

# KAEDAH KERNEL DENSITY ESTIMATION (KDE) DALAM PEMETAAN RISIKO BANJIR DI DAERAH KERIAN, PERAK DARUL RIDZUAN

Rozaimi bin Majid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah  
[rozaimimajid@gmail.com](mailto:rozaimimajid@gmail.com)

## ABSTRAK

Fenomena banjir adalah salah satu daripada bencana alam yang berlaku di dunia. Kesan kejadian banjir ini melibatkan kerugian harta benda yang amat besar, malahan turut mengancam nyawa penduduk. Oleh itu, kawasan-kawasan yang terjejas dengan bencana banjir perlu dipetakan secara visual untuk perancangan menghadapi banjir atau menyusun langkah-langkah keselamatan. Oleh yang demikian, kajian ini bertujuan mengenalpasti kawasan yang paling tinggi risiko kejadian banjir yang berlaku di Daerah Kerian menerusi aplikasi GIS. Analisis ruangan dijalankan dengan berpandukan taburan lokasi banjir dan kawasan risiko banjir. Dalam kajian ini data kejadian banjir diperolehi daripada Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Daerah Kerian, dan data lokasi petempatan daripada Majlis Daerah Kerian (MDK). Sebanyak 11 lokasi banjir yang berlaku pada tahun 2014 dan 2015 telah dipetakan untuk tujuan analisis. Hasil analisis dengan menggunakan kaedah analisis ruangan KDE menunjukkan kawasan kajian mempunyai 5 lokasi berada pada tahap tinggi risiko banjir, dan 2 lokasi berada pada tahap sederhana. Selain daripada itu, sebanyak 43 petempatan penduduk yang mempunyai nilai sisihan piawai antara 0.000209 hingga 0.743306 dikenalpasti terdedah dengan risiko banjir. Hasil kajian ini adalah penting kepada pihak berkuasa dalam perancangan dan pengurusan menghadapi banjir, terutamanya untuk tujuan pencegahan, penyaluran bantuan dan kecemasan.

**Kata-kunci:** GIS, banjir, analisis ruangan, KDE, risiko banjir.

## 1. Pengenalan

Fenomena banjir adalah salah satu daripada bencana alam yang berlaku di negara Malaysia. Setiap tahun menjelang akhir tahun ketika tiupan angin monsun berlaku, hujan lebat yang turun akan mengundang kejadian banjir. Menurut Aishah, Thuaibatul,

Faizah & Manan (2013), banjir juga boleh berlaku disebabkan curahan air hujan yang luar biasa yang melebihi kuantiti tampungan air di sungai. Berdasarkan laporan Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Sarawak (2003), kawasan yang mudah dilanda banjir bagi negara Malaysia adalah dianggarkan seluas 29,800 km persegi ataupun 9% daripada luas tanah negara. Ini menjelaskan bahawa terdapat kawasan-kawasan di Malaysia yang berada dalam kawasan risiko banjir terutamanya kawasan yang menerima curahan air hujan lebat.

Kejadian banjir ini perlu ditangani dengan sebaik-baiknya daripada semua pihak mengikut kepakaran masing-masing. Ini untuk mengelakkan kerugian harta benda yang amat besar kepada penduduk, malahan untuk menyelamatkan nyawa penduduk (Aishah, et. al., 2013). Oleh itu, kawasan-kawasan yang terjejas dengan bencana banjir perlu dipetakan secara visual untuk perancangan menghadapi banjir atau menyusun langkah-langkah keselamatan. Pemetaan ini amat penting dalam mengenalpasti risiko bencana, dan ia juga adalah satu alat yang berkesan untuk menggambarkan maklumat di peringkat tempatan (Phong, Rajib, Guillaume & John, 2009). Menurut mereka lagi salah satu usaha yang boleh dilakukan ialah pemetaan menggunakan Sistem Maklumat Geografi (GIS) kerana pemetaan GIS mempunyai banyak kelebihan berbanding dengan pemetaan secara konvensional.

Pada masa kini, GIS semakin popular dalam membantu untuk memproses data dan perancangan secara profesional (Liew & Kamil, 2012). Teknologi GIS membolehkan keputusan perancangan yang lebih sistematik dan cepat di samping menjimatkan tenaga kerja (Shamsi, 2005). Ia juga digunakan secara meluas untuk menyimpan, memproses, mengurus dan memaparkan sesuatu data. Gupta & Goel (2006) dan Norazalin, Masiri & Adib (2007) juga sependapat bahawa teknik GIS amat berfungsi menggantikan kaedah pemrosesan yang lama secara manual atau menambah baik sistem pengumpulan data di lapangan dalam pelbagai peringkat projek. Antara analisis GIS yang telah dijalankan berkaitan sumber air ialah pemetaan sistem bekalan air, sistem perparitan serta pemetaan banjir (Shamsi, 2005). Kaedah analisis ruangan yang terdapat dalam perisian GIS juga berupaya membantu dalam analisis faktor risiko banjir (Haydn, 2002, Hassan, 2005, Nancy, 2009 dan Kevin, Siddique & Julian, 2012). Oleh kerana itu kajian mengenai pemetaan risiko banjir ini dijalankan memandangkan ia masih kurang dikaji. Penyelidikan ini akan dijalankan di Daerah Kerian di negeri Perak dengan menggunakan analisis ruangan GIS menerusi perisian ArcGIS 10.1.

Bagi Daerah Kerian, banjir seringkali berlaku semenjak kebelakangan ini. Ini dapat dilihat dalam tempoh tiga tahun Daerah Kerian kerap mengalami banjir iaitu pada Oktober 2013 (Khairil, 2013), Disember 2014 (Berita Harian Online, 2014), dan November 2015 (Roshaniza, 2015). Selain daripada itu, kajian ini juga merujuk kepada dua laporan banjir iaitu Laporan Banjir Tahun 2014 dan Laporan Banjir Tahun 2015 yang telah disediakan oleh JPS Daerah Kerian. Secara umumnya kejadian banjir di Daerah Kerian melibatkan dua sistem sungai utama iaitu Sungai Kurau dan Sungai Kerian yang mengalir ke Laut Selat Melaka. Kawasan tadahan Sungai Kurau meliputi 720 kilometer persegi manakala Sungai Kerian pula meliputi 1,300 kilometer persegi. Menurut JPS lagi kejadian banjir yang berlaku adalah berpunca daripada beberapa sebab, iaitu:

- i. Hujan yang berterusan beberapa hari di hulu sungai yang berada di kawasan tanah tinggi serta curahan hujan berlebihan yang luar biasa.
- ii. Kedudukan paras air bawah tanah (*ground water level*) yang tinggi.

- iii. Kejadian pasang surut air laut dan memberi kesan kepada peningkatan paras air sungai iaitu Sungai Kerian, Sungai Samagahah, Sungai Beriah dan Sungai Kurau.
- iv. Pembuangan air Kolam Bukit Merah secara berperingkat yang telah mencapai aras maksimum dan terpaksa dilakukan lebih awal untuk menampung isipadu air dari hulu kawasan tadahan bagi mengekalkan kestabilan dan keselamatan kolam.

Berdasarkan kepada laporan tersebut juga menunjukkan 14 buah petempatan (2014) dan 19 buah petempatan (2015) yang telah terjejas dengan kejadian banjir. Banjir ini juga turut melibatkan pemindahan penduduk ke pusat-pusat pemindahan sementara, dan juga kerosakan dan kemusnahan harta benda, hasil pertanian, perdagangan, kemudahan, dan khidmat awam yang ditenggelami air. Persoalannya ialah dimanakah kawasan yang paling tinggi risiko dengan kejadian banjir? Inilah yang akan dilakukan oleh kajian ini dengan menggunakan GIS. Objektif kajian ini ialah mengenalpasti kawasan yang paling tinggi risiko dengan kejadian banjir di Daerah Kerian.

## 1.2. Tinjauan Literatur

Banjir didefinisikan sebagai aliran air yang banyak yang melimpah keluar daripada tebing sama ada saliran semula jadi atau pun saliran buatan manusia, dalam mana-mana bahagian anak sungai, sungai, kuala, kolam atau empangan dan air larian permukaan sebelum memasuki saliran (JPS Sarawak, 2003). Definisi ini juga digunakan oleh pihak Pengairan Bandar dan Kawalan Banjir Daerah Denver di Amerika Syarikat di mana banjir adalah keadaan yang sementara pada sebahagian atau sepenuhnya di kawasan tanah kering yang diakibatkan limpahan tebing sungai, pengumpulan larian air permukaan yang luar biasa daripada mana-mana sumber air, dan aliran air lumpur kesan daripada runtuh tanah di pesisiran pantai. Banjir akan berlaku apabila aliran air adalah lebih besar daripada kapasiti normal di terusan, atau jumlah air terkumpul adalah lebih cepat daripada serapan permukaan.

Menurut Azran (2014) menjelaskan bahawa kesan kerosakan kepada negara telah meningkat akibat daripada banjir ini iaitu daripada RM100 juta setahun pada dekad 80 an kepada RM900 juta setahun pada dekad 2000. Paling terkini pula jumlah kerosakan sekitar RM1 bilion setahun membabitkan kawasan seluas 26,000 kilometer persegi dengan penduduk yang terjejas kira-kira 5.7 juta orang. Askew (1997) pula menjelaskan bahawa kejadian banjir boleh menyebabkan kira-kira satu pertiga daripada semua kematian, satu pertiga daripada semua kecederaan dan satu pertiga daripada semua kerosakan. Oleh itu, kawasan-kawasan yang bermasalah perlu divisualkan dengan teliti, maka dengan itu GIS telah dikenalpasti dapat memenuhi tujuan tersebut.

GIS didefinisikan sebagai satu sistem komputer yang mampu mengutip, menyimpan, mengolah dan menganalisa pelbagai jenis data ruangan dan bukan ruangan di atas permukaan bumi. Data-data tersebut kemudiannya digambarkan sebagai suatu model dan digunakan untuk pelbagai tujuan (Burrough, 1991, Ruslan & Noresah, 1998, Maguire, 1994). Gupta & Goel (2006) dan Norazalin, Masiri & Adib (2007) berpendapat bahawa teknik GIS amat berfungsi dengan menggantikan kaedah pemrosesan yang lama secara manual atau menambah baik sistem pengumpulan data di lapangan dalam pelbagai peringkat projek khususnya dalam bidang sumber air. Bagi Correia, Saraiva, Sliva & Ramos (1999) pula menjelaskan bahawa GIS adalah satu sistem yang berkesan untuk menyepadukan dan menganalisis data daripada pelbagai sumber dalam konteks pengurusan banjir yang komprehensif. Selain daripada itu ia juga boleh digunakan untuk menganggarkan kekerapan banjir dan kedalaman aras air ketika penyediaan peta

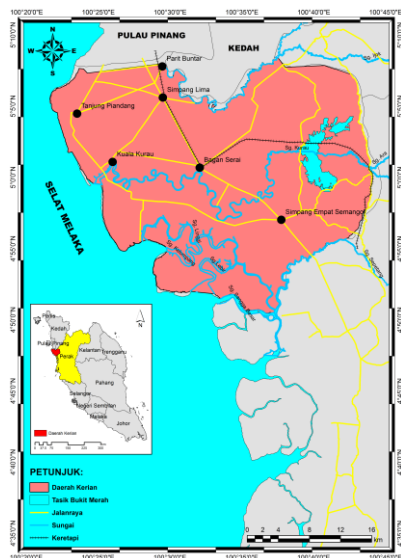
bahaya banjir (Islam & Sado, 2000). Penggunaan GIS ini dapat mengenalpasti zon-zon banjir yang menunjukkan kawasan yang rendah yang mengalami banjir bermusim setiap tahun (Mohamad, Ibrahim, Jalil & Fikri, 2012). Oleh itu, dengan menggunakan GIS maka pemetaan risiko banjir dapat disediakan kerana peta GIS mempunyai kelebihan berbanding dengan peta konvensional (Phong, Rajib, Guillaume & John, 2009). Selain daripada itu pemetaan bahaya dan analisis data menyumbang kepada perancangan dan pengagihan sumber untuk persiapan menghadapi bencana (Morrow, 1999). Lim, Ibrahim, Joy & Shaharudin (2000) menjelaskan bahawa peta risiko memfokus kepada analisis yang lebih responsif dengan mengambil kira keadaan senario kejadian geobencana. Ini memperincikan peta kepada tahap-tahap risiko banjir sama ada tinggi, sederhana dan rendah.

Bagi pihak kerajaan pula melalui Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar menekankan usaha-usaha yang berterusan bagi menangani masalah banjir melalui kaedah struktur dan bukan struktur. Kaedah struktur ialah dengan melaksanakan kerja-kerja tebatan banjir, dan kaedah bukan struktur yang merangkumi kerja penyediaan peta bahaya banjir serta menyediakan sistem amaran dan ramalan banjir. Kaedah struktur dan bukan struktur ini dilaksanakan untuk mengurangkan risiko banjir menggunakan strategi dan program yang dirangka dan dilaksanakan secara cekap dan berkesan. Sebanyak 25 Peta Hazad Banjir telah dihasilkan di seluruh negara pada 2010 hingga 2012. Peta ini dapat membantu kerajaan negeri dalam perancangan menyediakan pelan struktur dan tempatan supaya bertepatan dengan tahap risiko banjir sesuatu tempat (KSAAS, n.d.). Oleh yang demikian, peranan pemetaan risiko banjir amat penting dalam usaha menangani masalah banjir.

## **2. Metodologi**

### **2.1 Kawasan Kajian**

Berdasarkan Portal Rasmi Majlis Daerah Kerian (2019), Daerah Kerian terletak pada koordinat 100°33'34.197"E, 5°0'17.367"N iaitu di utara negeri Perak yang mana daerah ini bersempadan dengan Negeri Pulau Pinang (sempadan daerah Seberang Perai Selatan) dan negeri Kedah (sempadan daerah Bandar Baharu). Pada bahagian timur dan selatan, daerah ini bersempadan dengan daerah Larut, Matang dan Selama, manakala pada bahagian barat pula adalah Selat Melaka. Keunikan daerah ini ialah kerana terletak bersempadan dengan 3 buah negeri yang mana Sungai Kerian adalah garis sempadan ketiga-tiga negeri Pulau Pinang, Kedah dan Perak (Rajah 1). Keluasan bagi daerah ini lebih kurang 918.83 km persegi. Pada keseluruhannya, keadaan tanah dalam daerah ini adalah rata dan bergambut di kawasan berhampiran pantai. Ketinggian Gunung Semanggol lebih kurang 150 meter dari aras laut, manakala lain-lain kawasan adalah kurang dari 50 meter dari aras laut. Sementara itu kawasan berbukit-bukau terdapat di mukim Gunong Semanggol dan Beriah. Terdapat 2 sungai penting dalam daerah ini iaitu Sungai Kerian dan Sungai Kurau (Rajah 2). Daerah Kerian terbahagi kepada 8 buah mukim iaitu Mukim Parit Buntar, Bagan Tiang, Tanjung Piandang, Kuala Kurau, Bagan Serai, Beriah, Gunong Semanggol, dan Selinsing. Pusat pentadbiran daerah ini terletak di Parit Buntar, dan bandar-bandar utama yang lain ialah Bandar Bagan Serai, Pekan Gunung Semanggol, dan Pekan Kuala Kurau.



Rajah 1. Lokasi Daerah Kerian.



Rajah 2. Lokasi Sungai Kerian dan Sungai Kurau dalam Daerah Kerian.

Berdasarkan Draf Rancangan Tempatan Daerah Kerian 2020 (DRTDK 2020) (2011), bilangan penduduk di Daerah Kerian pada tahun 2010 adalah seramai 180,340 orang. Bilangan ini dijangkakan meningkat kepada 217,470 orang pada tahun 2020 dengan kadar pertumbuhan sebanyak 1.87% setahun. Penyumbang utama KDNK Daerah Kerian adalah sektor perkhidmatan iaitu 63.5% dari jumlah daerah dengan nilai tambah sebanyak RM 1,312.9 juta. Sektor pembuatan merupakan penyumbang kedua terbesar selepas perkhidmatan dengan nilai tambah sebanyak RM 382.5 juta atau 18.5%. Sumbangan sektor pertanian dan perikanan adalah sebanyak RM 328.7 juta atau 15.9% walaupun keluasan guna tanahnya adalah yang terbesar.

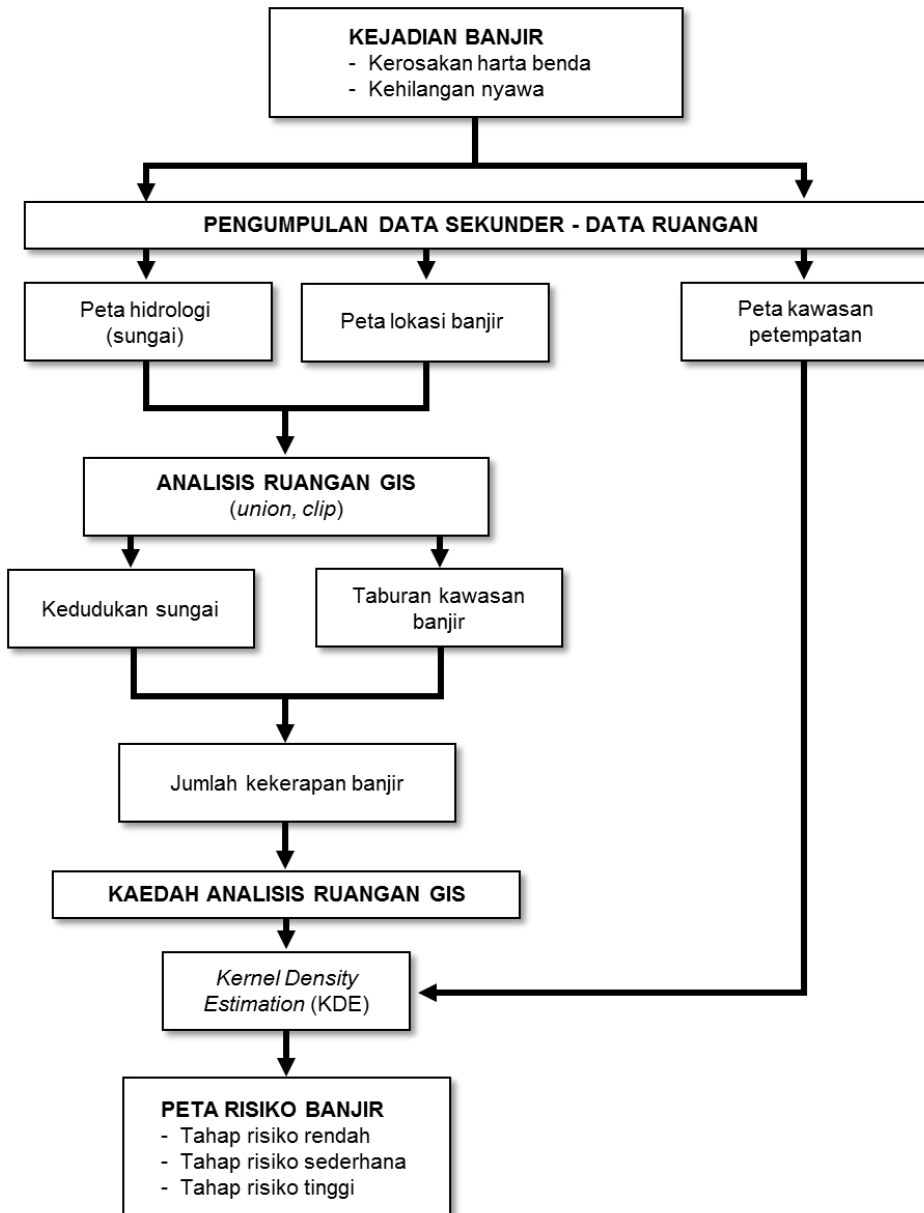
## 2.2. Kerangka Konsep

Kajian ini bertujuan untuk menjalankan analisis ruangan bagi menghasilkan pemetaan risiko banjir di Daerah Kerian, Perak Darul Ridzuan. Fenomena kejadian banjir yang berlaku disini telah melibatkan kerosakan harta benda dan berupaya melibatkan kehilangan nyawa. Lanjutan daripada itu, kerja-kerja pengumpulan data dilakukan yang melibatkan data sekunder sepenuhnya. Data sekunder ini merupakan data ruangan dan atribut yang terdiri daripada peta hidrologi (sungai), peta kawasan petempatan, dan peta lokasi banjir.

Langkah selanjutnya ialah menganalisis semua data yang diperolehi itu dengan menggunakan perisian ArcGIS. Proses analisis ruangan ini dimulai dengan mengkaji kekerapan banjir yang berlaku pada tahun 2014 dan 2015 bagi mengenalpasti sejarah ulangnya. Kedua-dua data ruangan ini dianalisis dengan menggabungkan data atributnya melalui proses tindanan. Selanjutnya akan dihasilkan jumlah kekerapan banjir yang berlaku dalam data atribut tersebut. Lanjutan daripada itu pula data ruangan yang mengandungi gabungan atribut lokasi banjir ditukarkan sifat daripada data berbentuk poligon kepada data berbentuk titik.

Seterusnya data titik lokasi banjir ini akan diproses menggunakan kaedah analisis ruangan KDE bagi membentuk peta risiko banjir mengikut tahap risiko. Peta risiko yang

dihasilkan melalui kaedah analisis ruangan KDE ini adalah secara imej raster. Tujuan KDE adalah mengukur kepadatan sel raster dengan menggunakan sampel titik diketahui dan menyatukan setiap titik yang diketahui dengan fungsi Kernel. Setiap sampel titik dalam bentuk sel raster ini mempunyai nilai-nilai sisihan piawai yang mengelaskan tahap risiko banjir sama ada tinggi, sederhana dan rendah. Pada peringkat akhirnya pula ialah dengan mengenalpasti lokasi kawasan petempatan yang berisiko banjir berdasarkan peta risiko banjir yang telah dihasilkan. Keseluruhan kerangka konsep kajian ini ditunjukkan pada rajah 3 di bawah.



Rajah 3. Kerangka konsep.

### 2.3. Populasi dan Sampel - Sumber Data Ruangan dan Atribut

Dalam kajian GIS, populasi dan sampel adalah merujuk kepada data berbentuk ruangan dan atribut. Kajian pemetaan risiko banjir ini akan mengambil kira faktor masa atau temporal untuk tujuan analisis hidrologi berbentuk ruangan. Ia akan melibatkan data banjir yang pernah berlaku sebagai sampel untuk dua tahun berturut-turut iaitu tahun 2014, dan 2015. Data-data yang diperolehi itu adalah daripada JPS dan Majlis Daerah Kerian (MDK) dengan mengikut tema masing-masing iaitu peta hidrologi (sungai) (sumber MDK / JPS, telah didigit), peta topografi (lot kadaster) (sumber MDK, telah didigit), peta kawasan petempatan (sumber MDK, telah didigit), dan peta lokasi banjir (sumber JPS, telah didigit). Semua peta-peta ini telah ditransformasi kepada unjuran peta GDM 2000 Perak sebagai keselarasan kepada satu unjuran peta sahaja.

### 3. Keputusan

Kajian ini akan menjalankan analisis ruangan GIS dengan berdasarkan objektif yang telah ditetapkan iaitu mengenalpasti kawasan yang paling tinggi risiko dengan kejadian banjir di Daerah Kerian. Oleh itu, setiap peringkat keputusan akan dijelaskan dengan disertakan hasil dapatan secara visual berpeta.

#### 3.1. Taburan Kawasan Banjir

Kejadian banjir pada tahun 2014 dan 2015 berlaku pada lokasi yang sama (ulangan di lokasi yang sama) dan juga berbeza. Perkara ini berkaitan dengan kejadian banjir yang berskala besar pada tahun 2014 berbanding banjir tahun 2015. Ini boleh dibuktikan dengan merujuk kepada Jadual 1 yang menunjukkan bacaan aras air sungai utama semasa banjir berlaku dalam Daerah Kerian.

Jadual 1. Bacaan Aras Air Sungai Utama Semasa Banjir Tahun 2014 Dan 2015.

| Bil.          | Nama Sungai      | 2014<br>(m)  | 2015<br>(m)  |
|---------------|------------------|--------------|--------------|
| 1             | Sungai Kerian    | 12.00        | 12.00        |
| 2             | Sungai Beriah    | 3.10         | 2.82         |
| 3             | Sungai Samagagah | 3.40         | 2.44         |
| 4             | Sungai Kurau     | 23.50        | 2.44         |
| <b>Jumlah</b> |                  | <b>42.00</b> | <b>19.70</b> |

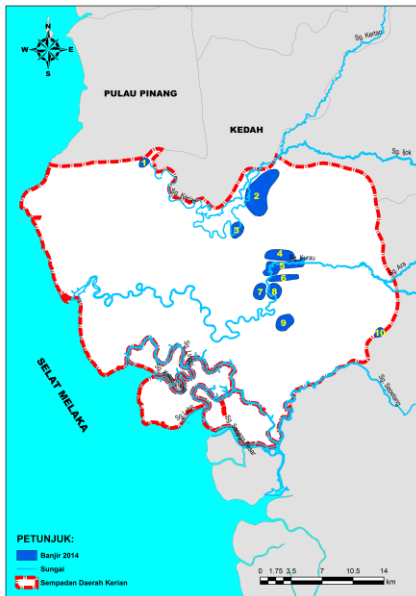
Sumber : JPS, 2014 & JPS, 2015

Aras air sungai yang tinggi ini adalah berpunca daripada curahan air hujan lebat yang berterusan di kawasan tadahan Sungai Kerian, Sungai Kurau, Sungai Beriah, dan di hulu tadahan Sungai Kurau. Seterusnya fenomena ini telah mengakibatkan limpahan air pada sungai-sungai seperti di Jadual 1. Limpahan air ini pula telah mewujudkan lokasi-lokasi banjir yang boleh dilihat pada Rajah 4 dan 5. Berdasarkan kepada Rajah 4 terdapat sebanyak 10 lokasi banjir pada tahun 2014, manakala Rajah 5 pula menunjukkan 9 lokasi banjir pada tahun 2015. Selain daripada itu, lokasi-lokasi banjir tersebut dikenalpasti terletak berdekatan dengan Sungai Kerian dan Sungai Kurau.

Dengan menjalankan analisis ruangan GIS untuk peta lokasi banjir tahun 2014 dan 2015 maka satu proses tindakan menggunakan *union* dilakukan. Tujuan dilakukan proses ini adalah untuk mengenalpasti lokasi banjir yang berlaku secara berulang pada tempat yang sama, ataupun sebaliknya. Hasil proses tindakan tersebut boleh dilihat pada Rajah 6 di mana ia menunjukkan 8 lokasi banjir yang berlaku secara



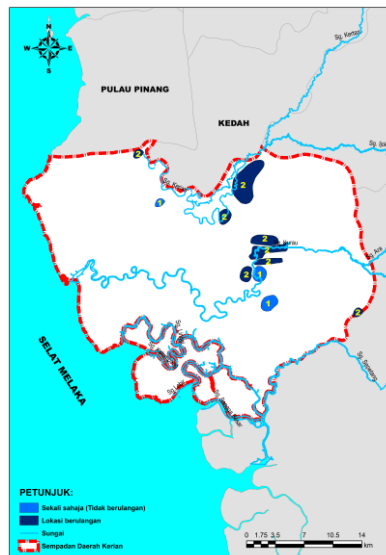
berulangan (berlaku pada tahun 2014 dan 2015), manakala 3 lokasi lagi yang berlaku tidak berulang (sama ada berlaku pada tahun 2014 atau 2015). Lokasi-lokasi tersebut ditandakan dengan nombor 2 bagi yang berulang, dan nombor 1 mewakili tidak berulang pada Rajah 6. Oleh yang demikian satu keputusan telah diperolehi bagi mengesan lokasi banjir mengikut kekerapan ia berlaku. Pada peringkat ini juga satu lajur dalam jadual atribut di peta Rajah 6 telah ditambah dengan menamakannya "Jumlah" yang mengandungi jumlah kekerapan banjir berlaku.



Rajah 4. Taburan Lokasi Banjir Tahun 2014.



Rajah 5. Taburan Lokasi Banjir Tahun 2015.

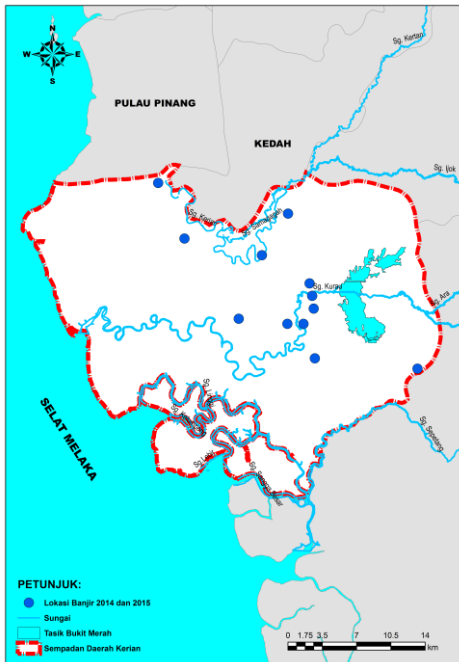


Rajah 6. Taburan Lokasi Banjir Yang Berlaku Secara Berulangan Bagi Tahun 2014 dan 2015.

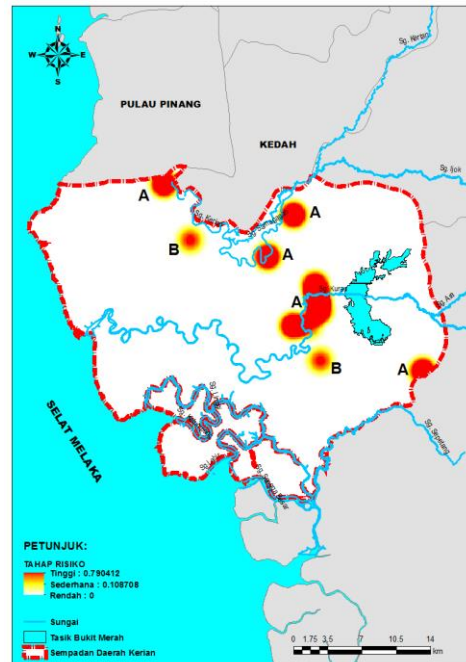


### 3.2. Kawasan Risiko Banjir

Proses selanjutnya adalah untuk mewujudkan peta yang menunjukkan kawasan yang tinggi risiko banjir dan kawasan yang kurang berisiko. Bagi memperoleh hasil peta tersebut maka peta pada Rajah 6 perlu ditukar terlebih dahulu daripada data berbentuk poligon kepada data berbentuk titik yang boleh dilihat pada Rajah 7. Seterusnya peta data titik tersebut akan diproses menggunakan kaedah analisis ruangan KDE dengan memilih lajur "Jumlah" pada ruangan *Population field*, dan mengisi nilai 2,000 pada ruangan *Search radius (optional)*. Oleh yang demikian maka terhasil keputusan ke dua iaitu peta yang menunjukkan kawasan yang tinggi berisiko banjir dan kawasan yang kurang risiko seperti di Rajah 8.



Rajah 7. Taburan Lokasi Banjir Yang Ditukar Sifat Darpada Data Berbentuk Poligon Kepada Data Titik.



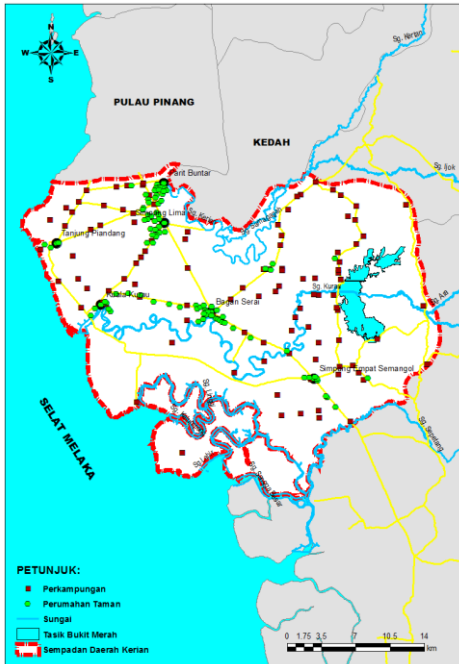
Rajah 8. Kawasan Risiko Banjir Menggunakan Kaedah Analisis Ruangan KDE.

Rajah 8 merupakan satu peta raster yang mempunyai nilai sisihan piawai bagi pengkelasan tahap tinggi risiko banjir dan kurang risiko dalam setiap sel. Nilai sel untuk kelas tinggi ialah 0.790412 (merah), 0.108708 (kuning), dan nilai sel kelas rendah ialah 0 (putih). Bagi Daerah Kerian terdapat 5 lokasi yang dilabelkan dengan "A" berada pada tahap tinggi risiko banjir, manakala 2 lokasi yang dilabelkan dengan "B" berada pada tahap sederhana kerana mempunyai banyak warna kuning.

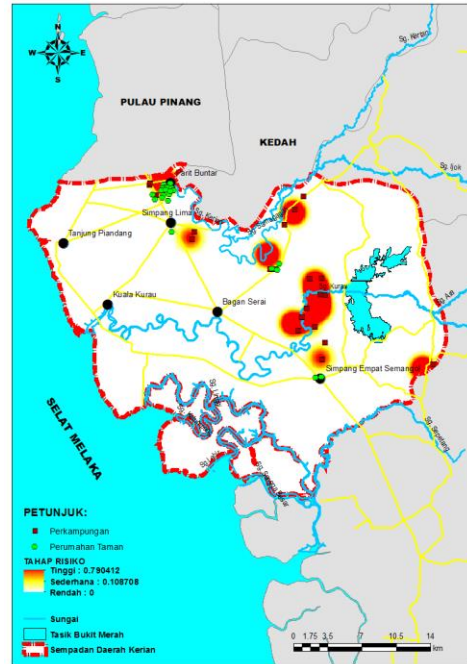
### 3.3. Petempatan Berisiko Banjir

Dalam Daerah Kerian mempunyai sebanyak 205 kawasan petempatan yang terdiri daripada kawasan perkampungan (110 kampung), dan perumahan taman (95 taman) seperti yang ditunjukkan pada Rajah 9. Dengan menggunakan proses analisis ruangan *Extract Multi Values To Points* maka kawasan petempatan yang berisiko banjir dapat dikenalpasti. Proses ini akan melakukan tindakan antara peta kawasan petempatan (Rajah 9) dengan peta kawasan risiko banjir (Rajah 10). Analisis ruangan ini akan menjana satu lajur baru dalam data atribut peta kawasan petempatan yang mempunyai

nilai sel sisihan piawai 0 – 0.790412 bagi setiap lokasi petempatan. Semakin hampir nilai sel sisihan piawai kepada nilai 1 maka semakin tinggi lokasi petempatan itu berisiko banjir. Oleh yang demikian, Rajah 10 merupakan hasil keputusan yang ke tiga yang menunjukkan 43 kawasan petempatan yang terdedah dengan risiko banjir (21 kawasan perkampungan, dan 22 perumahan taman). Perincian mengenai nama kawasan petempatan dan nilai sel sisihan piawai risiko banjir ditunjukkan pada Jadual 2.



Rajah 9. Taburan Lokasi Kawasan Petempatan.



Rajah 10. Kawasan Petempatan Yang Berisiko Banjir.

Jadual 2. Nama Petempatan Berisiko Banjir Bersama Nilai Sisihan Piawai.

| Bil. | Nama Petempatan         | Jenis Petempatan | Nilai Sisihan Piawai |
|------|-------------------------|------------------|----------------------|
| 1    | Taman Mahsuri           | Taman            | 0.000209             |
| 2    | Taman Anggerik          | Taman            | 0.000509             |
| 3    | Kg. Permatang Tengah    | Kampung          | 0.000632             |
| 4    | Taman Harmoni           | Taman            | 0.000795             |
| 5    | Taman Kerian Tambahan 6 | Taman            | 0.003292             |
| 6    | Taman Semanggol Indah   | Taman            | 0.004607             |
| 7    | Taman Seri Pongsu       | Taman            | 0.010019             |
| 8    | Kg. Tebok Matau         | Kampung          | 0.022978             |
| 9    | Taman Sentosa           | Taman            | 0.031620             |
| 10   | Alor Pongsu             | Kampung          | 0.048138             |
| 11   | RPA Taman Ismail Raof   | Taman            | 0.066998             |
| 12   | Kg. Kedah               | Kampung          | 0.077191             |
| 13   | Kg. Parit Simpang Empat | Kampung          | 0.080752             |

| Bil. | Nama Petempatan         | Jenis Petempatan | Nilai Sisihan Piawai |
|------|-------------------------|------------------|----------------------|
| 14   | Kg. Beriah              | Kampung          | 0.083818             |
| 15   | Kg. Parit Mat Keling    | Kampung          | 0.084407             |
| 16   | Taman Pongsu Mawar      | Taman            | 0.101559             |
| 17   | Taman Pongsu Melati     | Taman            | 0.105556             |
| 18   | Simpang Empat           | Kampung          | 0.109866             |
| 19   | Taman Seri Tenggara     | Taman            | 0.141865             |
| 20   | Taman pekan Baru        | Taman            | 0.153017             |
| 21   | Taman Kerian Sentosa    | Taman            | 0.162541             |
| 22   | Kg. Tersusun Tali Air   | Kampung          | 0.176431             |
| 23   | Kg. Alor Setanggok      | Kampung          | 0.188008             |
| 24   | Kg. Ulu Sepetang        | Kampung          | 0.214387             |
| 25   | Kg. Padang Lalang       | Kampung          | 0.219092             |
| 26   | Perumahan Toh Jabit     | Taman            | 0.231449             |
| 27   | Ladang Eow Seng         | Kampung          | 0.231778             |
| 28   | Kg. Tua                 | Kampung          | 0.232956             |
| 29   | Taman Abdul Raof        | Taman            | 0.276642             |
| 30   | Taman Seri Semarak      | Taman            | 0.314560             |
| 31   | Taman Seri Wangsa       | Taman            | 0.337716             |
| 32   | Kg. Jalan Keretapi      | Kampung          | 0.338289             |
| 33   | Parit Buntar            | Taman            | 0.371490             |
| 34   | Kg. Permatang Kulim     | Kampung          | 0.372564             |
| 35   | Batu 38                 | Kampung          | 0.374780             |
| 36   | Taman Parit Buntar      | Taman            | 0.380621             |
| 37   | Kg. Permatang Penyengat | Kampung          | 0.395090             |
| 38   | Taman Kerian Permai     | Taman            | 0.397239             |
| 39   | Taman Damai             | Taman            | 0.403991             |
| 40   | Kg. Selekoh             | Kampung          | 0.449690             |
| 41   | Taman Setia Jaya        | Taman            | 0.463307             |
| 42   | Kg. Parit Pancor        | Kampung          | 0.490364             |
| 43   | Kg. Tanjung Bugis       | Kampung          | 0.743306             |

#### 4. Perbincangan

Kejadian banjir yang berlaku di Daerah Kerian ini telah memberi kesan kepada penduduk dengan melibatkan kerosakan harta benda dan berupaya melibatkan kehilangan nyawa. Dengan mengambil kejadian banjir tahun 2014 dan 2015 sebagai sampel kajian maka proses analisis ruangan dijalankan bagi mengesan tahap risiko banjir. Hasil kajian mendapati lokasi-lokasi banjir yang berlaku terletak berdekatan dengan sungai utama iaitu Sungai Kerian dan Sungai Kurau. Terdapat 11 lokasi banjir yang berlaku pada tahun kajian di mana 8 lokasi banjir yang berlaku secara berulang (tahun 2014 dan 2015), manakala 3 lokasi lagi berlaku secara tidak berulang (tahun

2014 atau 2015). Melalui maklumat data ruangan dan atribut ini maka kejadian banjir yang berulang itu merupakan maklumat kekerapan kejadian banjir. Maklumat kekerapan adalah penting sebagai faktor utama penentuan kawasan berisiko banjir. Ini adalah selari dengan pernyataan oleh Islam & Sado, 2000 yang menggalakkan penggunaan GIS untuk menganggar kekerapan banjir ketika penyediaan peta bahaya banjir.

Selanjutnya kajian ini telah mengenalpasti zon risiko banjir dengan menggunakan kaedah analisis ruangan KDE. Melalui kaedah ini satu pemetaan risiko banjir telah dihasilkan secara data berbentuk raster yang mempunyai nilai-nilai sisihan piawai dalam setiap sel raster. KDE merupakan kaedah analisis ruangan yang mengukur kepadatan sel raster dengan menggunakan sampel titik diketahui. Tujuan KDE adalah untuk menyatukan setiap titik yang diketahui dengan fungsi Kernel (M. Ansari & Kale, 2014). Hasil kajian mendapati lokasi tinggi risiko banjir ditemui pada 5 lokasi dan tahap sederhana pada 2 lokasi. Lokasi-lokasi risiko banjir ini pula mempunyai nilai sisihan piawai sebagai pengkelasan tahap risiko banjir dan kurang risiko dalam setiap sel raster. Daripada hasil kajian didapati tahap nilai sel paling tinggi sisihan piawai ialah 0.790412, 0.108708 (sederhana), dan 0 (rendah). Ditakrifkan nilai sel sisihan piawai sebagai petunjuk kepada tahap risiko banjir di mana semakin hampir nilai sel sisihan piawai kepada nilai 1 maka semakin tinggi lokasi petempatan itu berisiko banjir. Pernyataan ini selari dengan Lim, Ibrahim, Joy & Shaharudin (2000) yang menjelaskan bahawa peta risiko memfokus kepada analisis yang lebih responsif bagi memperincikan peta kepada tahap-tahap risiko banjir sama ada tinggi, sederhana dan rendah.

Kajian ini juga menjalankan analisis ruangan untuk mengetahui kawasan petempatan yang berada dalam lokasi risiko banjir. Hasil kajian menunjukkan bahawa 43 kawasan petempatan yang terdedah dengan risiko banjir di mana 21 kawasan adalah perkampungan, dan 22 kawasan adalah perumahan taman. Maklumat ini amat penting dalam perancangan dan pengurusan menghadapi banjir, terutamanya untuk tujuan pencegahan, penyaluran bantuan dan kecemasan. Ini selari dengan pernyataan Morrow, 1999 yang menyatakan bahawa pemetaan bahaya dan analisis data menyumbang kepada perancangan dan pengagihan sumber untuk persiapan menghadapi bencana.

## 5. Kesimpulan

GIS merupakan satu sistem yang membantu dalam membuat keputusan dalam bidang-bidang dan kajian-kajian yang berkaitan. Dalam kajian geobencana banjir, teknik GIS amat berfungsi dengan menggantikan kaedah pemprosesan yang lama secara manual, atau menambah baik sistem pengumpulan data di lapangan dalam pelbagai peringkat projek khususnya dalam bidang sumber air. Oleh itu, dengan menggunakan GIS maka pemetaan risiko banjir dapat disediakan kerana peta GIS mempunyai kelebihan berbanding dengan peta konvensional.

## Rujukan

- Aishah, S., Thuaibatul, A.M., Faizah, H. & A. Manan, S. (2013). Kajian Awal Penilaian Risiko Banjir Untuk Pembangunan Mampan Bandar Segamat Menggunakan Kaedah Penderiaan Jarak Jauh (RS) Dan Sistem Maklumat Geografi (GIS). *Buletin GIS*. Bil. 2/2013, (1 - 13), ISSN 1394 5505.
- Askew, A.J. (1997). *Water in the International Decade for Natural Disaster Reduction*. IAHS. Publication No. 239.

- Azran, J. (2014). Kos Pengurusan Banjir Makin Bertambah. *Berita Harian Online*. Diperolehi 6 November 2016, daripada <http://www.bharian.com.my/node/24226>.
- Berita Harian Online. (2014). *Kerian Daerah Terbaharu Dilanda Banjir Di Perak*. Diperolehi pada 1 November 2016, daripada <http://www.bharian.com.my/node/25449>.
- Burrough, P.A. (1991). *Principles of GIS for Land Resources Assessment*. Oxford University Press, New York.
- Correia, F.N., Saraiva, M.D.G., D. Silva, F.N. & Ramos, I. (1999). Floodplain Management In Urban Developing Areas. Part II. GIS-Based Flood Analysis And Urban Growth Modelling. *Water Resources Management*. Vol. 13, N. 1, (23 - 37). Kluwer Academic Publishers.
- Draf Rancangan Tempatan Daerah Kerian 2020 (DRTDK 2020). (2011). Diperolehi pada 1 November 2016, daripada [http://epublisiti.townplan.gov.my/rt/RT\\_Kerian/Laporan\\_Ringkasan\\_Eksekutif\\_RT\\_Kerian.pdf](http://epublisiti.townplan.gov.my/rt/RT_Kerian/Laporan_Ringkasan_Eksekutif_RT_Kerian.pdf).
- Gupta, S.C. & Goel, R.S. (2006). *Application of GIS and Remote Sensing Techniques in Water Resources Development*. Abstrak GIS Development Web.
- Hassan, J. (2005). River and Floodplain Modelling for the Development of Flood Risk Map: A Case Study of Sungai Selangor. *Tesis Master*. Universiti Sains Malaysia.
- Haydn, B. (2002). Flood damage analysis using GIS at Gold Coast City Council. *Australian Journal of Emergency Management*. Pp. 33-37.
- Islam, M. & Sado, K. (2000). Flood Damage And Management Modelling Using Satellite Remote Sensing Data With GIS: Case Study Of Bangladesh. *Remote Sensing and Hydrology, 2000*. (455 - 457). IAHS Press.
- Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Sarawak. (2003). *Guidelines and Procedure for the Assessment of Flood Damages in Malaysia*. Diperolehi pada 10 November 2016, daripada [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiiy9WYmp3QAhXKRY8KHYNxj4QFgggMAI&url=http://www.did.sarawak.gov.my/modules/web/download\\_show.php%3Fid%3D97&usg=AFQjCNFipKRtGBLwx01QidG1tKREnQuWnA&sig2=8Qrsr1FMV56EyDtnDQaaTg](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiiy9WYmp3QAhXKRY8KHYNxj4QFgggMAI&url=http://www.did.sarawak.gov.my/modules/web/download_show.php%3Fid%3D97&usg=AFQjCNFipKRtGBLwx01QidG1tKREnQuWnA&sig2=8Qrsr1FMV56EyDtnDQaaTg).
- Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Daerah Kerian. (2015). *Laporan Banjir Negeri Perak - Daerah Kerian*. Diperolehi pada 1 November 2016, daripada [http://apps.water.gov.my/peristiwabanjir/dokumen/Perak\\_kerian\\_1462015.pdf](http://apps.water.gov.my/peristiwabanjir/dokumen/Perak_kerian_1462015.pdf).
- Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar (KSAAS). (n.d.). *Pelan Strategik Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar 2011-2015 (Kajian Semula)*. Diperolehi pada 7 November 2016, daripada [http://www.nre.gov.my/ms-my/PustakaMedia/Penerbitan/Pelan%20Strategik%202011-2015%20\(Kajian%20Semula\).pdf](http://www.nre.gov.my/ms-my/PustakaMedia/Penerbitan/Pelan%20Strategik%202011-2015%20(Kajian%20Semula).pdf).
- Kevin, M., Siddique, M. and Julian, S. (2012). Using Multi-criteria Evaluation and GIS for Flood Risk Analysis in Informal Settlements of Cape Town: The Case of Graveyard Pond. *South African Journal of Geomatics*, 1(1). Pp. 77-91.
- Khairil, A. M.A. (2013). *Banjir Melanda Daerah Kerian*. Sinar Harian. Diperolehi pada 1 November 2016, daripada <http://www.sinarharian.com.my/mobile/edisi/perak/banjirmelandadaerahkerian1.214325>.
- Liew, Y.S., & Kamil, A.P.A. (2012). Analisis Risiko Banjir Dengan Teknik GIS Untuk Lembangan Sg. Muar, Johor. *Buletin GeoSpatial Sektor Awam*. Edisi 2/2012, (12 - 19), ISSN 1823 7762.

- Lim, C.S., Ibrahim, K., Joy, J.P. & Shaharudin, I. (2000). Penterjemahan Maklumat Geosains untuk Perancangan dan Pengurusan Geobencana. *Geological Society of Malaysia Annual Geological Conference 2000*. 8-9 September 2000, Pulau Pinang, Malaysia. Diperolehi pada 7 November 2016, daripada [https://gsmpubl.files.wordpress.com/2014/10/agc2000\\_38.pdf](https://gsmpubl.files.wordpress.com/2014/10/agc2000_38.pdf).
- M. Ansari, S. & Kale, K.V. (2014). Methods for Crime Analysis Using GIS. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. Volume 5, Issue 12, 1330 ISSN 2229-5518.
- Maguire, D.J. (1994). An Overview and definition of GIS. In D. Maguire, M.F. Goodchild & D. Rhind. *Geographical Information Systems: Principles & Applications*. Vol 1 and 2. USA: Longman Scientific and Technology.
- Majlis Daerah Kerian. (2019). *Info Kerian*. Portal Rasmi MDK. Diperolehi pada 12 Mei 2016, daripada <http://www.mdkerian.gov.my/ms/pelawat/info-kerian>.
- Mohamad, A.R., Ibrahim, K., M. Jalil, C.J. & M. Fikri, I. (2012). Pengujian Pengaplikasian Sistem Pengurusan Banjir Bersepadu Dalam Analisis Limpahan Banjir. *Malaysia GeoSpatial Forum*. Holiday Inn Melaka, 6-7 March 2012. Diperolehi pada 1 November 2016, daripada <http://malaysiageospatialforum.org/2012/proceeding/ppt/Mohamad%20Abdul%20Rahman.pdf>.
- Morrow, B. (1999). Identifying And Mapping Community Vulnerability. *Disasters*. 23(1). (1 - 18).
- Nancy, C. (2009). Spatial Analysis Using Geographic Information Systems (GIS) to Evaluate Areas Susceptible to Repeat Flash Flooding in La Crosse County, Wisconsin. Volume 11. *Papers in Resource Analysis*. Saint Mary's University of Minnesota Central Services Press.
- Norazalin, N., Masiri, K. & M. Adib, M.R. (2007). *Mapinfo Dalam Menyediakan Maklumat Fizikal dan Menentukan Sempadan Tadahan Sembrong*. Prosiding Kebangsaan Awam 2007. 29-31 Mei 2007, Langkawi, Kedah.
- Phong, T., Rajib, S., Guillaume, C. & John, N. (2009). GIS And Local Knowledge In Disaster Management: A Case Study Of Flood Risk Mapping In Viet Nam. *Disasters*. 33(1), (152 - 169).
- Roshaniza, A.H. (2015). *Banjir: 160 Penduduk Berpindah Di Kerian*. Utusan Online. Diperolehi pada 5 November 2016, daripada <https://www.utusan.com.my/berita/nahasbencana/banjir160pendudukberpindahdikerian1.161957>.
- Ruslan, R. & Noresah, M.S. (1998). *Sistem Maklumat Geografi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, KL.
- Shamsi, U. M. (2005). *GIS Application for Water, Wastewater and Stormwater Systems*. United States: CRS Press.