

ANALISA KAWASAN RAWAN BANJIR DI KABUPATEN KAMPAR MENGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Nurdin^{1,2}, Fakhri^{1,2}

¹Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Riau

²Fakultas Teknik Universitas Riau

E-mail:

nurdin.gis@gmail.com

fakhriur@gmail.com

ABSTRACT

Kampar District is traversed by two large rivers and several small rivers, including Kampar River which is \pm 413.5 km long with an average depth of 7.7 m, and an average width of 143 m. Referring to Central Statistics Agency Kampar Regency (2015), Kampar residents numbered 703,005 people with a growth of 2.57% that exceeded the national population growth in 2010 of 1.49%. The Kampar Kanan River has a much larger flood impact than Kampar Kiri River because the majority of the population lives along the banks of the Kampar Kanan River. Areas that are always targeted need to be mapped in the form of flood vulnerability maps within Kampar regency. To map areas susceptible to flooding in Kampar District can be done using remote sensing data based on Geographic Information System (GIS). Analysis of the overlay map results as an indicator of flooding in 4 flood vulnerability classes in Kampar regency. Overlaid maps consist of Rainfall Map, Slope Map, Land Use Map and Geological Map, which resulted in the widest area in Kampar District in the prone category of 459,977.89 ha or 42.86% of the district area. The second sequence is in the non-vulnerable category 236,082.39 ha or 22.00%. While the order of the 3rd area is in very vulnerable category that is 219,279.54 ha or 20.43%, and the smallest area is in the safe category of 157,835.01 ha or 14.71% of Kampar Regency area.

Keywords: Geographic Information System, Watersheds, Data raster/vector, Overlay, flood-prone areas.

PENDAHULUAN

Kabupaten Kampar memiliki batas-batas : Utara – Kota Pekanbaru, Kabupaten Siak; Selatan – Kabupaten Kuantan Singingi; Barat – Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Sumatera Barat; Timur – Kabupaten Pelalawan dan Siak. Kabupaten Kampar terdiri dari 21 Kecamatan didiami oleh 793.005 jiwa dengan kepadatan 71 jiwa/km² atau rata-rata jumlah penduduk 4 jiwa per rumah tangga. Kepadatan penduduk di 21 Kecamatan cukup beragam dengan kepadatan tertinggi terletak di Kecamatan Kampar sebesar 371 jiwa/km² dan yang terendah di Kecamatan Kampar Kiri Hulu 10 jiwa/km² (BPS. Kabupaten Kampar, 2016)^[1].

Sebagian besar Kabupaten Kampar berada dalam DAS Kampar dan sebagian kecil termasuk ke dalam DAS Siak. Sungai-sungai besar yang terdapat di Kabupaten Kampar ini sebagian masih berfungsi sebagai sarana perhubungan, sumber air bersih, budi daya ikan, maupun sebagai sumber energi listrik (PLTA Koto Panjang) (Profil Kabupaten Kampar,

2017)^[2]. Ada beberapa kejadian banjir dalam tiga tahun terakhir seperti kutipan dalam Media Center (2014)^[3]. Begitu juga dengan artikel yang ditulis oleh Rahmat (2016)^[4], hingga Kamis (11/2/2016) bencana banjir masih menggenangi beberapa kecamatan dengan

26.614 kepala keluarga yang terdampak. Menurut Haryani (2008)^[5] secara geomorfologis daerah rawan banjir terdapat pada bentuk lahan marine, aluvial, dan uvio marine (uvio marine merupakan gabungan bentuk lahan marine dan bentuk lahan alluvial). Penelitian oleh Sukiyah (2004)^[6] mendapatkan kawasan rentan banjir yang ditinjau dari beberapa aspek penyebab banjir.

Untuk melakukan pemetaan wilayah yang rentan terkena banjir di wilayah Kabupaten Kampar dapat dilakukan dengan bantuan data penginderaan jauh yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Abidin (2002)^[7] mengatakan, untuk pengukuran dan pemetaan dipermukaan bumi dapat dilakukan dengan pengukuran GPS, Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) dan pemanfaatan teknologi SIG. Menurut Sukojo (2005)^[8], perkembangan software SIG saat ini, telah mampu menggabungkan data image/raster dan vektor ditambah database untuk eksplorasi informasi berbasis koordinat bumi.

SIG dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem untuk pemetaan potensi bencana seperti misalnya banjir, sehingga dapat mengetahui dimana daerah-daerah yang rawan bencana banjir di daerah tersebut. Menurut Prahasta (2009)^[9] SIG adalah salah satu sistem yang kompleks dan pada umumnya juga (selain yang stand-alone) terintegrasi dengan lingkungan sistem komputer lainnya di tingkat fungsional dan jaringan (network). Begitu juga dengan Ekadinata *et al.* (2008)^[10] SIG juga merupakan sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa. Sedangkan Elly (2009)^[11] SIG menarik minat sebagian besar orang untuk mengimplementasikan teknologi ini dalam berbagai bidang. Charter (2004)^[12] mengatakan, SIG lebih mengarah pada teknologi informasi yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, analisa dan penampilan data-data spasial (geographic) dan data-data non spasial, dengan komponen yang terdiri dari komputer (*software dan hardware*). Nurdin (2015)^[13] telah membuktikan penggunaan perangkat SIG dapat melaksanakan pemetaan kawasan rentan banjir di Kota Pekanbaru.

Bagaimanakah cara memetakan wilayah yang rentan terkena banjir di Kabupaten Kampar yang tercakup dalam DAS Kampar dan sebagian kecil di DAS Siak yang berada selalu menjadi langganan banjir terutama pada musim hujan dengan bantuan perangkat pengolah data GIS berdasarkan hasil identifikasi data penginderaan jauh, jenis tanah, kelengkapan dengan metode *overly*. Untuk itu diperlukan identifikasi daerah yang rentan terkena banjir di Kabupaten Kampar sehingga, akan menghasilkan peta kerawanan banjir di Kabupaten Kampar terutama wilayah yang ada di dalam DAS Kampar. Urgensi dari penelitian ini adalah untuk mendapat peta kerawanan banjir yang dapat dimanfaatkan dalam mengambil kebijakan terutama dalam penanggulangan dan mencari solusi bencana banjir di Kabupaten Kampar dan daerah berpotensi banjir di dalam Kota Pekanbaru.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Kampar yang sebagian besar berada dalam DAS Kampar, DAS Siak dan sebagian kecil dalam DAS Rokan.

Perangkat pengolah data pada penelitian ini menggunakan perangkat keras terdiri Laptop, sedangkan perangkat lunak terdiri perangkat SIG yang bekerja pada sisten operasi Windows.

Pengumpulan data dilakukan untuk identifikasi permasalahan banjir yang terjadi di Kabupaten Kampar berupa sejarah kejadian banjir yang ada di semua wilayah, penggunaan lahan, kondisi tofografi dan lain-lain berupa data sekunder didapatkan dari instansi terkait yang diperlukan untuk mendukung analisa daerah rawan banjir di Kabupaten Kampar meliputi: Peta digital Provinsi Riau dari BPS tahun 2010, Peta kelas kemiringan lahan Provinsi Riau dari BPDAS Indragiri Rokan, Data Curah Hujan hasil pengukuran

curah hujan di 4 stasiun hujan dari BWS Sumatera III, Peta penggunaan lahan Provinsi Riau tahun 2011 dari BPDAS Indragiri Rokan sebagai acuan pembuatan Peta Penggunaan lahan tahun 2014, Citra Satelit Landsat tahun 2014 untuk keperluan peta penggunaan lahan di Kabupaten Kampar tahun 2014, dan Peta Geologi Sumatera yang diperoleh dari BPDAS Indragiri Rokan. Pengumpulan data primer melalui survey langsung ke lapangan untuk : Mendapatkan informasi penutup lahan dan lokasi kejadian banjir, dan kunjungan ke masyarakat serta melakukan wawancara.

Analisa nilai kerawanan banjir di Kabupaten Kampar dilakukan adalah terhadap 4 parameter yang diambil sebagai indikator kerawanan banjir yaitu : Penggunaan lahan/penutup lahan, curah hujan, kemiringan lereng, dan formasi jenis geologi batuan. Nilai kerawanan banjir ditentukan dari total penjumlahan skor seluruh parameter yang dipakai dalam analisis (yang berpengaruh terhadap banjir). Daerah yang sangat rawan terhadap banjir mempunyai total skor yang tinggi, sebaliknya daerah yang tidak rawan terhadap banjir akan mempunyai total skor yang rendah dapat cari menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_{i1} (W_i x X_i)$$

dengan :

K = Nilai kerawanan

W_i = Bobot untuk parameter ke-i

I = Lebar interval

X_i = Skor kelas pada parameter ke-i

Menurut Kingma (1991) dalam Handani, *et al.* (2014)^[15] untuk menentukan tingkat kerawanan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I \frac{R}{n}$$

dengan :

R = Selisih skor maksimum dan skor minimum

n = Jumlah kelas kerawanan banjir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

Berdasarkan 4 stasiun pengukur hujan di Kabupaten Kampar, didapat data curah hujan tahunan rata-rata dari 1 Januari 2010 – 31 Desember 2014. Dengan menggunakan metode Poligon Thiessen didapat curah hujan terendah 2.271,84 mm pada stasiun curah hujan Pasar Kampar, sedangkan curah hujan tahunan tertinggi adalah 2.836,65 mm terdapat pada stasiun hujan Petapahan. Pembagian kelas curah hujan oleh Asdak (2010)^[14] terdapat 5 kelas, curah hujan. Kelas curah hujan dan pemberian skor disajikan dalam Tabel 1. Nilai skor diberikan berdasarkan pengaruh curah hujan terhadap kemungkinan terjadinya banjir, skor tertinggi 100 diberikan pada curah hujan diatas 2.500 mm, sedangkan skor terendah 20 diberikan pada curah hujan terendah yakni dibawah 1.000 mm.

Tabel 1. Kelas dan nilai skor curah hujan tahunan terhadap rawan banjir di Kabupaten Kampar

No	Curah Hujan (mm)	Nilai skor
1	< 1.000 (sangat rendah)	20
2	1001 - 1500 (rendah)	40
3	1501 - 2000 (sedang)	60
4	2001 - 2500 (tinggi)	80
5	> 2500 (sangat tinggi)	100

Kemiringan Lahan

Peta kelas lereng tanah di Kabupaten Kampar dari berasal dari Peta Kelas lereng DAS dalam Provinsi Riau dari BPDAS Indragiri Rokan hanya terdapat 4 kelas lereng sejalan Asdak (2010)^[14] yang membagi kelas kemiringan tanah dalam 4 kelas. Kemiringan tertinggi diatas 40% mempunyai luasan 283.708,00 ha (26,50%), sedangkan kemiringan terendah dibawah 8% dengan luasan 434.653,00 ha (40,60%). Kemiringan tanah terendah dibawah 8% merupakan indikator kawasan paling rawan terhadap bencana banjir dikarenakan sifat air mencari tempat yang lebih rendah. Pemberian skor dengan modifikasi, terhadap 4 kelas lereng dengan nilai skor terendah 20 pada kelas lereng > 40%, sedangkan skor tertinggi 100 diberikan pada kelas lereng terendah < 8%, seperti disajikan pada Tabel

2

Tabel 2. Kelas kemiringan beserta nilai skor rawan banjir di Kabupaten Kampar

No	Kelas Lereng	Nilai Skor
1	< 8% (datar)	100,00
2	8% - 15% (Landai)	80,00
3	16% - 25% (Agak curam)	60,00
4	> 40% (Sangat curam)	20,00
5	Tubuh air	100,00

Penutupan Lahan

Penggunaan lahan tahun 2014 yang di interpretasi berdasarkan pola penggunaan lahan tahun 2011 tersebut berjumlah 16 kelas yang terdiri dari; Tubuh air, Hutan lahan kering primer, Hutan lahan kering sekunder, Hutan rawa sekunder, Hutan tanaman, Kebun campuran, Perkebunan, Pemukiman, Pertambangan/Tambang, Pertanian lahan kering, Pertanian lahan kering bercampur semak, Sawah, Semak/Belukar, Semak belukar rawa, Tambak, dan Tanah terbuka. Penutup lahan terluas terdapat pada perkebunan 311.511,25 ha atau 29,10% , sedangkan luasan terkecil terdapat pada tubuh air 74,63 ha (0,1%) dari luas Kabupaten Kampar.

Untuk melihat pengaruh dari jenis penggunaan dari penutup lahan terhadap kerawanan banjir yang terjadi terhadap wilayah Kabupaten Kampar, jenis penggunaan lahan ini dikelompokkan dengan nilai skor dari 20 sampai dengan 100. Hutan lahan kering primer dan Hutan lahan kering sekunder adalah jenis penggunaan lahan yang dianggap paling kecil memberikan pengaruh terhadap terjadinya banjir hingga diberikan skor paling kecil yakni 20. Sedangkan Tubuh air, Hutan rawa sekunder, Semak /belukar rawa, Tambak, dan Tanah terbuka adalah jenis penggunaan Sedangkan Tubuh air, Hutan rawa sekunder, Semak /belukar rawa, Tambak, dan Tanah terbuka adalah jenis penggunaan lahan yang diperkirakan dapat memberikan nilai skor yang paling tinggi yakni nilai 100 seperti Tabel

3.

Tabel 3. Kelas dan nilai skor penggunaan lahan kerawanan banjir di Kabupaten Kampar

No	Jenis penggunaan lahan	Skor
1	Tubuh air, Sawah, Tambak, Semak/Belukar rawa, Hutan rawa sekunder, Tanah terbuka	100
2	Pertanian lahan kering, Pertanian lahan kering bercampur semak, kebun campuran, Semak/Belukar,	80
3	Pemukiman, Pertambangan/Tambang	60
4	Perkebunan, Hutan tanaman	40
5	Hutan lahan kering primer, Hutan lahan kering sekunder	20

Geologi

Dari formasi jenis batuan di Kabupaten Kampar ini terdapat 16 formasi jenis batuan yang tersusun oleh perbukitan curam hingga dataran rendah. Wilayah yang paling luas adalah jenis Aluvium tua seluas 278.279,40 ha atau 25,99% dari luas Kabupaten Kampar yang tersebar di Kecamatan Tapung, Tapung Hilir, Tapung Hulu, Kampar Kiri Hilir, Siak Hulu, Perhentian Raja, Kampar Kiri, Rumbio Jaya, Kampar Timur, Tambang, Kampar Utara, Kampar Kiri Tengah, dan Bangkinag Seberang. Jenis formasi geologi terkecil terdapat pada jenis Formasi Gunungapi Kota Alam seluas 97,20 ha atau 0,1% dari luas Kabupaten Kampar yang tersebar di Kecamatan kampar Kiri Hulu.

Indikator pengaruh geologi terhadap banjir dicirikan dengan pemberian warna tua hingga ke warna muda, dengan asumsi warna tua adalah formasi jenis batuan yang sangat keras dan sangat sulit untuk ditembus air, sedangkan warna muda adalah formasi jenis batuan yang mudah ditembus oleh air, sejalan dengan Raharjo. *et al.* (2011)^[16] dimana, wilayah yang sering mendapatkan banjir sering terjadi pada bentuk lahan fluvial, yaitu pada dataran aluvium dan dataran fluvial. Dari 16 formasi jenis batuan yang ada di Kabupaten Kampar, skor tertinggi dengan nilai 100 diberikan pada formasi jenis batuan Aluvium, Aluvium tua, Aluvium muda, Anggota Tanjung Pauh, Batuan Gunungapi Rhyo- andesite, sedangkan skor terendah 20 diberikan pada Granit ulak, Granit dan Granit Pulau Gading seperti disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Jenis formasi geologi dan nilai skor rawan banjir.

No	JENIS FORMASI	Skor
1	Aluvium, Aluvium Muda, Aluvium muda, Formasi Tanjung Pauh, Batuan Gunungapi Rhyo-andesite, Formasi Bahorok	100
2	Formasi Brani, Formasi Gunungapi Kota Alam, Formasi Kuantan, Formasi Minas, Formasi Palembang, Formasi Ombilin,	80
3	Formasi Pematang, Formasi Petani, Formasi Sihapes	60
4	Formasi Telisa, Formasi Tahur	40
5	Granit, Granit Ulak, Granit Pulau Gading	20

Analisa Kerawanan Banjir

Dalam menganalisa kerawanan terhadap terjadinya banjir di Kabupaten Kampar adalah dengan tumpang susun (*Overlay*) antar peta curah hujan, peta kelas lereng, peta penggunaan lahan dan peta geologi dalam proses *geoprocessing intersect* yang tersedia dalam perangkat SIG. Peta hasil *overlay* diberikan skor dan pembobotan seperti yang dilakukan oleh Darmawan, et al. (2017)^[17] terhadap masing-masing jenis peta yang ada didalamnya, dimana pada peta curah hujan diberi bobot 0,3 peta kelas lereng 0,2 dan peta penggunaan lahan diberi bobot 0,3 dan peta geologi 0,2. Pertimbangan pemberian bobot ini berdasarkan besarnya pengaruh masing-masing parameter terhadap kerawanan banjir dan juga berdasarkan jurnal-jurnal terdahulu yang relevan terhadap kajian ini seperti disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pembobotan parameter penyebab banjir yang ditinjau

No	Parameter yang ditinjau	Bobot (%)
1	Curah Hujan	0,3
2	Kelas Lereng	0,2
4	Penggunaan Lahan	0,3
3	Geologi	0,2

Tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Kampar didapat dari hasil perkalian antara skor curah hujan dengan bobot curah hujan + perkalian skor lereng dengan bobot lereng + perkalian skor penggunaan lahan dengan bobot penggunaan lahan dan + perkalian skor jenis formasi geologi dengan bobot jenis formasi geologi. Tingkat/kelas kerawanan banjir yang didapat sejalan pula dengan Kingma (1991) dalam Hamdani, et al. (2014)^[15], didapat dengan membagi sama banyak nilai-nilai kerawanan dengan jumlah interval kelas. Hasil perkalian skor dan bobot ini diberikan nilai dalam interval tingkat kerawanan banjir. Nilai sangat rawan dengan interval nilai 86 - 100, rawan dengan interval nilai 72 - 86, tidak rawan nilai interval 58 - 72 dan kategori aman dengan nilai interval 44 - 58 seperti ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Kampar

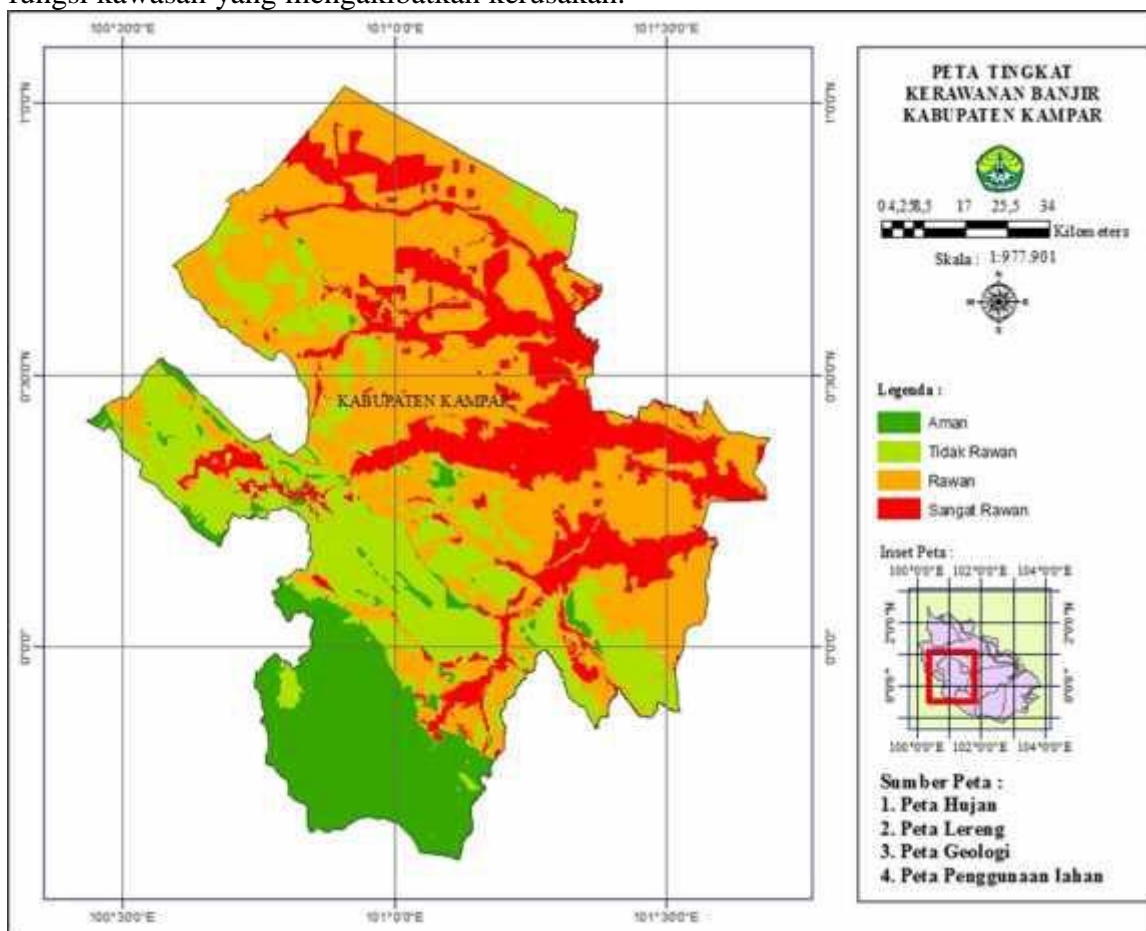
No	Tingkat Kerawanan Banjir	Interval Nilai kerawanan
1	Aman	44 - 58
2	Tidak Rawan	58 - 72
3	Rawan	72 - 86
4	Sangat Rawan	86 - 100

Gambar secara spasial yang disajikan pada Gambar 1, dan luasan masing-masing kategori tingkat kerawan banjir di Kabupaten Kampar secara numeris disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Luas dan rasio tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Kampar

No	ingkat Kerawan	Luas	
		(ha)	(%)
1	Aman	157.835,01	14,71
2	Tidak Rawan	236.082,39	22,00
3	Rawan	459.977,89	42,86
4	Sangat Rawan	219.279,54	20,43
Jumlah		1.073.174,82	100,00

Kawasan dengan kategori sangat rawan terhadap kerawanan banjir adalah seluas 219.279,54 ha atau 20,43% dari luas Kabupten Kampar. Pada kawasan ini sangat rawan sekali jika diperuntukkan untuk lokasi pemukiman, jika kawasan pemukiman tidak dapat dihindari dari kawasan ini sebaiknya model pemukiman dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada misalnya mendirikan bangunan rumah panggung dan pembangunan drainase yang layak untuk mengalirkan air dari tempat yang lebih tinggi ke sungai. Tingkat kerawanan terhadap bencana banjir yang merupakan kawasan terluas dari 4 tingkat kerawanan yang ada adalah kategori rawan yakni, 459.977,89 ha atau 42,86% dari luas Kabupaten Kampar. Pada kawasan ini diperlukan saluran drainase pada daerah tertentu untuk penyaluran air ke sungai dalam mengantisipasi kerawanan banjir. Sedangkan kawasan dengan kategori tidak rawan seluas 236.082,39 ha atau 22,00% serta kawasan pada kategori aman (luasan terkecil dari 4 kelas kerawanan) yakni, 157.835,01 ha atau 14,71% dari luas Kabupaten Kampar. Pada kawasan kategori tidak rawan dan aman hanya diperlukan pengelolaan yang baik terhadap fungsi kawasan agar tidak terjadi perubahan fungsi kawasan yang mengakibatkan kerusakan.



Gambar 1. Peta tingkat rawan banjir di Kabupaten Kampar

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap hasil *overlay* antar peta yang dijadikan parameter penyebab banjir di Kabupten Kampar dapat disimpulkan :

1. Wilayah yang terluas berada dalam kategori rawan terhadap kerawanan banjir yakni 459.977,89 ha atau 42,86% dari luas Kabupten Kampar.
2. Luasan urutan ke 2 berada pada kategori tidak rawan seluas 236.082,39 ha atau 22,00% dari luas Kabupten Kampar.
3. Sedangkan urutan luas terbesar ke 3 terdapat pada kategori sangat rawan seluas 219.279,54 ha atau 20,43% dari luas Kabupten Kampar.
4. Sedangkan luasan terkecil terdapat pada kategori aman seluas 157.835,01 ha atau 14,71% dari luas Kabupten Kampar.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Kampar. 2016. *Kampar dalam angka*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar. Bangkinang.
- Profil Kabupaten Kampar. 2017. Geografis. <http://kamparkab.go.id/page/geografis>
- Media Center. 2014. *Banjir Kmpar ditetapkan sebagai daerah tangkap darurat banjir*. <http://www.mediacenter.or.id/reports/view/876#.WI2rIVJWVqM> 29 Januari 2017, Pukul 16.57 WIB.
- Rahmat, B. 2016. Banjir Kampar telan dua korban jiwa. <http://pekanbaru.tribunnews.com/2016/02/11/banjir-kampar-telan-dua-korban-jiwa>. 27 Januari 2017, Pukul 17.43 WIB.
- Haryani, N. S. 2008. Model simulasi banjir menggunakan data penginderaan jauh (Studi kasus Kabupaten Sampang menggunakan metode greded surface sub-surface hidrologic analisis). *Jurnal Penginderaan Jauh*. 9 (2) : 90- 101.
- Sukiyah, E. 2004. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penetapan Kawasan Rawan Banjir di Kabupaten Bandung Bagian Selatan*. Bulletin of Scientific Contribution. 2 (1) : 26-37.
- Abidin, H.Z. (2002). *Survei Dengan Global Position System (GPS)*. PT Pradnya Pramita. Jakarta.
- Sukojo, B.M. 2005. *Penyiapan Sumber Manusia Untuk Menunjang Pembangunan Informasi Spasial di Institut Teknologi Sepuluh November (Its) Surabaya*, Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Surabaya.
- Prahasta, E. 2001. *Konsep-konsep dasar sistem informasi geografis*. Bandung: Informatika. Profil Kabupaten Kampar. 2017. Geografis. <http://kamparkab.go.id/page/geografis>
- Ekadinata, A. Sonya, D. Danan, P. H. Dudy dan K. N. Feri. 2008. *Sistem inormasi geografis : Untuk pengelolaan bentang lahan berbasis sumber daya alam*. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Elly, M. J. 2009. *Sistem informasi geografi menggunakan aplikasi ArcView 3.2 dan Ermapper 6.4*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Charter, D (2004) *Mapinfo professional*, Informatika Bandung, Bandung
- Nurdin. 2015. *Pemetaan kawasan rentan banjir dalam Kota Pekanbaru menggunakan sistem informasi geografis*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil (Annual Civil Engineering Seminar 2015). Pekanbaru.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hamdani, H., S. Permana, A. Susetyaningsih. 2014. Analisis daerah rawan banjir menggunakan aplikasi system informasi geografis (Stusi kasus Pulau Bangka). *Jurnal STT-Garut Allright Reserved*. 12 (1) : 1 – 13.
- Raharjo, P. D., A. M. Nur, dan E. Hidayat. 2011. Aplikasi system informasi geografis dalam mengidentifikasi kerawanan bencana alam di kawasan cagar alam geologi Karangsambung. *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)*.21(1) : 23 – 33.
- Darmawan, K., Hani'ah, dan A. Suprayogi. 2017. Analisis tingkat kerawanan banjir di Kabuapten Sampang menggunakan metode *overlay* dengan *scoring* berbasis system informasi geografis. *Jurnal Geodesi Undip*. 6 (1) : 31 – 40.
- Sukojo, B.M. 2005. *Penyiapan Sumber Manusia Untuk Menunjang Pembangunan Informasi Spasial di Institut Teknologi Sepuluh November (Its) Surabaya*, Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Surabaya