



Analisis trend dan pola keruangan kemalangan maut jalan raya di Malaysia: Kajian kes di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang

Wan Muhammad Taufik Wan Hussin¹, Tarmiji Masron¹

¹Universiti Malaysia Sarawak, 94300 Kota Samarahan, Sarawak

Correspondence: Wan Muhammad Taufik Wan Hussin (email: wmtaufikws.mohd@gmail.com)

Abstrak

Kecederaan akibat daripada kemalangan jalan raya merupakan antara pembunuh utama di dunia selepas penyakit kronik seperti penyakit jantung, strok, jangkitan paru-paru dan kesukaran pernafasan. Di Malaysia, jumlah kematian akibat kemalangan jalan raya telah meningkat sebanyak 70%. Kajian ini menganalisis kemalangan maut bagi semua jenis kenderaan di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang berdasarkan data kemalangan maut bagi tempoh tiga tahun 2011-2013. Ia juga menganalisis trend serta taburan dan corak keruangan kemalangan maut dengan bantuan perisian Sistem Maklumat Geografi (GIS). Data dianalisis dengan menggunakan kaedah purata kejiranan terdekat (ANN). Hasil kajian mendapati kadar kemalangan maut di daerah Timur Laut bagi tahun 2011, 2012 dan 2013 adalah tinggi (masing-masing 90, 88 dan 91 kes). Trend menunjukkan bahawa kadar kemalangan maut yang paling tinggi berlaku dalam kawasan sempadan Balai Polis Jelutong manakala yang paling rendah adalah dalam kawasan sempadan Balai Polis Komuniti Taman Desa Permai. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa taburan kemalangan maut adalah paling tinggi di jalan-jalan utama, iaitu Jalan Air Hitam, Lebuhraya Tun Dr Lim Chong Eu dan Jalan Sultan Azlan Shah. Hasil analisis ANN pula menunjukkan bahawa corak kemalangan maut bagi tahun 2011, 2012 dan 2013 adalah secara berkelompok dengan penolakan hipotesis *null*. Kesimpulannya, kemalangan jalan raya lebih tertumpu dan berkelompok di sesuatu kawasan tertentu disebabkan oleh perbezaan dari segi struktur fizikal jalan raya, jumlah trafik dan kepentingan jalan tersebut kepada pengguna di kawasan sekitarnya.

Katakunci: ANN, corak ruangan, GIS, jalan raya, kemalangan maut, trend kemalangan

Trend analysis and spatial patterns of fatal traffic accidents in Malaysia: A case study of the Timur Laut District, Penang

Abstract

Road accident injuries are number one killer in the world after chronic diseases such as heart disease, strokes, pneumonia, and breathing difficulties. In Malaysia, fatalities due to road accidents had increased alarmingly by 70% between 1990 and 201. This study analysed distribution trends and patterns of fatal accidents using Geographic Information System (GIS) for all types of vehicles in the Penang's Northeast (Timur Laut) District based on the district's fatal accidents statistics recorded for the 2011, 2012 and 2013. Results of the analysis showed that the rates of fatal accidents for 2011, 2012 and 2013 were high at 90, 88 and 91 incidents respectively. The fatal accident rate was highest in the Jelutong Police Station borders while the lowest was in the Community Taman Desa Permai Police Station borders. The main streets that recorded highest fatal accidents were Jalan Air Hitam Expressway, Tun Dr Lim Chong Eu and Jalan Sultan Azlan Shah. The spatial patterns of fatal accidents in Northeast, Pulau Pinang, were analysed using the average nearest neighbour (ANN) technique. From the ANN analysis it was found that the fatal accidents for the years 2011, 2012 and 2013 tended to depict clustered patterns. The null hypothesis had to be rejected, therefore. To sum up, road accidents in the district were more concentrated and clustered in a particular

space due to differences in the physical structure of the road, volume of traffic and importance of the road to the users in the vicinity.

Keywords: ANN, fatal accidents, GIS, road accidents, spatial pattern, trends analysis

Pengenalan

Pengangkutan jalan raya merupakan suatu keperluan memandangkan kemudahan ini memberikan banyak faedah kepada sesebuah negara dan individu terutamanya dalam meningkatkan akses kepada tempat berkerja, sumber ekonomi, kemudahan pendidikan, pusat kesihatan dan sebagainya. Di sebalik kepentingan pengangkutan kepada penduduk, ada juga kesan negatifnya, iaitu kemalangan jalan raya. Kecederaan akibat daripada kemalangan jalan raya merupakan antara pembunuh utama di dunia selepas penyakit kronik seperti penyakit jantung, strok, jangkitan paru-paru dan kesukaran pernafasan (WHO, 2009). Tambahan lagi, laporan WHO (2009) dalam *Global Burden of Disease Project* pada tahun 2004 menyatakan bahawa kemalangan maut ini menyumbang kepada 1.27 juta kematian setiap tahun dan ia bersamaan dengan jumlah kematian kesan daripada gabungan faktor-faktor yang lain.

Di Malaysia, jumlah kematian akibat kemalangan dilihat terus meningkat saban tahun iaitu antara tahun 1990 hingga 2011, jumlah kematian akibat kemalangan jalan raya telah meningkat sebanyak 70% (OECD, 2014). Laporan Ketua Polis Trafik Bukit Aman menunjukkan bahawa purata kematian harian akibat kemalangan jalan raya di Malaysia adalah sebanyak 19 orang (Sinar Harian, 2014). Kadar ini dilihat sangat tinggi jika dibandingkan dengan jumlah penduduk Malaysia, iaitu seramai 28 juta orang. Kadar ini wajar dikurangkan memandangkan negara ini sedang berusaha menjadi sebuah negara maju menjelang tahun 2020.

Kemalangan jalan raya secara umumnya boleh didefinisikan sebagai suatu kejadian yang tidak diingini berlaku akibat daripada hilang kawalan pemanduan ke atas kenderaan sehingga menyebabkan pelanggaran dengan sesuatu objek, atau menyebabkan kenderaan tersasar, sama ada mengakibatkan kerosakan harta benda, kecederaan ke atas pemandu, penumpang dan/atau pengguna jalan raya yang lain atau sebaliknya (Heirich & Petersen, 1980). Di Malaysia, definisi kemalangan jalan raya bagi tujuan statistik pula adalah seperti yang terdapat dalam Laporan Perangkaan Kemalangan Jalan Raya Malaysia 2012, di mana kemalangan jalan raya ialah “Suatu kejadian yang berlaku di jalan awam atau persendirian yang berpunca sama ada daripada kecuaiian atau ketinggalan mana-mana pihak atau disebabkan oleh faktor persekitaran yang mengakibatkan apa-apa jua bentuk pelanggaran dengan melibatkan sekurang-kurangnya sebuah kenderaan yang bergerak di mana kerosakan atau kecederaan termasuk mati dialami oleh mana-mana orang, harta, kenderaan, struktur atau binatang yang terlibat dalam kejadian tersebut dan diadakan kepada polis” (Laporan Perangkaan Kemalangan Jalan Raya Malaysia, 2012).

Kemalangan jalan raya biasanya berpunca daripada gabungan dan saling tindakan antara kelima-lima faktor, iaitu manusia yang melibatkan tingkah laku pemandu; kenderaan itu sendiri, iaitu dari segi saiz dan keadaannya; infrastruktur dari segi kualiti jalan dan reka bentuk persimpangan; isipadu trafik dan faktor persekitaran seperti keadaan muka bumi dan cuaca (Li et al., 2007; Miaou et al., 2003). Usaha mengatasi masalah kemalangan jalan raya lebih ditumpukan kepada aspek fizikal jalan raya dan reka bentuk kenderaan. Tujuannya adalah untuk menyediakan jalan raya dan kenderaan yang lebih selamat sebagai langkah untuk mengurangkan kadar kemalangan jalan raya. Walaupun begitu, kelakuan dan prestasi pemandu juga patut diberi perhatian kerana ia merupakan aspek yang tidak kurang pentingnya dalam menangani masalah kemalangan jalan raya (Clinton & John, 2013).

Banyak kajian dilakukan bagi melihat pola keruangan kemalangan jalan raya. Saffet (2009) misalnya melihat perbezaan antara wilayah di Turki tentang kemalangan jalan raya yang menyebabkan kematian. Menggunakan kaedah autokorelasi keruangan, beliau mendapati nilai perbezaan keruangan yang signifikan $P < 0.05$ bagi kadar kemalangan maut yang tinggi mengikut kawasan di negara tersebut. Pola taburan kemalangan berkenaan tidak bersifat rawak sebaliknya cenderung untuk berkelompok. Intensiti kemalangan maut lebih banyak berlaku di wilayah-wilayah yang mempunyai jalan raya yang

menghubungkannya dengan bandar raya Istanbul, Ankara dan Antalya. Mark et al. (2013) pula mengkaji kemalangan yang hanya menyebabkan kecederaan di Quezon City, Filipina. Mereka mendapati pola taburan kemalangan tersebut cenderung untuk tidak bertumpu atau berkelompok di jalan-jalan tertentu, sebaliknya berpola rawak. Manakala bagi kemalangan yang hanya menyebabkan kerosakan kenderaan sahaja cenderung untuk berkelompok di sekitar bandar raya tertentu di negara tersebut, khususnya di Quirino, iaitu di Mindanao Avenue, Tandang Soro, Baesa Road dan Quezon Circle. Ini membuktikan bahawa pola keruangan bagi kemalangan maut cenderung untuk berbeza dengan pola ruang bagi kemalangan yang hanya menyebabkan kecederaan ringan atau kerosakan kecil. Kemalangan maut lebih bertumpu di lebuh raya yang menuju bandar raya besar yang sibuk.

Selain itu, Syu Yang et al. (2013) telah berjaya mengenal pasti titik dan kawasan yang berpotensi berlakunya kemalangan jalan raya di St. Louis, Missouri, A.S. serta anggaran jumlah kerugian akibat kemalangan tersebut. Kajian tersebut menunjukkan bahawa kadar kemalangan dan kos ekonomi akibat kemalangan jalan raya adalah tinggi di bandar seperti St. Louis Country dan Bandar St. Louis. Kebanyakan kemalangan yang berlaku di bandar tersebut adalah di bahagian persimpangan dan pertukaran laluan jalan. Reka bentuk jalan raya dan persimpangan selain sistem lalu lintas, dikatakan merupakan faktor utama yang menyebabkan banyaknya berlaku kemalangan di bandar tersebut. Rankavat & Tiwari (2013) pula mengira kepadatan kemalangan dalam radius 50 meter dan sel saiz, iaitu satu meter persegi di Bandar Raya New Delhi. Hasilnya, intensiti kemalangan yang tinggi berlaku di tempat-tempat yang mempunyai isipadu pejalan kaki yang tinggi, khususnya dalam zon pusat bandar. New Delhi yang mempunyai kepadatan penduduk tinggi sememangnya terkenal dengan pengguna jalan raya yang berjalan kaki.

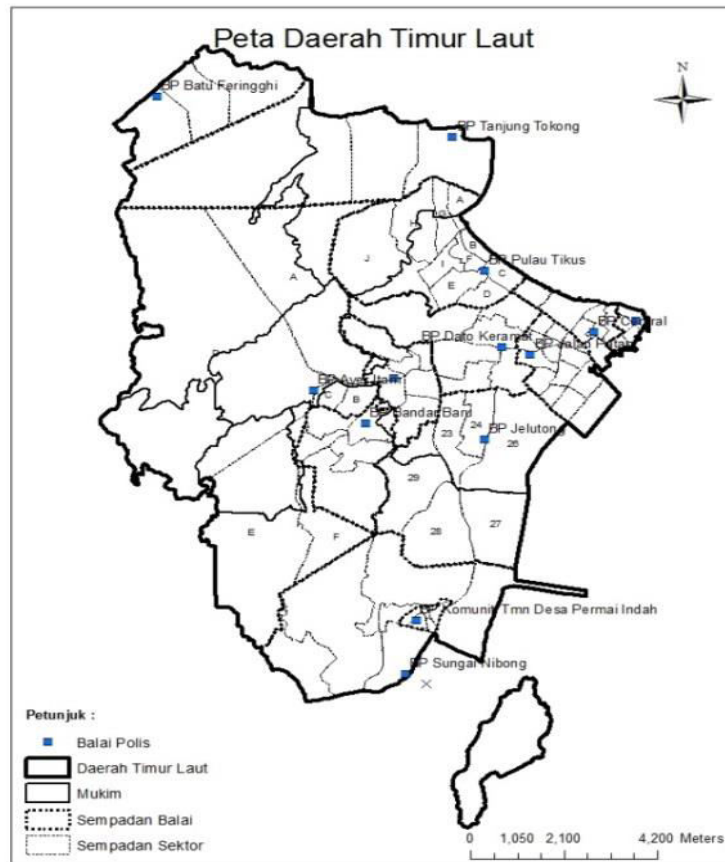
Selaras dengan pengenalan di atas, artikel ini bertujuan untuk menganalisis trend dan pola keruangan serta corak keruangan kemalangan maut bagi semua jenis kenderaan di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang bagi tempoh tiga tahun, iaitu dari 2011 hingga 2013.

Kawasan dan metodologi kajian

Kajian ini berfokus di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang yang merupakan sebahagian daripada kawasan pulau dengan keluasan 121 km persegi yang disambungkan dengan kawasan tanah besar melalui Jambatan Pulau Pinang. Kedudukan kawasan kajian ini ialah pada latitud $5^{\circ} 22' 16.28''$ U dan longitud $100^{\circ} 14' 14.22''$ T. Daerah Timur Laut adalah yang paling ramai penduduk di Pulau Pinang dengan jumlah populasi seramai 508,181 orang dan kepadatan 4,200 orang bagi setiap satu kilometer persegi pada tahun 2010. Daerah ini dibahagikan kepada tujuh mukim, iaitu Mukim 13, Mukim 14, Mukim 15, Mukim 16, Mukim 17, Mukim 18 dan Bandar Georgetown. Daerah ini dipilih sebagai kes kerana jumlah kes kemalangan maut bagi semua jenis kenderaan di daerah tersebut adalah antara yang tertinggi di Pulau Pinang, iaitu pada tahun 2011, 2012 dan 2013 masing-masing merekodkan 90, 88 dan 91 kes. Unit analisis kajian ini adalah kawasan bagi setiap sempadan seliaan balai polis di daerah tersebut. Ini selaras dengan unit kawasan bagi data yang digunakan. Daerah ini mempunyai 13 balai dan 83 sektor polis. Antara balai yang termasuk dalam kawasan kajian ini ialah Balai Polis Lebuh Pantai, Dato Keramat, Central, Jalan Patani, Kampung Baru, Batu Feringghi, Tanjung Tokong, Ayer Itam, Bandar Baru, Komuniti Taman Desa Permai, Jelutong, Sungai Nibong dan Pulau Tikus yang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.

Data keruangan (spatial) merupakan data yang paling penting dalam kajian ini kerana ia melibatkan pemetaan menggunakan perisian GIS. Antara data keruangan yang digunakan dalam kajian ini adalah koordinat lokasi kemalangan maut, jalan raya dan sempadan daerah, mukim, balai polis serta sektor polis. Data bukan keruangan pula adalah jenis kemalangan, masa, bulan dan tahun bagi setiap kes kemalangan tersebut. Data mengenai kemalangan ini merupakan maklumat sebenar yang diperolehi daripada Ibu Pejabat Polis Kontinjen Pulau Pinang. Data spatial, yakni format keruangan bagi sempadan kajian dan jalan raya pula diperolehi daripada proses pendigitan menggunakan perisian ArcMAP 10.1. Data mentah seperti koordinat dan maklumat kemalangan dimasukkan ke dalam *Microsoft Office Excel* sebelum

dimasukkan ke dalam perisian GIS untuk dianalisis. Hal ini demikian kerana data yang disimpan dalam format tersebut lebih sesuai dan mudah untuk dimasukkan terus ke dalam perisian ArcGIS 10.1 apabila diperlukan untuk tujuan analisis.



Rajah 1. Peta Daerah Timur Laut

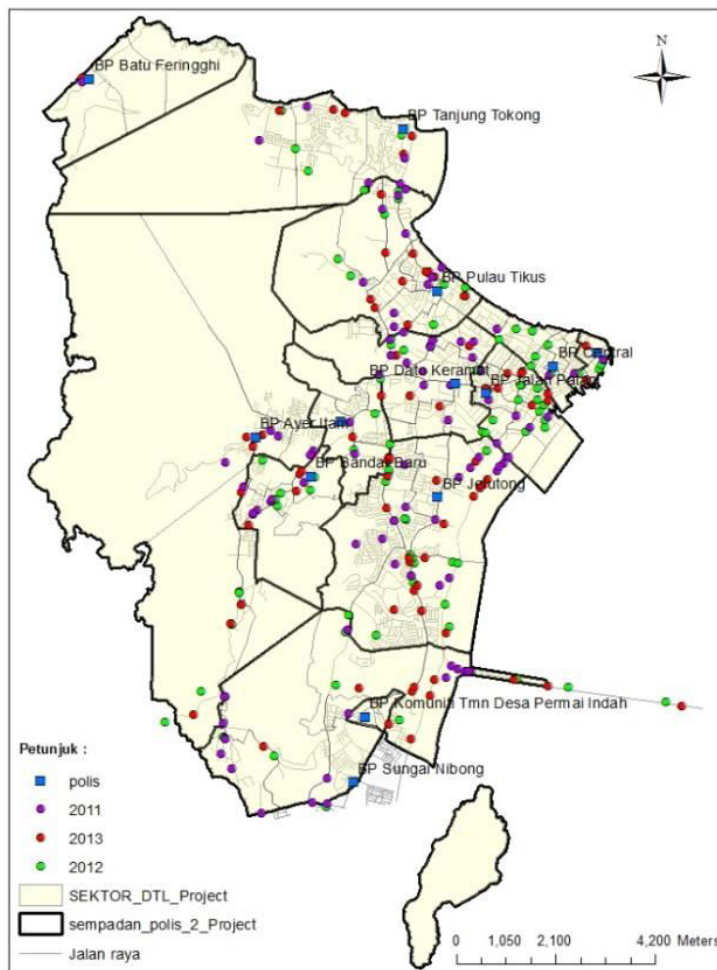
Kajian ini dibantu dan mengaplikasi perisian GIS. Ia melibatkan dua analisis, pertama analisis tindakan menggunakan kaedah *spatial join* dan kedua analisis statistik keruangan menggunakan kaedah purata kejiranan terdekat (ANN). Kaedah *spatial join* digunakan untuk menganalisis kadar kemalangan maut mengikut sempadan balai dan sektor seliaan polis. Hal ini demikian kerana data kemalangan maut yang diperoleh tidak menyatakan bahawa ia berlaku mengikut kawasan sempadan balai tertentu. Oleh itu, kaedah ini dijalankan dengan memetakan taburan kemalangan maut menggunakan perisian GIS seterusnya menggunakan kaedah tindakan bagi mendapatkan kadar kemalangan maut bagi setiap kawasan sempadan balai tersebut. Hasil yang diperoleh daripada *spatial join* antara data taburan kemalangan maut dan data sempadan balai ini ditunjukkan pada jadual atribut.

Kaedah ANN pula digunakan untuk melihat corak kemalangan maut bagi tahun 2011, 2012 dan 2013 di dalam kawasan kajian ini. Kaedah analisis ini dapat mengira indeks jiran terdekat berdasarkan jarak purata bagi ciri-ciri terdekat jiran. Operasi kejiranan digunakan untuk menilai ciri-ciri sesuatu kawasan yang mengelilingi lokasi tersebut. Kaedah ini akan menghasilkan tiga corak, iaitu berselerak, berkelompok dan rawak. Nilai indeks jiran terdekat, iaitu z-skor dan nilai-p merupakan nilai yang diperoleh bagi menentukan corak tersebut. Nilai-p dan z-skor ini merupakan ukuran penting statistik. Nilai yang akan diperoleh adalah nilai yang signifikan atau tidak signifikan yang membolehkan penyelidik menerima atau menolak hipotesis *null* dengan menerima hipotesis 'A' (Siti Aekbal Salleh et

al., 2012). Bagi kaedah ANN ini, hipotesis *null* dinyatakan bahawa ciri-ciri taburannya adalah rawak manakala jarak terdekat dinyatakan sebagai nisbah jarak yang dibahagikan dengan jarak yang dijangka.

Hasil kajian

Rajah 2 di bawah menunjukkan peta taburan kes kemalangan maut yang berlaku di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang dengan menggunakan perisian GIS. Dalam aspek ini, GIS membantu dari segi memaparkan data keruangan bagi setiap kes kemalangan maut dalam tempoh kajian secara jelas dan mudah untuk difahami. Paparan menerusi perisian GIS juga membolehkan pengkaji menunjukkan taburan bagi kes kemalangan maut ini mengikut sempadan daerah, balai polis, sektor polis serta mengikut jaringan jalan raya melalui teknik biasa yang ada dalam GIS, iaitu teknik tindanan. Hasil paparan secara taburan ini memberikan suatu gambaran maklumat yang umum mengenai masalah kemalangan maut yang berlaku di Daerah Timur Laut ini.



Rajah 2. Taburan kes kemalangan maut mengikut sempadan balai polis dan sektor bagi tempoh tiga

Taburan dan intensiti kemalangan maut mengikut jenis jalan juga ditunjukkan dalam Rajah 2. Pada tahun 2011, jumlah kes kemalangan maut yang paling tinggi adalah di Jalan Air Hitam iaitu sebanyak enam kes diikuti oleh Jalan Jelutong, Jalan Jambatan Pulau Pinang dan Jalan Dr Lim Chong Eu iaitu lima kes. Jalan

Paya Terubong dan Jalan Tanjung Tokong masing-masing mempunyai empat kes kemalangan maut. Pada tahun 2012 pula jumlah kes kemalangan maut yang paling tinggi adalah di Lebuhraya Tun Dr Lim Chong Eu iaitu sebanyak enam kes diikuti oleh Jalan Masjid Negeri dan Jalan Paya Terubong iaitu masing-masing sebanyak lima kes manakala di Lebuhraya Thean Teik, Jambatan Pulau Pinang dan Jalan Tanjung Tokong iaitu masing-masing dengan tiga kes kemalangan maut. Seterusnya pada tahun 2013 pula, kes kemalangan maut yang tertinggi berlaku di Jalan Sultan Azlan Shah dan lain-lain Jalan iaitu masing-masing sebanyak sembilan kes diikuti oleh Jalan Kelawai, iaitu sebanyak lapan kes manakala Lebuhraya Tun Dr Lim Chong Eu dan Jalan Paya Terubong, masing-masing dengan tujuh dan lima kes. Kesimpulannya intensiti kemalangan maut cenderung untuk berbeza mengikut jalan dan tahun.

Jadual 1 pula menunjukkan trend kemalangan maut bagi tempoh tiga tahun bagi Daerah Timur Laut. Kes kemalangan maut yang paling tinggi direkodkan berlaku dalam kawasan sempadan Balai Polis Jelutong, iaitu masing-masing 18, 16 dan 22 kes bagi setiap tahun 2011, 2012 dan 2013. Kes kemalangan yang paling rendah, iaitu tiada kemalangan maut yang direkodkan, bagi tempoh tiga tahun tersebut adalah di kawasan Balai Polis Komuniti Taman Desa Permai, Berdasarkan Jadual 1 juga, kawasan di bawah seliaan Balai Polis Dato Keramat menunjukkan penurunan dari segi bilangan kes kemalangan maut yang agak ketara, iaitu daripada 15 kes pada tahun 2011 menurun kepada masing-masing tujuh dan enam kes pada tahun 2012 dan 2013. Peningkatan yang ketara pula ialah bagi kawasan Balai Polis Ayer Itam, iaitu daripada enam kes pada tahun 2011 kepada 10 kes pada tahun 2013, dan Balai Polis Pulau Tikus iaitu meningkat daripada 11 kes pada tahun 2011 kepada 16 kes pada tahun 2013.

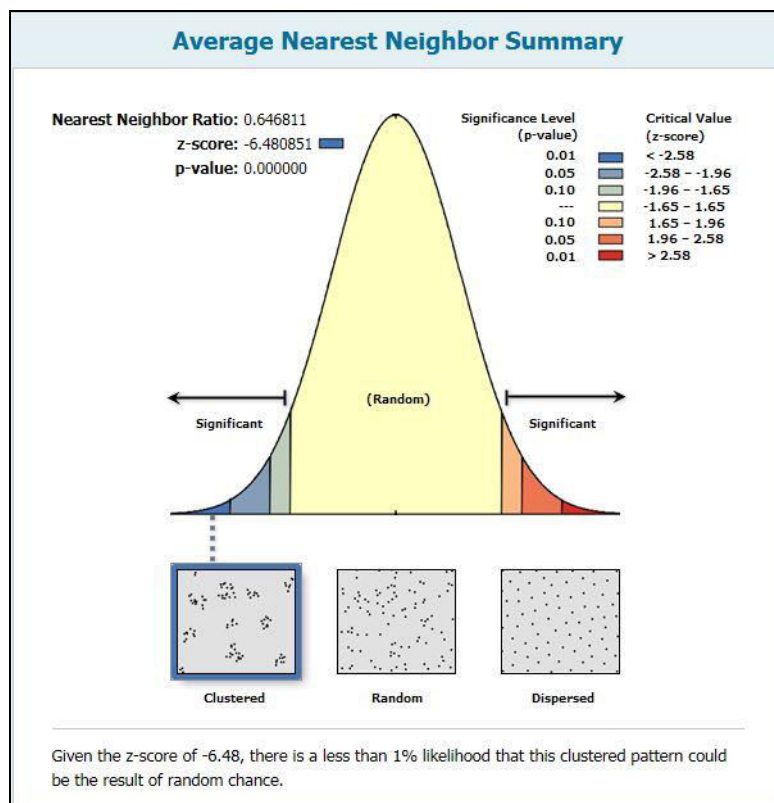
Trend kemalangan maut mengikut tahun juga ditunjukkan dalam Jadual 1. Secara keseluruhannya, jumlah kemalangan maut menunjukkan sedikit peningkatan, iaitu daripada 90 kes pada tahun 2011 kepada 91 pada 2013. Pada tahun 2011 Balai Polis Jelutong dan Balai Polis Sungai Nibong merekodkan kes kemalangan maut yang paling tinggi, iaitu masing-masing sebanyak 18 kes diikuti oleh Balai Polis Dato Keramat sebanyak 15 kes. Manakala pada tahun 2012 pula jumlah kes kemalangan maut yang paling tinggi dicatatkan di Balai Polis Jelutong, iaitu sebanyak 16 kes diikuti oleh Balai Polis Jalan Patani, iaitu 14 kes dan Balai Polis Sungai Nibong, iaitu sebanyak 11 kes. Berdasarkan Rajah 2 di atas, jelas sekali menunjukkan bahawa kawasan sempadan Balai Polis Jelutong mempunyai kes yang paling tinggi pada tahun 2013 iaitu sebanyak 18 kes diikuti oleh Balai Polis Pulau Tikus sebanyak 16 kes serta Balai Polis Ayer Itam dan Balai Polis Sungai Nibong masing-masing dengan 10 kes.

Jadual 1. Trend kemalangan maut mengikut kawasan balai polis tahun 2011 hingga 2013

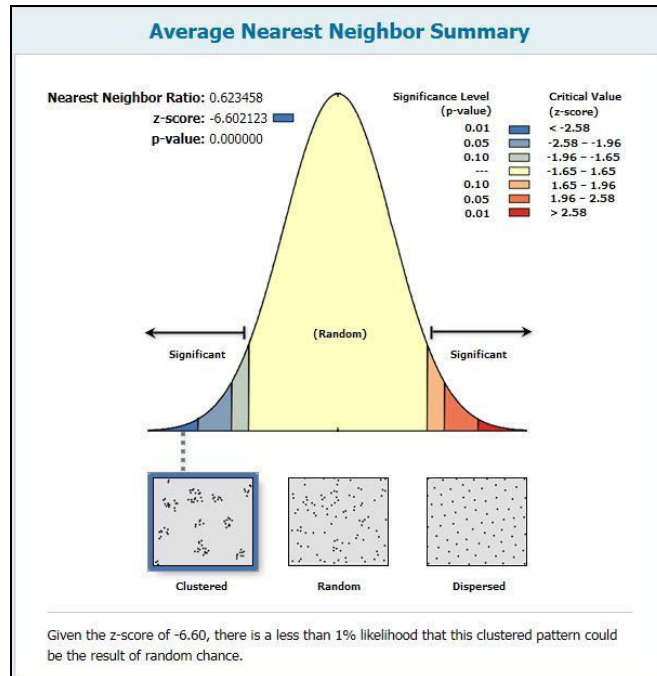
Bil	Balai Polis	2011	2012	2013
1	Lebuh Pantai	2	4	3
2	Dato Keramat	15	7	6
3	Central	2	6	0
4	Jalan Patani	6	14	9
5	Kampung Baru	2	5	4
6	Batu Feringghi	1	0	1
7	Tanjung Tokong	3	5	5
8	Ayer Itam	6	5	10
9	Bandar Baru	6	6	5
10	Komuniti Taman Desa Permai	0	0	0
11	Jelutong	18	16	22
12	Sungai Nibong	18	11	10
13	Pulau Tikus	11	9	16
	Jumlah	90	88	91

Secara perbandingan, dalam tempoh tiga tahun kajian, Jalan Kelawai dan Jalan Sultan Azlan Shah menunjukkan peningkatan kes kemalangan maut yang sangat mendadak, iaitu satu kes pada tahun 2011 meningkat kepada lapan kes pada tahun 2013; manakala bagi Jalan Sultan Azlan Shah daripada tiada kes yang dilaporkan pada tahun 2011 meningkat kepada sembilan kes pada tahun 2013. Walau bagaimanapun penurunan ketara kes kemalangan maut dicatatkan bagi Jalan Air Hitam, iaitu daripada enam kes pada tahun 2011 kepada hanya dua kes pada tahun 2013; juga di Jalan Jelutong daripada lima kes pada tahun 2011 kepada satu kes pada tahun 2013. Kesimpulannya taburan kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut cenderung untuk berbeza mengikut jalan atau kawasan dan tahun.

Hasil analisis ke atas corak kemalangan maut bagi tahun 2011 ditunjukkan pada Rajah 3. Analisis ANN mendapati bahawa nisbah purata jiran terdekat adalah kurang daripada satu, iaitu 0.646811 dengan purata jarak insiden antara satu kes kemalangan maut dengan satu kemalangan maut yang lain dalam kawasan kajian adalah 418 meter. Berdasarkan keputusan ini dapat dinyatakan bahawa pola keruangan kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut cenderung untuk menunjukkan corak berkelompok dengan nilai z-skor yang diperoleh adalah -6.480851 dengan nilai-p kurang daripada 0.01. Oleh itu, hipotesis *null* ditolak. Hasil yang sama juga diperoleh bagi data keruangan kes kemalangan maut bagi tahun 2012 seperti yang ditunjukkan pada Rajah 4. Hasil analisis menunjukkan bahawa nisbah purata jiran terdekat adalah kurang daripada satu, iaitu 0.623458 dengan purata jarak insiden antara satu kes kemalangan maut dengan satu kemalangan maut yang lain dalam kawasan kajian adalah 413 meter. Oleh itu, dapat dinyatakan di sini bahawa corak kemalangan maut pada tahun 2012 cenderung untuk berkelompok. Hal ini dibuktikan dengan nilai z-skor yang diperoleh, iaitu -6.602123 dengan nilai-p adalah kurang daripada 0.01. Oleh yang demikian hipotesis *null* ditolak.

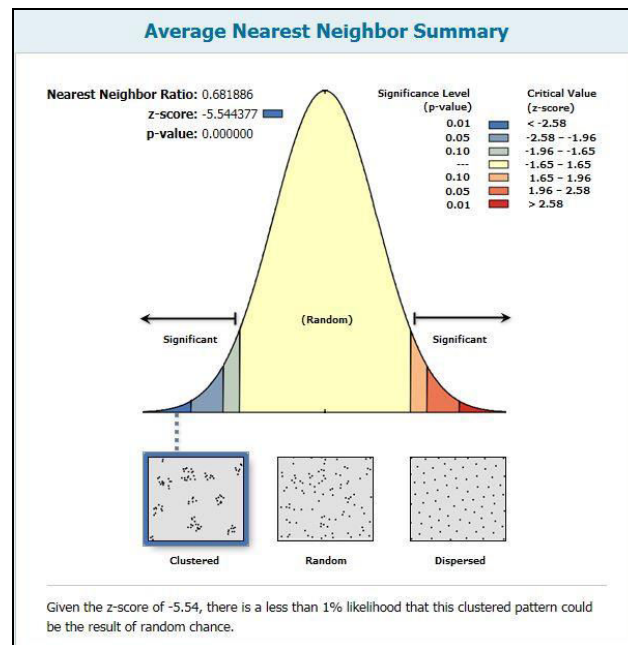


Rajah 3. Hasil analisis ANN kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tahun 2011



Rajah 4. Hasil analisis ANN kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tahun 2012

Hasil analisis ANN data keruangan kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tahun 2013 juga masih menunjukkan corak yang sama dengan tahun-tahun sebelumnya dengan pola berkelompok (Rajah 5).



Rajah 5. Hasil analisis ANN kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tahun 2013

Berdasarkan Rajah 5, nisbah purata jiran terdekat adalah kurang daripada satu, iaitu 0.681886 dengan purata jarak insiden antara satu kes kemalangan maut dengan satu kes kemalangan yang lain dalam

kawasan kajian adalah 467 meter. Manakala nilai z-skor bersamaan -5.544377 dan nilai-p adalah kurang daripada 0.01. Oleh yang demikian hipotesis 'A' yang menyatakan bahawa wujud pola keruangan bagi kes kemalangan maut bagi tahun 2013 diterima manakala hipotesis *null* ditolak. Secara keseluruhannya hasil analisis ANN ke atas kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tempoh tiga tahun berturut-turut (2011-2013) jelas sekali menunjukkan bahawa corak kemalangan maut di daerah tersebut adalah berkelompok.

Perbincangan

Analisis kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang dengan bantuan perisian GIS, berupaya memaparkan bukan sahaja taburan tetapi juga intensiti dan pola keruangan secara keseluruhannya. Kemalangan maut yang berlaku di daerah ini mempunyai taburan yang berbeza mengikut kawasan balai polis dan jalan. Taburan dan intensiti kemalangan maut mengikut sempadan balai polis menunjukkan bahawa kawasan sempadan Balai Polis Jelutong adalah kawasan yang paling tinggi kadar kemalangan mautnya. Manakala kawasan sempadan Balai Polis Komuniti Desa Permai adalah yang paling rendah bagi tempoh tiga tahun 2011-2013. Hal ini disebabkan oleh kawasan sempadan Balai Polis Jelutong mempunyai kepadatan jaringan jalan raya bandar yang lebih tinggi berbanding dengan kawasan sempadan Balai Polis Komuniti Desa Permai yang hanya mempunyai jalan-jalan taman serta kawasan yang kecil sahaja. Di samping itu juga, kawasan sempadan Balai Polis Jelutong mempunyai kadar aliran dan isipadu trafik yang lebih tinggi berbanding dengan kawasan sempadan Balai Polis Komuniti Desa Permai. Oleh itu potensi untuk berlakunya kemalangan maut adalah lebih tinggi di kawasan yang padat jaringan jalan rayanya dan lebih tinggi aliran trafiknya.

Bagi intensiti kemalangan maut mengikut jenis jalan pula, ketiga-tiga tahun kajian menunjukkan jalan raya utama mempunyai kadar kemalangan yang paling tinggi berbanding dengan jalan-jalan yang lain. Jumlah kemalangan maut yang paling tinggi bagi tahun 2011, 2012 dan 2013 adalah masing-masing di rekodkan di Jalan Air Itam, Lebuh raya Tun Dr Lim Chong Eu dan Jalan Sultan Azlan Shah. Jalan raya utama tersebut adalah lebih panjang dan menjadi penghubung kepada jalan-jalan dan pusat bandar yang lain. Selain itu juga, jalan-jalan utama ini adalah jalan yang digunakan untuk perjalanan jarak jauh kerana kebanyakan jalan ini berhubung terus ke pusat bandar utama di luar Daerah Timur Laut, mahupun lebuh raya utama. Biasanya pengguna jalan raya memandu dengan lebih laju di jalan-jalan utama ini kerana had laju yang memang lebih tinggi (rata-rata melebihi 80 km per jam) untuk lebih cepat sampai ke destinasi. Oleh itu, pemanduan dengan kelajuan yang tinggi sudah pasti terdedah kepada risiko kemalangan maut. Apatah lagi jika disertai dengan keadaan kenderaan dan jalan raya, selain reka bentuk serta kualiti permukaan jalan raya yang kurang baik. Ini menjelaskan mengapa kemalangan maut sering berlaku di kebanyakan jalan raya utama termasuk lebuh raya.

Pola keruangan kemalangan maut yang berlaku di Daerah Timur Laut bagi tahun 2011, 2012 dan 2013 cenderung untuk berkelompok. Nilai indeks ANN didapati kurang daripada satu. Hal ini jelas membuktikan bahawa wujud penumpuan insiden kemalangan maut di atas ruang jaringan jalan raya di kawasan Daerah Timur Laut Pulau Pinang. Corak tersebut berkelompok di beberapa jalan raya utama yang tertentu. Hal ini secara umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor luaran khususnya keadaan fizikal dan bentuk muka bumi dari segi kecerunan yang menyukarkan pemanduan; kepadatan dan kesibukan lalu lintas; reka bentuk jalan terutama pada segmen jalan raya tertentu seperti persimpangan, lereng bukit dan selekoh yang kurang mesra pemandu; kualiti permukaan jalan raya dari segi turapan, kadar penyelenggaraan, pencahayaan, garisan memandu dan sebagainya yang setengahnya kurang baik; keadaan dan jenis jalan raya itu sendiri sama ada lebuh raya atau jalan utama kerana pengguna cenderung untuk memandu dengan laju, melebihi had laju yang ditetapkan, di lebuh raya dan jalan-jalan utama kerana jalan tersebut lebih lurus dan mempunyai lebih daripada satu lorong; tidak kurang pentingnya juga dari segi keadaan kenderaan sendiri sama ada dijaga dengan baik atau sebaliknya; dan cuaca kerana keadaan jalan raya yang basah akibat hujan sering menyebabkan kenderaan sukar dikawal. Faktor dalaman pula termasuklah status kecekapan pemandu, tahap kewarasan dan kesihatan mental pemandu;

sikap pemandu yang tergesa-gesa kerana ingin cepat sampai ke destinasi yang dituju turut menyumbang kepada berlakunya kemalangan maut. Sama ada faktor luaran atau dalaman, kesemuanya boleh mempengaruhi sikap seseorang pemandu ketika memandu. Sama ada secara sendirian atau bergabung, semuanya boleh menyumbang kepada berlakunya kemalangan maut seperti di Daerah Timur Laut Pulau Pinang ini (Chao et al., 2009 ; Nor Azam Shairi, 2003).

Kesimpulan

Kemalangan jalan raya yang melibatkan kemalangan maut di Timur Laut Pulau Pinang menunjukkan trend serta taburan serta intensiti di dalam kawasan sempadan balai polis yang mempunyai lebuh raya dan jalan-jalan utama. Intensiti kemalangan maut cenderung untuk berbeza mengikut jalan dan tahun. Kawasan sempadan Balai Polis Jelutong, khususnya Lebuhraya Tun Dr Lim Chong Eu, Jalan Utama Masjid Negeri dan Jalan Utama Paya Terubong yang sibuk, merekodkan kemalangan maut tertinggi bagi tahun 2011, 2012 dan 2013. Kes kemalangan maut yang paling rendah, direkodkan bagi tempoh tiga tahun tersebut adalah di kawasan Balai Polis Komuniti Taman Desa Permai iaitu sebuah kawasan yang lebih banyak dicirikan oleh jalan raya dalam taman perumahan yang kurang sibuk. Dari segi trend, Jalan Kelawai dan Jalan Sultan Azlan Shah menunjukkan peningkatan kes kemalangan maut yang sangat mendadak antara 2011 dan 2013. Manakala penurunan bilangan kemalangan maut yang ketara dicatatkan berlaku di Jalan Air Hitam dan Jalan Jelutong. Ujian statistik menggunakan analisis ANN ke atas kes kemalangan maut di Daerah Timur Laut bagi tempoh tiga tahun berturut-turut (2011-2013) jelas membuktikan bahawa corak kemalangan maut di daerah tersebut adalah berkelompok. Ini mengesahkan hipotesis yang mengatakan bahawa ada pengaruh yang bersifat keruangan pada pola taburan insiden kemalangan maut di daerah tersebut. Faktor luaran dan dalaman pemandu boleh mempengaruhi sikap pemandu semasa di jalan raya. Oleh itu, langkah-langkah pencegahan perlu melibatkan kedua-dua pihak, iaitu pihak berkuasa yang berkepentingan mengurus jalan dan lebuh raya selain pengguna jalan raya itu sendiri bagi mengatasi masalah ini.

Rujukan

- Chao W, Mohammed AQ, Stephen GI (2009) Impact of Traffic Congestion on Road Safety: A Spatial Analysis of The M25 Motorway in England. *Accident Analysis and Prevention* **41**, 798–808.
- Clinton V, John S (2013) Analyzing road safety in the United States. *Research in Transportation Economics* **43**, 98-111.
- Heinrich HW, Petersen D (1980) *Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach*. McGraw-Hill, New York.
- Laporan Perangkaan Kemalangan Jalan Raya Malaysia 2012. PDRM.
- Li L, Zhu L, Sui DZ (2007) A GIS-based Bayesian approach for analyzing spatial-temporal patterns of intra-21 city motor vehicle crashes. *Transport Geography* **15** (4), 274-285.
- Mark RDL, Nelson D, Hussein L, Jun C (2013) Black Spot Cluster Analysis of Motorcycle Accidents. *Proceedings of The Eastern Asia Society For Transportation Studies* **9**, (P139), pp. 14.
- Miaou S-P, Song JJ, Mallick BK (2003) Roadway traffic crash mapping: A space-time modeling approach. *Journal of Transportation and Statistics* **6** (1), 33-57.
- Nor Azam Shairi (2003) *Rencana*. Utusan Express. Kuala Lumpur.
- OECD (2014) *Road Safety Annual Report 2014*. International Transport Forum. [Cited 16 November 2014]. Available from: <http://www.internationaltransportforum.org/pub/pdf/14IrtadReport.pdf>.
- Rankavat S, Tiwari G (2013) Pedestrian Accident Analysis In Delhi Using GIS. *Proceeding of The Eastern Asia Society For Transportation Studies* **9**. (P272), pp. 12.
- Saffet E (2009) Explorative Spatial Analysis of Traffic Accident Statistics and Road Mortality Among the Provinces of Turkey. *Journal of Safety Research* **40**, 341-351.

- Shu Yang, Sijia Lu, Wu Yao-Jan (2013) Gis-Based Economic Cost Estimation of Traffic Accidents in St. Louis, Missouri. *Procedia - Social and Behavioral Science* **96**, 2907-2915.
- Sinar Harian*. 19 Maut Nahas Sehari (2014, November 16). pp. 30.
- Siti Aekbal Salleh, Nur Suhaili Mansor, Zaharah Yusoff, Rabiatal Adawiyah Nasir (2012) The Crime Ecology: Ambient Temperature vs. Spatial Setting of Crime (Burglary). *Procedia-Social and Behavioral Science* **42**, 212-222.
- WHO (2009) *Global Status Report on Road Safety*. 20 Avenue Appia, Geneva 27. [Cited 16 November 2014]. Available from: www.who.int/violence_injury_prevention.