]	51[1.11]	118 [2.56]	235 [5.12]
Belakang	22[0.48]	33[0.72]	114[2.48]	1382 [30.0]	1551 [33.7]
Rusuk	3[0.06]	11[0.24]	29[0.63]	90 [1.96]	133 [2.89]
Sisi	7[0.15]	28[0.61]	91[1.98]	284 [6.17]	410 [8.91]
Pejalan Kaki	20[0.43]	23[0.50]	136[2.96]	1 [0.02]	180 [3.91]
Objek	0[0]	3[0.07]	14[0.30]	184 [4.00]	201 [4.37]
Binatang	5[0.11]	2[0.04]	7[0.15]	47 [1.02]	61 [1.33]
Terbalik	2[0.04]	1[0.02]	10[0.22]	17 [0.37]	30 [0.65]
Terbabas	26[0.57]	14[0.30]	138[3.00]	757 [16.45]	935[20.32]
Bergesel	3[0.07]	15[0.33]	145[3.15]	680 [14.78]	843[18.32]
Cermin Pecah	0[0]	0[0]	1[0.02]	21 [0.46]	22 [0.48]
JUMLAH	112[2.43]	172[3.74]	736[16.0]	3581 [77.83]	4601 [100]

#### *Kecederaan di Seremban dan Shah Alam*

Sejumlah 1,221 kecederaan telah dilaporkan dengan 128 cedera maut (10.5%), 202 cedera parah (16.5%) dan 891 cedera ringan (73%) (Jadual 5-8). Motosikal mencatatkan kecederaan paling tinggi iaitu 72 maut, 146 parah dan 556 ringan (784 kes atau 64.2%), diikuti pejalan kaki dengan 21 maut dan 22 parah dan 137 ringan daripada jumlah 180 kes (14.7%). Kumpulan umur paling kritikal bagi motosikal adalah diantara 21 hingga 25 tahun manakala pejalan kaki pula adalah kanak-kanak berumur antara 6 hingga 10 tahun. Sejumlah 103 kes atau hampir 60 peratus kanak-kanak tersebut didapati mengalami kecederaan ketika mereka berjalan di tepi jalan. Bagi kereta dan van, penumpang belakang didapati mengalami kecederaan tiga kali ganda berbanding penumpang hadapan. Fenomena ini harus diberi perhatian memandangkan bilangan penumpang belakang lazimnya hampir sama dengan penumpang hadapan bagi kebanyakan kenderaan. Penggunaan tali pinggang keledar bagi penumpang belakang harus dipertimbangkan bagi mengurangkan kecederaan tersebut.

#### *Kenderaan Terlibat*

Bagi kenderaan yang terlibat sepanjang kajian [Jadual 9] sejumlah 8,229 buah kenderaan atau pemandu telah terlibat dalam 4,613 kemalangan. Motokar merupakan jenis kenderaan paling banyak terlibat dalam kemalangan dengan 4,872 kes yang dilaporkan dan diikuti oleh motosikal

JADUAL 3  
Keadaan permukaan mengikut jenis perlanggaran

Jenis Perlanggaran	Keadaan Permukaan Jalan Raya						JUMLAH Bil. [%]
	Kering Bil. [%]	Banjir Bil. [%]	Basah Bil. [%]	Berminyak Bil. [%]	Berpasir Bil. [%]	Dibaiki Bil. [%]	
Bertembung	225 [4.98]	0[0]	7[0.15]	0[0]	0[0]	2[0.04]	234 [5.17]
Belakang	1426 [31.53]	1[0.02]	87[1.92]	2[0.04]	1[0.02]	2[0.04]	1519 [33.60]
Rusuk	129 [2.85]	0[0]	4[0.09]	0[0]	0[0]	0[0]	133 [2.94]
Sisi	364 [8.05]	0[0]	27[0.60]	0[0]	1[0.02]	2[0.04]	394 [8.71]
Pejalan Kaki	173 [3.83]	0[0]	2[0.04]	0[0]	0[0]	0[0]	175 [3.87]
Objek	185 [4.09]	0[0]	13[0.29]	0[0]	1[0.02]	1[0.02]	200 [4.42]
Binatang	58 [1.28]	0[0]	2[0.04]	0[0]	0[0]	0[0]	60 [1.33]
Terbalik	22 [0.49]	0[0]	5[0.11]	0[0]	0[0]	1[0.02]	28 [0.62]
Terbabas	802 [17.73]	0[0]	102[2.26]	7[0.15]	9[0.20]	2[0.04]	922 [20.39]
Bergesel	817 [18.07]	0[0]	18[0.40]	0[0]	2[0.04]	0[0]	837 [18.51]
Cermin Pecah	20 [0.44]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	20 [0.44]
JUMLAH	4221 [93.34]	1[0.02]	267 [5.90]	9 [0.20]	14 [0.31]	10 [0.22]	4522 [100]

JADUAL 4  
Jenis kawalan mengikut jenis pelanggaran

Jenis Pelanggaran	Jenis Kawalan Lalulintas								JUMLAH Bil[%]
	Kawalan Polis Bil.[%]	Agensi Luar Bil.[%]	Lampu Isyarat Bil.[%]	Lintasan Pejalan Kaki Bil.[%]	Lintasan Keretapi Bil[%]	Garis Lintang Kuning Bil[%]	Kotak Kuning Bil[%]	Tiada Kawalan Bil[%]	
Bertembung	0[0]	0[0]	15[0.33]	0[0]	0[0]	1[0.02]	0[0]	219 [4.76]	235 [5.11]
Belakang	0[0]	1[0.02]	62[1.35]	3[0.06]	0[0]	0[0]	0[0]	1485 [32.30]	1551 [33.73]
Rusuk	0[0]	0[0]	2[0.04]	0[0]	0[0]	12[0.26]	3[0.06]	116 [2.52]	133 [2.89]
Sisi	0[0]	1[0.02]	22[0.48]	0[0]	0[0]	7[0.15]	1[0.02]	379 [8.24]	410 [8.92]
Pejalan Kaki	0[0]	0[0]	1[0.02]	0[0]	0[0]	2[0.04]	0[0]	176 [3.83]	179 [3.89]
Objek	0[0]	0[0]	2[0.04]	0[0]	1[0.02]	0[0]	0[0]	198 [4.31]	201 [4.37]
Binatang	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	61 [1.33]	61 [1.33]
Terbalik	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	30 [0.65]	30 [0.65]
Terbabas	0[0]	0[0]	4[0.09]	0[0]	1[0.02]	0[0]	0[0]	928 [20.18]	933 [20.29]
Begesel	1[0.02]	2[0.04]	44[0.76]	0[0]	0[0]	0[0]	1[0.02]	795 [17.29]	843 [18.33]
Cermin Pecah	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	0[0]	22 [0.48]	22 [0.48]
<b>JUMLAH</b>	1[0.02]	4[0.09]	152[3.31]	3[0.06]	2[0.04]	22[0.48]	5[0.11]	4409 [95.89]	4598 [100]

JADUAL 5  
Darjah kecederaan mengikut jenis jalan

Jenis Jalan	Darjah Kecederaan			
	Maut Bil.[%]	Parah Bil.[%]	Ringan Bil.[%]	JUMLAH Bil.[%]
Ekspres	26 [2.13]	19 [1.56]	83 [6.80]	128 [10.48]
Persekutuan	41 [3.36]	94 [7.70]	316 [25.88]	451 [36.94]
Negeri	25 [2.05]	47 [3.85]	118 [9.66]	190 [15.56]
Bandaran	29 [2.37]	32 [2.62]	352 [28.83]	413 [33.82]
Lain-lain	7 [0.57]	10 [0.82]	22 [1.80]	39 [3.19]
<b>JUMLAH</b>	<b>128[10.48]</b>	<b>202[16.54]</b>	<b>891 [72.97]</b>	<b>1221 [100]</b>

JADUAL 6  
Darjah kecederaan mengikut kelas kenderaan

Pegguna Jalan	Darjah Kecederaan			
	Maut Bil.[%]	Parah Bil.[%]	Ringan Bil.[%]	JUMLAH Bil.[%]
Pejalan k/kaki	21 [1.72]	22 [1.80]	137 [11.22]	180 [14.72]
Bas Ekspres	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Bas Henti	0 [0]	2 [0.16]	4 [0.33]	6 [0.49]
Bas Kilang	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Bas Mini	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Bas Persiaran	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Bas Sekolah	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Jeep/L.Rover	1 [0.08]	0 [0]	0 [0]	1 [0.08]
Tugas Khas	0 [0]	0 [0]	1 [0.08]	1 [0.08]
Kereta Lembu	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Trailer	0 [0]	3 [0.25]	5 [0.41]	8 [0.66]
Lori Sebuah	4 [0.33]	3 [0.25]	11 [0.90]	18 [1.97]
Lori Kecil	2 [0.16]	3 [0.25]	10 [0.82]	15 [1.23]
Motokar	17 [1.39]	16 [1.31]	109 [8.93]	142 [11.63]
M/sikal > 251cc	1 [0.08]	4 [0.33]	15 [1.23]	20 [1.64]
M/sikal < 250cc	71 [5.81]	142 [11.63]	541 [44.30]	754 [61.75]
Teksi	0 [0]	0 [0]	2 [0.16]	2 [0.16]
Beca	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Van	5 [0.41]	5 [0.41]	31 [2.54]	41 [3.36]
Kereta Sewa	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
Basikal	6 [0.49]	1 [0.08]	26 [2.13]	33 [2.70]
<b>Jumlah</b>	<b>128[10.48]</b>	<b>201[16.46]</b>	<b>892 [73.05]</b>	<b>1221 [100]</b>

JADUAL 7  
Kecederaan pemandu/penumpang mengikut umur

Umur Pengguna	Darjah Kecederaan			JUMLAH Bil. [%]
	Maut Bil. [%]	Parah Bil. [%]	Ringan Bil. [%]	
00-05	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]
06-10	0 [0]	0 [0]	1 [0.13]	1 [0.13]
11-15	0 [0]	0 [0]	7 [0.88]	7 [0.88]
16-20	9 [1.13]	23 [2.88]	105 [13.14]	137 [17.15]
21-25	20 [2.50]	40 [5.00]	180 [22.52]	240 [30.03]
26-30	11 [1.38]	14 [1.75]	109 [13.64]	134 [16.77]
31-35	10 [1.25]	13 [1.63]	52 [6.51]	75 [9.39]
36-40	11 [1.38]	8 [1.00]	59 [7.38]	78 [9.76]
41-45	4 [0.50]	7 [0.88]	39 [4.88]	50 [6.26]
46-50	4 [0.50]	4 [0.50]	12 [1.50]	20 [2.50]
51-55	2 [0.25]	1 [0.13]	14 [1.75]	17 [2.13]
56-60	3 [0.38]	3 [0.38]	9 [1.23]	15 [1.88]
61-65	5 [0.63]	5 [0.63]	5 [0.63]	15 [1.88]
66-70	2 [0.25]	1 [0.13]	3 [0.38]	6 [0.75]
71-75	1 [0.13]	0 [0]	2 [0.25]	3 [0.38]
>75	0 [0]	0 [0]	1 [0.13]	1 [0.13]
Jumlah	82[10.26]	119[14.89]	598 [74.84]	799 [100]

JADUAL 8  
Kecederaan penumpang mengikut kedudukan penumpang

Kedudukan Penumpang	Kecederaan Penumpang			JUMLAH Bil. [%]
	Maut Bil. [%]	Parah Bil. [%]	Ringan Bil. [%]	
Depan	7 [5.30]	8 [6.06]	15 [11.36]	30 [22.73]
Belakang	16[12.12]	16 [12.12]	69 [52.27]	101 [76.52]
Tiada	0 [0]	0 [0]	1 [0.76]	1 [0.76]
JUMLAH	23[17.42]	24 [18.18]	85 [64.39]	132 [100]

JADUAL 9  
Jenis kemalangan mengikut kelas kenderaan

Kelas Kenderaan	Jenis Kemalangan					JUMLAH Bil. [%]
	Maut Bil. [%]	Parah Bil. [%]	Ringan Bil. [%]	Lain-Lain Bil. [%]		
Bas Ekspres	0 [0]	2 [0.02]	2 [0.02]	29 [0.35]	33 [0.40]	
Bas Henti	4 [0.05]	6 [0.07]	21 [0.26]	140 [1.70]	171 [2.08]	
Bas Kilang	3 [0.04]	0 [0]	11 [0.13]	63 [0.77]	77 [0.94]	
Bas Mini	1 [0.01]	0 [0]	0 [0]	10 [0.12]	11 [0.13]	
Bas Persiaran	0 [0]	0 [0]	0 [0]	5 [0.06]	5 [0.06]	
Bas Sekolah	0 [0]	2 [0.02]	0 [0]	21 [0.26]	23 [0.28]	
Jeep	3 [0.04]	1 [0.01]	9 [0.11]	72 [0.87]	85 [1.03]	
Tugas Khas	0 [0]	0 [0]	4 [0.05]	6 [0.07]	10 [0.12]	
Kereta Lembu	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]	
Trailer	7 [0.09]	3 [0.04]	14 [0.17]	119 [1.45]	143 [1.74]	
Lori Sebuah	23 [0.28]	16 [0.19]	55 [0.67]	477 [5.80]	571 [6.94]	
Lori Kecil	5 [0.06]	10 [0.12]	22 [0.27]	248 [3.01]	285 [3.46]	
Motokar	39 [0.47]	94 [1.14]	387 [4.70]	4352 [52.89]	4872 [59.20]	
M/sikal >251 cc	1 [0.01]	4 [0.05]	18 [0.22]	16 [0.19]	39 [0.47]	
M/sikal <250 cc	82 [1.00]	154 [1.87]	551 [6.70]	483 [5.87]	1270 [15.43]	
Teksi	2 [0.02]	2 [0.02]	13 [0.16]	75 [0.91]	92 [1.12]	
Beca	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]	0 [0]	
Van	14 [0.17]	18 [0.22]	67 [0.81]	405 [4.92]	504 [6.12]	
Kereta Sewa	0 [0]	0 [0]	0 [0]	1 [0.01]	1 [0.01]	
Basikal	6 [0.07]	1 [0.01]	27 [0.33]	3 [0.04]	37 [0.45]	
<b>JUMLAH</b>	<b>190 [2.31]</b>	<b>313 [3.80]</b>	<b>1201 [14.59]</b>	<b>6525 [79.29]</b>	<b>8229 [100]</b>	

JADUAL 10  
Nisbah kematian dan kecederaan mengikut jenis kenderaan

Jenis Kenderaan	Kecederaan			Jumlah Kecelakaan	Kenderaan Terlibat	Nisbah Kematian	Nisbah (Berbanding kereta) Kecelakaan
	Maut	Parah	Ringan				
Kereta	17	16	109	142	4872	1	1
Bas	0	2	4	6	320	0	0.6
Lori	6	9	26	41	999	1.7	1.4
Motosikal	72	146	556	774	1309	15.8	20.3
Van	6	5	31	42	515	3.3	2.8

(1,309 kes), lori sebuah (571 kes), van (504 kes) dan selebihnya kenderaan-kenderaan lain. Meskipun kereta penumpang mencatat bilangan kemalangan yang terbanyak, namun risiko kecederaan mengikut jenis kenderaan yang tertinggi adalah dihadapi oleh penunggang dan pembonceng motosikal (20 kali ganda) dan van (3 kali ganda) berbanding dengan kereta penumpang (Jadual 10). Penumpuan kepada kedua kumpulan tersebut dan pejalan kaki harus dilakukan untuk mengurangkan kemalangan dan kecederaan ke tahap minimum.

#### *Analisis Mikro Kemalangan di Seremban dan Shah Alam*

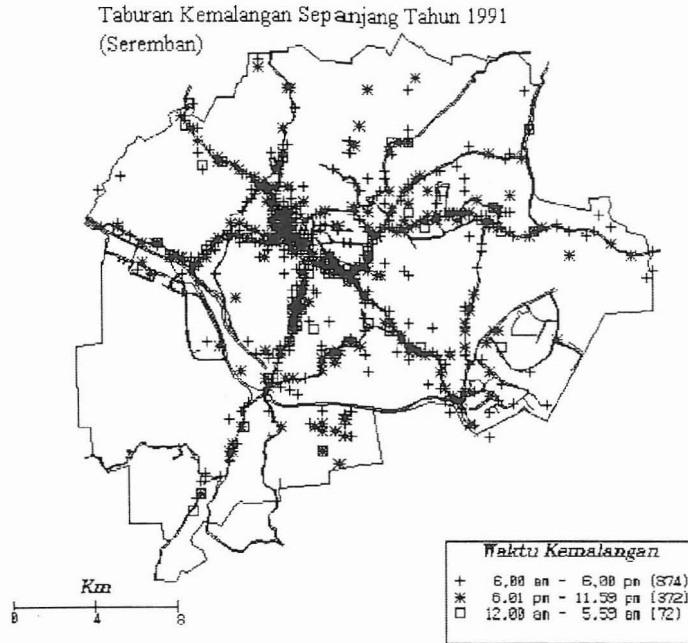
Penentuan lokasi kejadian yang tepat merupakan satu aspek yang amat penting dalam analisis, diagnosis dan rawatan kemalangan jalan raya. Sesuatu rawatan hanya dapat dilaksanakan dengan berkesan sekiranya lokasi yang bermasalah dikenalpasti dan faktor dominan yang menyebabkan kemalangan tersebut diketahui. Ini dapat dilakukan dengan menjalankan analisis gambarajah stik, lakaran perlanggaran dan siasatan di tapak kemalangan.

#### *Peta Kemalangan*

Rajah 4 menunjukkan peta kemalangan di daerah Seremban sepanjang tahun 1991. Persembahan spatial daripada perisian MapInfo dan bukan spatial daripada perisian MAAP telah digunakan bagi mempamerkan lokasi kemalangan berdasarkan sistem koordinat disertakan. Analisis lanjut lokasi kerap berlaku kemalangan dilakukan berdasarkan penyenaian tersebut dan/atau analisis alternatif berdasarkan kemalangan mengikut persimpangan dan lingkaran boleh digunakan mengikut citarasa penganalisis. Kaedah yang sama juga boleh dilakukan bagi daerah Shah Alam.

#### *Analisis Kemalangan Mengikut Persimpangan dan Lingkaran*

Contoh analisis kemalangan mengikut persimpangan (atau nod) dan lingkaran di daerah Shah Alam dibentangkan di Jadual 11. Analisis ini kadangkala lebih mudah dilakukan kerana setiap persimpangan telah diberi nombor nod dan lingkaran terdahulu dan penyenaian kemalangan tertinggi dapat dilakukan dengan lebih cepat. Bulatan Selangor adalah merupakan persimpangan paling banyak mencatatkan kemalangan di daerah Shah Alam manakala lingkaran antara Simpang Shell Lebu Raya Persekutuan (Km 21.0) hingga Bulatan Melawati adalah merupakan lingkaran yang merekodkan kemalangan yang paling tinggi di Shah Alam. Analisis terperinci bagi persimpangan tersebut seterusnya dilakukan dengan menggunakan gambarajah stik dan gambarajah perlanggaran.



Rajah 4. Peta kemalangan mengikut koordinat di daerah Seremban

Jadual 11: Senarai kemalangan paling teruk di Shah Alam

Fail Kemalangan: Pilot91		Set Syarat: Shah Alam
A: Simpang/Nod Paling Bahaya		
Nod	Nama Simpang	Bilangan Kemalangan
65	Bulatan Selangor	41
72	Bulatan Melawati	39
43	Simpang Jln. Puchong/Batu Tiga	38
33	Bulatan Megawati	34
21	Simpang Proton	26
B: Lingkaran Paling Merbahaya		
Link	Nama Lingkaran	Bilangan Kemalangan
44/72	Lebuhraya Persekutuan (Km 21/Btn Melawati)	111
76/77	Lebuhraya Persekutuan (Bunga Lawang/ITM)	72
43/44	Lebuhraya Persekutuan (Bt. Tiga/Km 21)	58
72/73	Lebuhraya Persekutuan (Melawati/Bunga Lawang)	37
47/63	Persiaran Selangor (B. Sejahtera/J. Gergaji)	17



*Analisis Kemalangan Mengikut Pos Kilometer dan Nombor Laluan*

Selain peta kemalangan, koordinat, sistem nod dan lingkaran, analisis lokasi kerap berlaku kemalangan juga boleh dilakukan berdasarkan nombor laluan dan pos kilometer laluan berkenaan. Analisis pos kilometer kadang kala lebih mudah dilakukan khususnya lebuhraya luar bandar yang mempunyai pos tersebut. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan opsyen analisis pos kilometer sistem MAAP seperti di *Rajah 5*. Melalui kaedah ini, histogram kemalangan berdasarkan pos kilometer di laluan khusus mengikut ketepatan 100 m boleh dilakukan dengan pantas. Bagi laluan nombor F0002 (Lebuhraya Persekutuan) sebagai contoh, sejumlah 414 kemalangan telah dilaporkan berlaku sepanjang tahun 1991 di antara kilometer 17 hingga 27 sebelah kiri laluan ke arah Kuala Lumpur. Senarai 10 kemalangan tertinggi di laluan tersebut juga disertakan dalam plotan yang sama. Kilometer 21.0 mencatatkan 59 kemalangan berdasarkan ketepatan 100 meter terhampir dan analisis terperinci rajah stik dan rajah pelanggaran di titik tersebut boleh dilakukan dalam peringkat analisis selanjutnya.

*Analisis Peringkat Pertama dan Analisis Lanjut di Bulatan Selangor*

Bulatan Selangor adalah bulatan yang menghubungkan Persiaran Selangor dan Persiaran Sultan di Shah Alam. Sejumlah 41 kemalangan telah berlaku sepanjang tahun 1991 dan tambahan 7 kemalangan lagi sehingga April 1992 dan ia telah melibatkan lima kemalangan cedera dan 43 kemalangan rosak. Bagi memastikan bulatan tersebut adalah titik hitam dan penumpuan kemalangan bukan berlaku dengan tidak sengaja yang memungkinan peningkatan kemalangan tersebut disebabkan oleh faktor pertambahan bilangan kenderaan, penduduk dan panjang jalan yang dibina, ujian statistik Ki Kuasa Dua berdasarkan jadual kontingensi (Department of Transport 1986) telah digunakan seperti di Jadual 12 berikut:-

JADUAL 12  
Jadual kontingensi Ki kuasa dua

Jenis Kemalangan	Bulatan Selangor	Semua Bulatan di Shah Alam	Jumlah
Cedera	9	46	55
Rosak	62	249	311
Jumlah	71	295	366

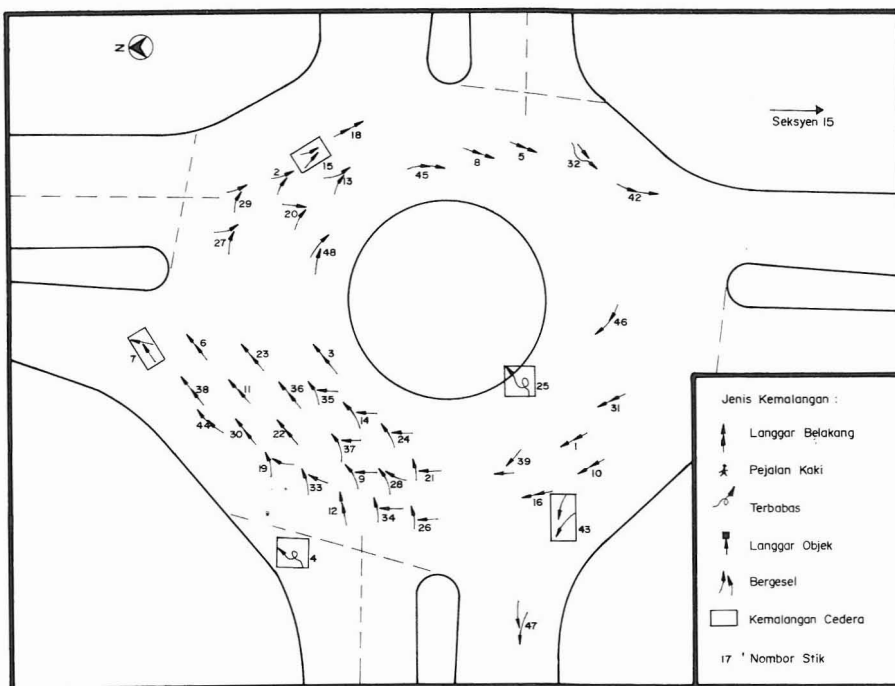


$$\chi^2 = 55.2$$

Nilai  $\chi^2$  tersebut adalah jauh lebih besar daripada 3.84 (pada  $p > 0.05$ ) (Wetheril 1972) dan ini bermakna penumpuan kemalangan di Bulatan Selangor berbanding semua bulatan di Shah Alam adalah bererti pada darjah keyakinan 95 peratus, dan analisis terperinci adalah amat wajar dilakukan.

*Analisis Rajah dan Stik Perlanggaran*

Rajah 6 dan 7 menunjukkan analisis rajah pelanggaran dan rajah stik bagi Bulatan Selangor, Shah Alam. Hampir 92 peratus kemalangan yang dilaporkan berlaku semasa siang khususnya waktu-waktu puncak pagi, tengahari dan petang yang melibatkan langgar belakang, bergesel, terhimpit dan langgar tepi. Cabang barat Persiaran Selangor (Kilang VOLVO) yang bertemu Persiaran Sultan (SUK) didapati mengalami penumpuan kemalangan. Analisis awal di lokasi tersebut menunjukkan bahawa 52 peratus kemalangan adalah kemalangan langgar tepi di antara kenderaan yang keluar dan kenderaan yang sedang pusing, 44 peratus langgar belakang hasil daripada gangguan pengaliran trafik khususnya di cabang keluar bulatan ke arah SUK dan selebihnya terdiri daripada kemalangan terbabas. Faktor bulan dan hari didapati tidak bererti manakala faktor waktu



Rajah 6. Rajah pelanggaran di Bulatan Selangor

Fail Kemalangan: Nod 65  
Syarat : Tiada

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
BLN	01	01	01	02	02	02	02	06	06	06	09	07	07	07	07	05	05	08	10	10	10	10	10	04
TRH	04	29	31	01	03	09	11	17	14	29	07	11	22	26	28	13	08	16	07	09	12	21	29	03
HRI	6	3	5	6	1	7	2	2	6	7	7	5	2	6	1	2	4	6	2	4	7	2	3	4
MSA	12	18	14	09	12	11	07	11	17	12	10	18	08	12	11	18	06	12	06	17	11	17	08	08
PEJ																								
PRH	D	D	D	I	D	D	I	D	D	D	D	D	D	D	I	D	D	D	D	D	D	D	D	D
BK		BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK
>*<																								
>*>			>*>	>*>	>*>		>*>		>*>	>*>	>*>				>*>		>*>					>*>	>*>	
>*																								
ANI																								
OT	OT			OT														OT						
SS		SS					SS		SS				SS	SS	SS					SS	SS	SS		
D&D		D&D										D&D					D&D	D&D		D&D				
DRK																								

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
BLN	03	03	03	03	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	03	03	03	02	02	01	04	
TRH	02	22	26	19	22	04	05	06	16	16	23	25	25	29	12	30	30	04	20	27	15	22	04	16
HRI	7	6	3	3	6	2	3	4	7	7	7	2	2	6	5	2	3	4	6	6	7	7	7	5
MSA	12	07	21	18	14	08	13	17	06	06	15	09	14	08	22	09	10	18	18	12	08	17	14	07
PEJ																								
PRH	I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	I	D	D	D	D	D
BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK	BK
>*<																								
>*>				>*>	>*>	>*>		>*>		>*>		>*>		>*>	>*>	>*>	>*>		>*>	>*>	>*>		>*>	
>*	>*	>*	>*																					
ANI																								
OT																								
SS				SS				SS		SS	SS		SS		SS					SS				SS
D&D				D&D						D&D									D&D	D&D				
DRK																								

BLN=BULAN                      TRH=TARIKH                      HRI=HARI                      MSA=MASA  
 PEJ=PEJ.KAKI                      PRH=KEPARAHAN                      BK=BAIK                      >\*<=HEADON  
 >\*>=REAR END                      >\*=SIDE                      ANI=ANIMAL                      OT=OVERTURN  
 SS=SIDESWIPE                      D&D=SUBHSENJA                      DRK=DARK

Rajah 7. Analisis rajah stik di Bulatan Selangor

JADUAL 13  
Konflik dan kemalangan di Bulatan Selangor

Jenis Perlanggaran	Bilangan Konflik Biasa [Konflik Serius]						Jumlah Konflik (16 bulan)	Jumlah Kemalangan (16 bulan)
	0800	0900	Masa Bermula			1700		
			1200	1300	1600			
Bersilang	8	5 [1]	17	10	18	25[1]	83 [2]	8
Langgar Belakang	13 [1]	9 [1]	14[1]	11	28[1]	16	91 [5]	13
Himpit	0	2	0	0	0	0	2	1
Terbabas	0	1	0	2	0	0	3	1

memainkan peranan penting dalam kemalangan yang dilaporkan khususnya waktu-waktu puncak. Kajian lanjut di tapak kejadian khususnya di lokasi penumpuan kemalangan pada waktu-waktu puncak tersebut perlu dilakukan untuk memahami lebih lanjut mekanisma kemalangan.

#### *Kajian Mendalam di Tapak Kejadian*

Untuk memastikan kesahihan maklumat yang dikumpul, satu kajian mendalam di tapak kejadian khususnya di bahagian yang mengalami penumpuan kemalangan telah dijalankan dan ia telah melibatkan kajian konflik, laju mendatang, Asalan-Destinasasi dan aliran trafik. Kaedah Konflik Transport and Road Research Laboratory telah digunakan bagi kajian konflik dan kaedah piawai kejuruteraan trafik telah digunakan bagi laju seketika, Asalan-Destinasasi dan aliran trafik.

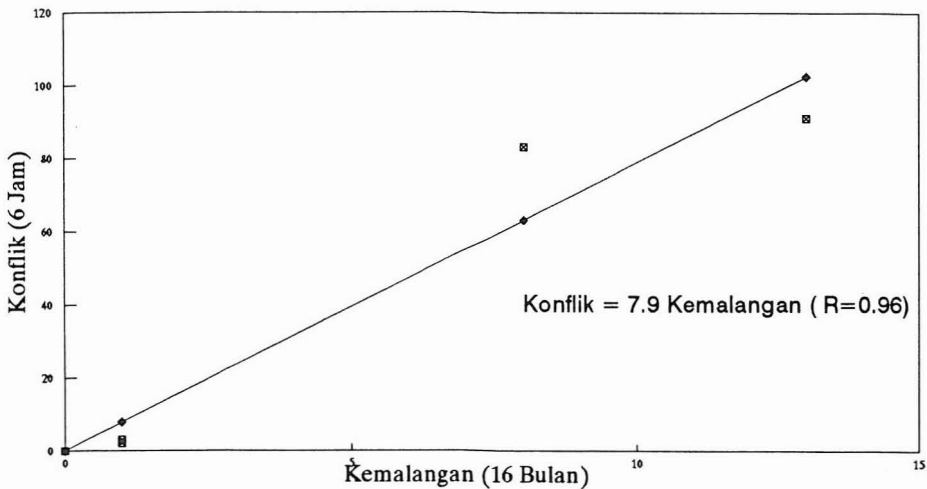
#### *Kajian Konflik*

Kajian konflik adalah merupakan satu kaedah yang menghubungkan keadaan hampir berlaku kemalangan dengan kemalangan sebenar berlaku di lokasi yang diselidik. Selain daripada membuat ramalan terhadap potensi kemalangan, kaedah ini juga boleh digunakan untuk memberi gambaran mengenai ciri perlanggaran, kenderaan terlibat dan sebagainya dalam jangkamasa lebih singkat. Untuk menjalankan kajian tersebut, konflik telah dibahagi kepada dua kategori ia itu konflik biasa dan konflik serius seperti ditakrifkan oleh TRRL (Spicer 1973). Sebarang tindakan mengelak yang dilakukan oleh pemandu untuk mengelak kemalangan tetapi dalam keadaan terkawal dipanggil konflik biasa manakala sebarang tindakan tergesa yang melibatkan berhenti secara mengejut atau mengelak secara mendadak dipanggil konflik serius. Selain daripada cerapan terhadap situasi hampir kemalangan tersebut, jenis kenderaan terlibat, jenis perlanggaran yang dilakukan dan catatan-catatan lain seperti pemandu

membunyikan hon, menyalakan lampu hadapan, bunyi geseran tayar dan sebagainya direkodkan untuk memahami keadaan yang berlaku di lokasi berkenaan. Keputusan kajian berdasarkan jumlah konflik dan pelanggaran adalah seperti di Jadual 14 dan *Rajah 8*. Konflik yang dicerap selama 6 jam mengikut jenis konflik didapati hampir sama dengan jenis pelanggaran yang berlaku dengan pekali regresi 92 peratus. Penemuan ini menunjukkan ketepatan pertamanya, data kemalangan yang dipungut dan keduanya lokasi sebenar berlaku konflik dan kemalangan.

JADUAL 14  
Kepatuhan beri laluan mengikut jenis kenderaan

Jenis Kenderaan	Kelakuan Pemandu di Garis Berhenti			Jumlah Bil. [%]
	tidak berhenti Bil. [%]	memperlahan kenderaan Bil. [%]	berhenti dan beri laluan Bil. [%]	
Motosikal	107 [14.1]	59 [7.8]	8 [1.1]	174 [22.9]
Kereta	214 [28.2]	123 [16.2]	54 [7.1]	391 [51.5]
Van	31 [4.1]	27 [3.6]	8 [1.1]	66 [8.7]
Bas	10 [1.3]	7 [0.9]	1 [0.1]	18 [2.4]
Lori	59 [7.8]	40 [5.3]	11 [1.5]	110 [14.5]
Jumlah	421 [55.5]	256 [33.7]	82 [10.8]	759 [100]



*Rajah 8. Konflik dan kemalangan di Bulatan Selangor*

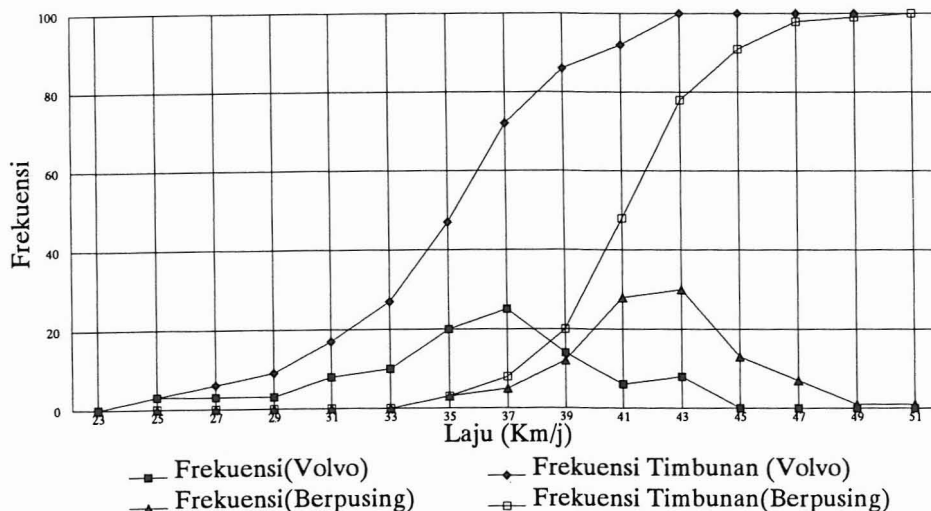
### Laju Seketika

Kajian laju seketika juga telah dijalankan untuk mengetahui laju mendatang kenderaan dan pengaruhnya terhadap kemalangan di lokasi berkenaan. Maklumat tersebut juga amat diperlukan untuk menilai kesesuaian jenis rawatan yang akan dicadangkan. Bagi memperolehi laju seketika, kaedah radar telah digunakan untuk memperolehi laju mendatang dan berpusing di lokasi berkenaan.

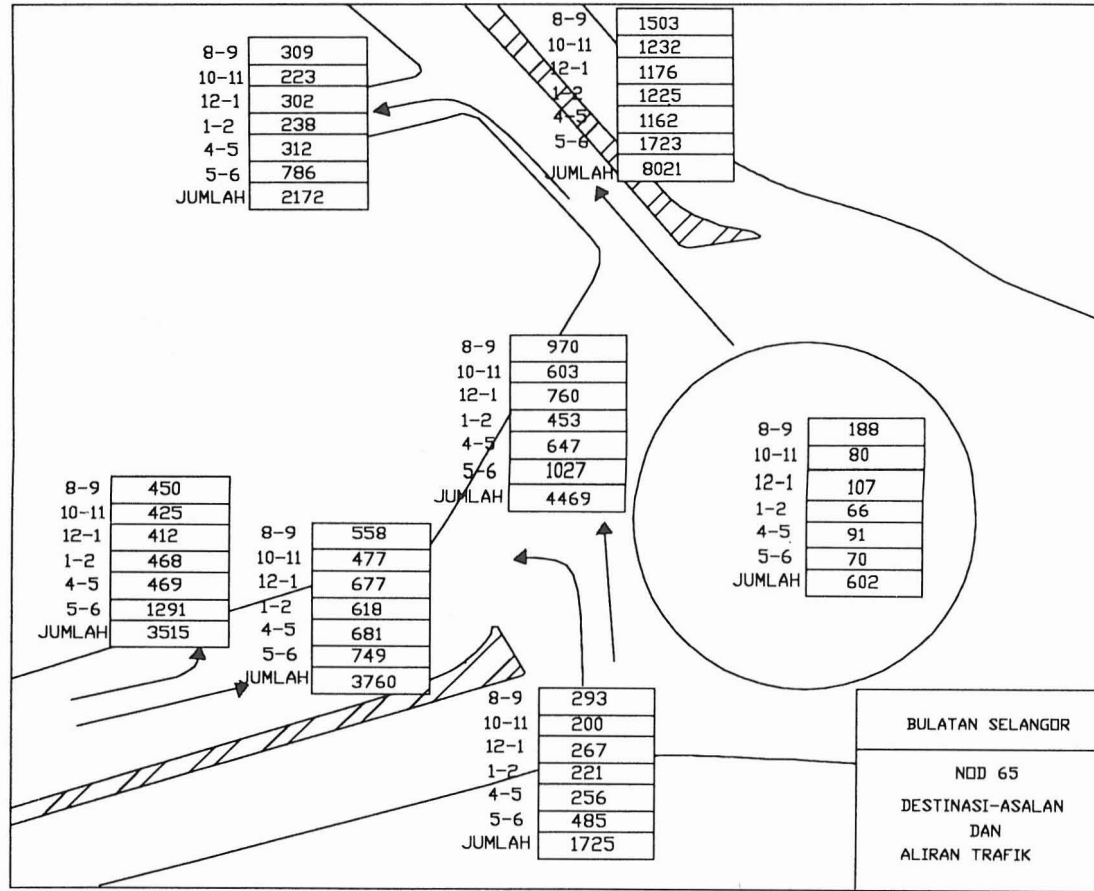
Rajah 9 menunjukkan frekuensi laju mendatang dan berpusing di lokasi berkenaan mengikut jeda laju yang ditentukan. Nilai frekuensi kumulatif 85 peratus telah digunakan sebagai kriteria laju rekabentuk atau lingkungan laju bagi 85 peratus kenderaan yang melalui lokasi berkenaan seperti lazim ditakrifkan (Jabatan Kerja Raya 1986). Bagi laju mendatang 85 peratus, kenderaan didapati bergerak dalam lingkungan 39 km/jam manakala laju berpusing pula adalah dalam lingkungan 44 km/jam. Ini menunjukkan bahawa kenderaan yang melalui lokasi tersebut bergerak dalam lingkungan 44 km/jam dan kemalangan yang berlaku adalah terdiri daripada "perlanggaran kelajuan rendah".

### Aliran dan Asalan-Destinas

Kajian aliran dan Asalan-Destinas diperlukan untuk menilai jenis rawatan dan rekabentuk yang bersesuaian dengan aliran dan Asalan-Destinas kenderaan di lokasi berkenaan. Kaedah manual dan video telah digunakan untuk memperolehi maklumat tersebut dan hasil kajian adalah seperti di Rajah 10. Kajian aliran kenderaan dan Asalan-Destinas kenderaan menggambarkan wujudnya pergerakan bersilang di antara kenderaan yang keluar masuk khususnya motosikal yang lebih gemar memandu pada lorong tepi meskipun tidak membeluk ke arah lebuhraya.



Rajah 9. Laju mendatang dan berpusing di Bulatan Selangor



Rajah 10. Aliran dan Asalan-Destinas di Bulatan Selangor



### *Kepatuhan Beri Laluan*

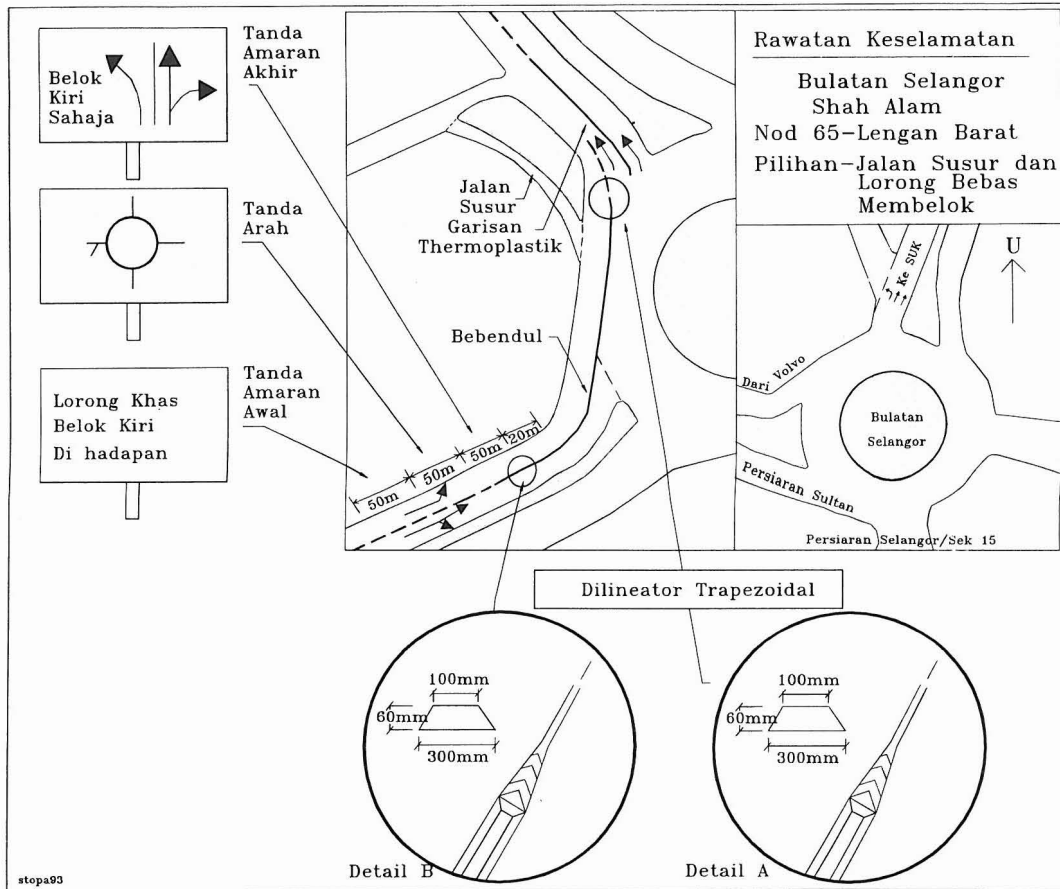
Kajian kepatuhan memberi laluan dijalankan bertujuan untuk mengetahui sama ada konflik persilangan dan kemalangan bersilang di muka cabang mempunyai kaitan dengan pemandu yang tidak menyedari wujudnya bulatan lalu terlajak atau sengaja tidak memberi laluan lalu menerima ruang atau sela masa yang kecil untuk melintas. Kaedah manual telah digunakan untuk memperhatikan ciri tersebut apabila terdapat kenderaan mendatang dan berpusing dan hasil cerapan adalah seperti di Jadual 14. Daripada 759 buah kenderaan yang dicerap, sejumlah 421 (56 peratus) kenderaan telah didapati tidak berhenti langsung ketika masuk ke bulatan manakala 256 kenderaan (34 peratus) memperlahankan kenderaan dan selebihnya memberi laluan apabila terdapatnya kenderaan berpusing di bulatan tersebut. Pecahan terperinci berdasarkan jenis kenderaan yang terlibat menunjukkan motosikal merupakan jenis kenderaan yang paling tinggi tidak berhenti di permulaan bulatan (61 peratus kes).

### *Rawatan Kemalangan*

Rawatan atau langkah pencegahan yang paling sesuai untuk mengatasi dengan masalah kemalangan bersilang, konflik yang menyerupai kemalangan, perlanggaran pada kelajuan rendah, aliran dan pergerakan trafik yang tinggi serta bersilang dan kenderaan tidak memberi laluan adalah dengan menukar sistem bulatan kepada sistem bulatan berlampu isyarat. Walau bagaimanapun, memandangkan kos pembinaan dan penyelenggaraan sistem tersebut adalah tinggi, pilihan untuk mengasingkan kenderaan berdasarkan pergerakan dan aliran trafik di jangka dapat mengurangkan konflik dan seterusnya aliran trafik yang lebih lancar. Memandangkan aliran membeluk ke kiri yang tinggi dari cabang barat Persiaran Selangor ke lebuhraya dan Persiaran Sultan serta sebahagian besar kenderaan gagal memberi laluan ketika masuk bulatan, adalah dicadangkan satu lorong khas disediakan seperti terdapat di *Rajah 11*. Penyediaan lorong khas membeluk ke lebuhraya juga dicadangkan bagi mengelakkan kenderaan yang berpusing bersilang dengan kenderaan dari arah barat Persiaran Selangor, yang kebetulan terletak terlalu hampir dengan bulatan tersebut. Dengan mengagihkan kenderaan berdasarkan asalan-destinasi dan muatan berkaitan, aliran lalu lintas yang licin akan diperolehi dan kemungkinan konflik dan kemalangan dapat dikurangkan. Tanda jalan yang bersesuaian perlu disediakan untuk membantu pemandu memilih lorong yang berkenaan.

## **RUMUSAN**

Kajian mengenai model diagnosis yang dilakukan telah menyediakan batu asas dalam penganalisan dan rawatan kemalangan jalan raya di Malaysia.



Rajah 11. Cadangan rawatan kemalangan di Bulatan Selangor

Satu sistem analisis berkomputer telah dibentuk dan satu kerangka penyiasatan dan rawatan kemalangan telah digariskan. Maklumat terperinci mengenai kemalangan kini mudah diperolehi dan ini boleh membantu pihak berkenaan menentukan keutamaan, polisi dan strategi menangani masalah kemalangan. Lokasi merbahaya atau titik hitam berdasarkan laluan, pos kilometer, lingkaran, koordinat dan persimpangan telah diperkenalkan dan ini membolehkan lokasi dan ciri kemalangan dikenalpasti dengan mudah dan penganalisan lanjut rajah stik dan rajah pelanggaran dilakukan. Rawatan kemalangan berdasarkan masalah yang dihadapi dan penilaian terhadap keberkesanan rawatan yang diberikan dapat dilakukan.

### PENGHARGAAN

Pengarang ingin mengucapkan penghargaan yang tidak terhingga kepada Majlis Keselamatan Jalan Raya Malaysia, Universiti Pertanian Malaysia dan IRPA, Kementerian Sains dan Alam Sekitar kerana membiayai projek berkenaan serta Polis Di Raja Malaysia, Transport and Road Research Laboratory (UK) dan semua pihak dan individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung bagi menjayakan projek pilot ini.

### RUJUKAN

- AMINUDDIN, A., K. MOHD REHAN, H. ASRI dan R.S. RADIN UMAR. 1989. *Kajian kerap berlaku kemalangan jalan raya, Km35-km41 Jalan Raya Ipoh-Kuala Lumpur*. Kuala Lumpur: Majlis Keselamatan Jalan Raya.
- DEPARTMENT OF TRANSPORT. 1986. *Accident Investigation Manual*, Vol. 1 and 2. London.
- HILLS, B., THOMPSON and K. KILA. 1990. Accident Blackspot Research in Papua New Guinea. Transport and Road Research Laboratory, *United Kingdom*.
- JABATAN KERJA RAYA. 1986. Arahan teknik Jalan 8/86. Kuala Lumpur: Kementerian Kerja Raya.
- POLIS DI RAJA MALAYSIA. 1990. Laporan perangkaan kemalangan jalan raya Malaysia 1988. Kuala Lumpur.
- RADIN UMAR, R.S., A. AMINUDDIN, K. MOHD REHAN and H. ASRI. 1990. Interpretation of accident statistics along Seremban-Port Dickson Highway. In *Second Int. Conference of Statistical Science, Skudai*.
- RADIN UMAR, R.S. and A. AMINUDDIN. 1990. Accident investigation by conflict studies. In *Sixth Int. Conference REAAA Kuala Lumpur*. Vol. 2.
- RADIN UMAR, R.S. and A. AMINUDDIN. 1991. Accident analysis model for Seremban-Port Dickson Trunk Road. In *National Road Safety Seminar, Kuala Lumpur*.
- SPICER, B.R. 1973. A Study of traffic conflict at six intersections. Transport and Road Research Laboratory Report LR 551, Crowthorne.
- WETHERIL, C.B. 1972. *Elementary Statistical Methods*. London: Chapman and Hall.