



PEMANFAATAN SIG DALAM MANAJEMEN BANJIR DI JAKARTA: STUDI KASUS KECAMATAN CENGKARENG

Henrikus Jatining Wahyu Argo, Haryadi, Pujo Widodo, Kusuma, Wilopo

Prodi Manajemen Bencana, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan RI

Abstrak

Banjir merupakan masalah krusial di Kecamatan Cengkareng, Jakarta, yang berdampak signifikan pada infrastruktur, populasi, dan proses evakuasi. Penelitian ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis dampak banjir, menentukan jalur evakuasi, dan mengevaluasi infrastruktur terdampak. Data sekunder, termasuk kepadatan penduduk, distribusi infrastruktur, dan jaringan jalan, dianalisis menggunakan QGIS 3.34. Hasil penelitian berupa peta tematik yang menunjukkan area terdampak, jalur evakuasi, dan kepadatan penduduk. Banjir berdampak pada 828.040 m² infrastruktur, dengan perumahan seluas 609.095 m² (73,5%). Sebanyak 178.382,22 meter jalan terendam, menghambat akses evakuasi. Analisis populasi mengungkapkan 327.491 jiwa terdampak, dengan konsentrasi tertinggi di wilayah padat penduduk (1.140 jiwa per piksel). Jalur evakuasi tercepat ke lokasi aman, Kantor Kecamatan Cengkareng, dipetakan menggunakan analisis jaringan, memastikan evakuasi yang efisien. Penelitian ini menyoroti pentingnya strategi manajemen banjir terpadu. Kerusakan infrastruktur, kerentanan populasi, dan logistik evakuasi menekankan perlunya perencanaan tata ruang yang lebih baik, peningkatan kondisi jalan, dan jalur evakuasi alternatif. SIG terbukti penting dalam manajemen bencana real-time, memberikan data akurat untuk perencanaan evakuasi dan mitigasi risiko. Integrasi data spasial yang efektif mendukung penyaluran bantuan yang efisien dan meminimalkan dampak sosial-ekonomi.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis (SIG), Manajemen Bencana, Banjir, Jalur Evakuasi, Infrastruktur Terdampak.

PENDAHULUAN

Bencana merupakan rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan rakyat, yang

mana mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU No. 24 Tahun 2007). Bencana

dikelompokkan menjadi tiga: bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial.

Pengertian banjir menurut Yohana, dkk (2017) adalah suatu peristiwa akibat adanya penumpukan air yang jatuh dan tidak dapat ditampung oleh tanah. Aminudin (2013) menambahkan bahwa banjir adalah bencana yang diakibatkan curah hujan tinggi yang tidak diimbangi dengan saluran pembuangan air memadai, sehingga merendam wilayah yang tidak dikehendaki. Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mengidentifikasi dua faktor penyebab banjir, yaitu faktor manusia dan alam. Banjir alami disebabkan oleh curah hujan, karakteristik wilayah, proses erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, drainase, serta pengaruh pasang air laut. Sebaliknya, banjir akibat faktor manusia terjadi karena perubahan penggunaan lahan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) memainkan peran krusial dalam pemetaan dan pembuatan jalur evakuasi tercepat dan terpendek. SIG memungkinkan analisis spasial yang mendetail untuk menentukan rute evakuasi paling efisien berdasarkan berbagai faktor seperti kepadatan lalu lintas, kondisi jalan, dan topografi wilayah (Kumar *et al.*, 2018). Dengan SIG, petugas penanggulangan bencana dapat dengan cepat mengidentifikasi dan memvisualisasikan jalur evakuasi alternatif, yang sangat penting dalam situasi darurat (Tay, 2019). Selain itu, SIG dapat mengintegrasikan data real-time seperti peringatan bencana dan status infrastruktur untuk memperbarui jalur evakuasi secara dinamis (Chen & Miller-Hooks, 2012). Dengan demikian, SIG tidak hanya membantu dalam perencanaan awal tetapi juga dalam respons langsung selama bencana, memastikan evakuasi yang aman dan cepat (Yuan *et al.*, 2020).

Selain itu, SIG memainkan peran penting dalam penyaluran bantuan ke

lokasi bencana. SIG memungkinkan analisis spasial yang mendalam untuk menemukan rute yang paling efisien dan menghindari area yang terkena dampak bencana seperti banjir, tanah longsor, atau kerusakan infrastruktur. Misalnya, pengembangan metode analisis jaringan jalan dinamis dalam SIG dapat membantu petugas darurat menentukan jalur tercepat dan teraman, bahkan dalam kondisi jalan yang terhambat oleh banjir atau bencana lainnya (Forslund, 2016). Pentingnya waktu respon cepat dalam meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan ketersediaan bantuan yang tepat waktu sangat ditekankan dalam penelitian ini.

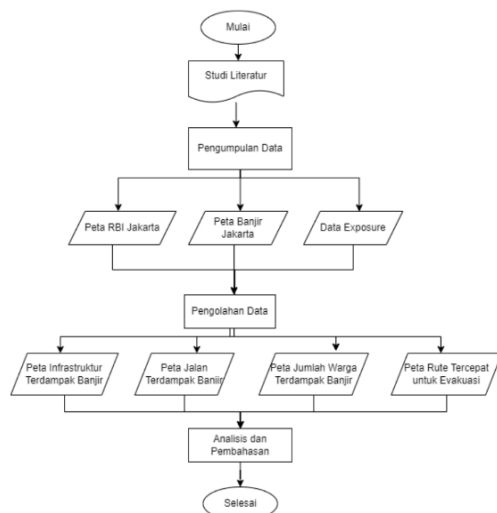
SIG juga dapat digunakan untuk merencanakan rute kendaraan darurat di medan yang sulit, seperti hutan yang penuh dengan pohon sebagai hambatan titik, dengan menggunakan algoritma seperti Dijkstra untuk menemukan rute terpendek dan tercepat (Rybansky, 2014). Di Bangladesh, SIG berperan dalam pengelolaan bencana siklon dengan mengintegrasikan model kecepatan angin dan lonjakan dalam sistem estimasi respons berbasis SIG untuk perencanaan bantuan yang lebih baik (Maniruzzaman, Okabe, & Asami, 2001). Model penjadwalan sumber daya darurat berbasis SIG juga dikembangkan untuk menentukan rute optimal pengiriman bantuan darurat dengan mempertimbangkan berbagai indikator seperti kondisi jalan, jarak perjalanan aktual, dan urgensi lokasi bantuan (Feng, Su, & Sun, 2017).

Dalam situasi bencana di daerah perkotaan yang padat penduduk, SIG dapat digunakan untuk merencanakan rute evakuasi optimal dan mengidentifikasi area rentan berdasarkan waktu respons darurat dan jarak dari titik evakuasi (Hasnat, Islam, & Hadiuzzaman, 2018). Secara keseluruhan, SIG memberikan alat yang sangat berguna untuk mendukung keputusan dalam situasi darurat

bencana, membantu memastikan bahwa bantuan dapat disalurkan dengan cepat dan aman ke lokasi yang membutuhkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian memanfaatkan studi pustaka untuk mengumpulkan data sekunder. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka atau observasi dan terdiri dari dokumen yang terdiri dari data spasial, seperti peta umum dan khusus (tematik), data demografi, dan data bencana banjir. Data dianalisis menggunakan QGIS, dan hasilnya adalah peta tematik. Untuk memahami dan mengantisipasi dampak risiko bencana banjir di Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat, perangkat lunak QGIS versi 3.34 digunakan untuk pemetaan data yang mencakup layout peta tiga hal: jumlah penduduk yang terdampak, jumlah infrastruktur yang terdampak, dan jalur rute evakuasi tercepat. Alur kerja penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur kerja pemetaan bencana banjir Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat

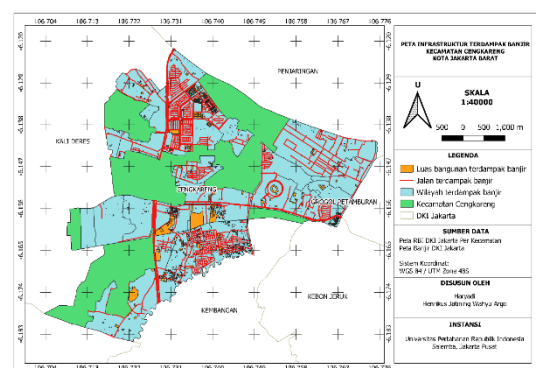
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan dari rangkaian tahapan penelitian seperti yang sudah tertera pada metode penelitian. Hasil yang didapatkan berupa peta infrastruktur, peta penduduk, dan peta jalur evakuasi.

a. Analisis Infrastruktur

Banjir di Kecamatan Cengkareng berdampak signifikan pada berbagai infrastruktur penting. Luas total area infrastruktur yang terdampak mencapai 828.040 m², menunjukkan besarnya skala kerusakan yang terjadi. Infrastruktur perumahan adalah yang paling terdampak dengan total area 609.095 m² atau sekitar 73,5% dari total luas infrastruktur yang terendam. Kerusakan besar pada sektor ini mengindikasikan dampak langsung pada ribuan warga yang kehilangan tempat tinggal sementara atau permanen.

Sekolah dan universitas, dengan area terdampak masing-masing 93.446 m² dan 55.858 m², menunjukkan bahwa sektor pendidikan juga sangat terganggu. Hal ini berpotensi memperlambat proses pendidikan, terutama jika banjir menyebabkan kerusakan permanen pada fasilitas pendidikan. Masjid sebagai tempat ibadah memiliki area terdampak 33.283 m², yang menunjukkan dampak sosial dan kultural pada masyarakat setempat. Infrastruktur vital lainnya seperti fasilitas kesehatan (klinik, rumah sakit) dan fasilitas pemerintah juga mengalami kerusakan yang signifikan, yang berpotensi menghambat respons dan pemulihan pasca-bencana.



Gambar 2. Peta infrastruktur terdampak bencana banjir Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat

Gambar 2 menunjukkan penyebaran lokasi infrastruktur yang terkena dampak banjir, dan Tabel 1 menunjukkan luas infrastruktur yang terkena dampak banjir di Kecamatan Cengkareng.

Tabel 1. Infrastruktur terdampak banjir dalam m²

Bangunan Infrastruktur terdampak	Jumlah Area M2
Klinik/Dokter	4576
Pemadam	174
Pemerintah	21312
Rumah Sakit	1501
Wihara	805
Masjid	33283
Kantor Polisi	120
Perumahan	609095
Sekolahan	93446
Fasilitas Olah raga	732
Supermarket	7138
Universitas	55858
Jumlah Total m²	828040

Banjir di Kecamatan Cengkareng tidak hanya merusak infrastruktur bangunan, tetapi juga merendam banyak jalan. Jaringan jalan yang terdampak banjir di Kecamatan Cengkareng mencakup total panjang 178.382,22 meter. Tipe jalan yang paling terdampak adalah jalan perumahan (residential roads) dengan total panjang 106.017,88 meter atau sekitar 59,4% dari total panjang jalan yang terendam. Hal ini menandakan gangguan besar pada aksesibilitas masyarakat ke tempat tinggal, layanan publik, dan pusat aktivitas lainnya.

Jalan sekunder dan tersier yang masing-masing memiliki panjang terdampak 12.017,71 meter dan 23.433,58 meter juga menunjukkan bahwa banjir tidak hanya melanda lingkungan perumahan, tetapi juga jaringan jalan penghubung antarwilayah. Panjang jalan utama yang terdampak relatif kecil, namun tetap signifikan untuk jalur transportasi utama di kawasan tersebut. Kerusakan infrastruktur jalan yang luas ini dapat memengaruhi mobilitas penduduk, distribusi logistik, dan evakuasi darurat selama dan setelah banjir.

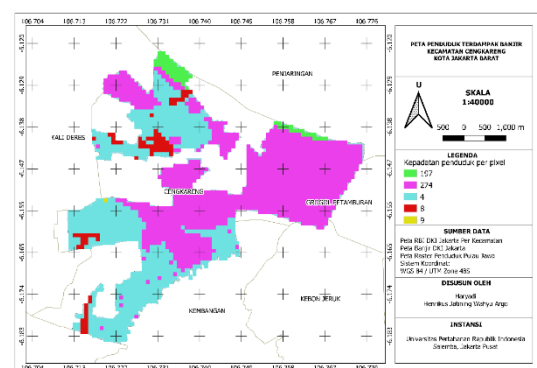
Tabel 2 menunjukkan detail tentang jenis jalan yang tergenang dan panjang jalan di Kecamatan Cengkareng yang terdampak banjir.

Tabel 2. Tipe dan panjang ruas jalan terdampak banjir

Tipe Jalan	Panjang Ruas Jalan (m)
Cycleway, footpath, etc.	1912,31
Motorway link	1026,2
Motorway or highway	17585,13
Primary link	148,29
Primary road	12399,83
Road, residential, living street, etc	106017,88
Secondary	12017,71
Tertiary	23433,58
Lainnya	3841,29
Total	178382,22

b. Analisis Dampak Banjir terhadap Kepadatan Penduduk

Untuk membuat peta penduduk, nilai jumlah penduduk di daerah kajian diambil dari data raster, yang kemudian diekstraksi dan digunakan untuk menghitung kepadatan penduduk berdasarkan grid raster yang ada. Hasil pengolahan ini membagi data kepadatan penduduk di daerah kajian menjadi lima kelas. Gambar 3 menunjukkan distribusi populasi di seluruh wilayah Kecamatan Cengkareng yang terdampak banjir, dengan total 327.491 orang yang terdampak. Tabel 3 menunjukkan jumlah penduduk yang terdampak di setiap lokasi banjir.



Gambar 3. Peta penduduk terdampak bencana banjir Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat

Pada gambar di atas, grid piksel menunjukkan kepadatan penduduk.

Distribusi populasi yang terdampak tersebar dalam lima kelas kepadatan, yang mencerminkan variasi jumlah penduduk per piksel di wilayah banjir. Hal ini memberikan wawasan penting terkait tingkat kerentanan populasi di setiap area.

Daerah dengan kepadatan 1.140 jiwa per piksel adalah yang paling terdampak dengan jumlah total populasi mencapai 312.360 jiwa. Proporsi yang sangat besar dari populasi ini menunjukkan bahwa banjir paling banyak melanda wilayah dengan konsentrasi populasi tinggi, seperti area padat permukiman atau permukiman informal. Hal ini menyoroti kerentanan kawasan yang memiliki pengelolaan tata ruang terbatas terhadap risiko bencana.

Kelas kepadatan 764 jiwa per piksel adalah kelas kedua terbesar yang terdampak dengan jumlah penduduk 3.056 jiwa. Area ini kemungkinan mencakup wilayah-wilayah urban yang relatif terencana, tetapi tetap berada dalam zona risiko banjir.

Daerah dengan kepadatan 4 hingga 9 jiwa per piksel memiliki total populasi terdampak 649 jiwa, menunjukkan banjir juga melanda wilayah dengan populasi lebih jarang, seperti area terbuka atau lahan kosong. Namun, wilayah ini mungkin memiliki risiko kerusakan ekonomi pada lahan pertanian atau infrastruktur lain. Hasil analisis raster adalah sebagai ditampilkan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perkiraan jumlah penduduk terdampak banjir

Jumlah Pixel	Jumlah Kepadatan penduduk per pixel	Jumlah Jiwa yang terpapar (Jiwa)
0	3657	0
4	764	3056
8	80	640
9	1	9
197	58	11426
274	1140	312360
Total		327491

Banjir yang melanda Kecamatan Cengkareng memberikan dampak signifikan pada aspek sosial dan ekonomi

masyarakat, terutama di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi. Sebagian besar populasi terdampak, yang berjumlah 312.360 jiwa dari kelas kepadatan 1.140 jiwa per piksel, menunjukkan tingkat kerentanan yang sangat tinggi di area permukiman padat.

Hal ini tidak hanya memengaruhi keselamatan jiwa, tetapi juga menciptakan tantangan besar dalam proses evakuasi, distribusi bantuan, dan pemulihan pasca-bencana. Selain itu, gangguan terhadap aktivitas ekonomi menjadi implikasi utama, karena wilayah dengan konsentrasi penduduk tinggi umumnya memiliki ketergantungan yang besar pada infrastruktur yang rentan terhadap kerusakan, seperti jalan dan fasilitas publik.

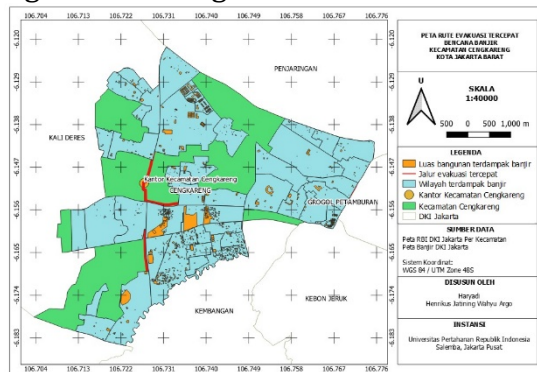
Dampak ini diperparah dengan gangguan pada pusat-pusat ekonomi kecil dan menengah yang sering kali berada di wilayah yang paling terdampak. Di sisi lain, wilayah dengan kepadatan penduduk lebih rendah, meskipun jumlah penduduk terdampaknya kecil, tetap berpotensi mengalami kerugian ekonomi dari kerusakan lahan pertanian atau infrastruktur non-pemukiman. Dengan memahami pola dampak sosial dan ekonomi ini, langkah-langkah mitigasi dan perencanaan tata ruang yang lebih baik dapat dirancang untuk mengurangi risiko bencana di masa mendatang.

c. Analisis Jalur Evakuasi dan Lokasi Evakuasi

Peta jalur evakuasi ini menunjukkan upaya mitigasi dalam mengarahkan penduduk terdampak banjir ke tempat yang aman, yaitu Kantor Kecamatan Cengkareng. Lokasi ini dipilih karena berada di luar zona banjir, sehingga dapat menjamin keamanan para pengungsi. Jalur evakuasi dirancang berdasarkan analisis jaringan, dengan mempertimbangkan jalur tercepat dan paling aman yang dapat diakses dari

wilayah yang terdampak banjir menuju lokasi evakuasi. Pendekatan ini penting untuk memastikan evakuasi yang efisien, terutama di tengah kondisi darurat saat waktu menjadi faktor kritis.

Metode analisis jaringan digunakan untuk pengolahan, di mana data jalan, populasi, dan lokasi bangunan digunakan sebagai variabel.



Gambar 4. Peta rute evakuasi tercepat bencana banjir Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat

Peta rute evakuasi mencakup rute evakuasi dan lokasi. Tempat evakuasi adalah Kantor Kecamatan Cengkareng. Pemilihan Kantor Kecamatan Cengkareng sebagai pusat evakuasi sangat strategis karena lokasinya yang berada di luar zona terdampak. Hal ini memastikan bahwa area pengungsian memiliki risiko minimal terhadap banjir lanjutan, sekaligus memungkinkan distribusi bantuan logistik dan layanan medis lebih terfokus.

Jalur evakuasi yang ditetapkan mencakup jalan-jalan utama yang menghubungkan area terdampak ke Kantor Kecamatan. Namun, keberhasilan jalur ini sangat bergantung pada kondisi infrastruktur jalan selama banjir. Jika jalur evakuasi mengalami kerusakan atau tergenang parah, hal ini dapat menghambat mobilitas evakuasi, sehingga perlu adanya jalur alternatif.

Jalur evakuasi juga harus mempertimbangkan kapasitas jalan untuk mengakomodasi jumlah penduduk yang besar, terutama di wilayah dengan

kepadatan penduduk tinggi. Dalam desain jalur evakuasi, penting untuk mengevaluasi apakah seluruh bangunan terdampak memiliki akses langsung ke jalur evakuasi. Area yang jauh dari jalur utama mungkin memerlukan bantuan tambahan, seperti kendaraan evakuasi atau petugas lapangan untuk memandu penduduk.

Meskipun lokasi evakuasi ditentukan dengan baik, kapasitas Kantor Kecamatan Cengkareng perlu dipastikan memadai untuk menampung ribuan jiwa dari berbagai wilayah terdampak. Aspek-aspek seperti tempat tidur darurat, sanitasi, suplai makanan, dan layanan kesehatan menjadi elemen penting yang harus diperhatikan untuk mencegah munculnya masalah baru di lokasi evakuasi.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pemetaan banjir di Kecamatan Cengkareng, rute evakuasi tercepat dirancang dengan mempertimbangkan aksesibilitas dari berbagai wilayah terdampak, termasuk area terjauh, sisi terluar, dan pusat lokasi banjir. Jalur evakuasi menuju Kantor Kecamatan Cengkareng sebagai lokasi evakuasi utama dirancang menggunakan metode analisis jaringan, sehingga memastikan seluruh wilayah terdampak dapat menjangkau lokasi aman secara efisien. Pemilihan lokasi evakuasi yang strategis, berada di luar zona banjir, menjadi langkah penting untuk menjamin keselamatan masyarakat sekaligus mempermudah pengelolaan bantuan dan logistik.

Namun, keberhasilan rute evakuasi ini sangat bergantung pada kondisi infrastruktur jalan yang terdampak banjir. Hal ini menunjukkan bahwa rute evakuasi harus mampu melayani kebutuhan populasi yang besar dalam waktu singkat untuk mengurangi risiko sosial, seperti keterlambatan evakuasi atau kemacetan.

Pemilihan lokasi evakuasi dan desain rute evakuasi juga harus mempertimbangkan dampak sosial yang lebih luas, termasuk potensi disrupsi terhadap kehidupan sehari-hari masyarakat yang kehilangan tempat tinggal, fasilitas pendidikan, dan infrastruktur lainnya. Perencanaan evakuasi yang komprehensif, termasuk penyiapan lokasi pengungsian alternatif dan jalur tambahan, sangat diperlukan untuk memastikan seluruh penduduk terdampak, termasuk mereka yang berada di area terjauh, dapat mencapai tempat aman dengan cepat dan efisien.

Hal ini menegaskan pentingnya pendekatan terpadu dalam mitigasi bencana, yang tidak hanya mencakup rute evakuasi cepat, tetapi juga perencanaan tata ruang berbasis risiko untuk meminimalkan dampak sosial dan memastikan keselamatan serta kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin. (2013). Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana Alam. Bandung: Angkasa Bandung.
- Chen, L., & Miller-Hooks, E. (2012). *Dynamic Evacuation Routing in the Face of Uncertainty. Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 21(1), 44-58.
- Feng, G., Su, G., & Sun, Z. (2017). Optimal route of emergency resource scheduling based on GIS. *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Emergency Management*. <https://doi.org/10.1145/3152465.3152471>.
- Forslund, L. (2016). Development of methods for flood analysis and response in a Web-GIS for disaster management. *Student thesis series Ines*.
- Hasnat, M., Islam, M., & Hadiuzzaman, M. (2018). Emergency Response During Disastrous Situation in Densely Populated Urban Areas: a GIS Based Approach. *Geographia Technica*.
https://doi.org/10.21163/GT_2018.132.06.
- Kodoatie, R. J., Sugiyanto. (2002). Banjir, Beberapa Penyebab dan Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kumar, S., Singh, R., & Srivastava, P. (2018). *Role of GIS in Emergency Management. International Journal of Geoinformatics*, 14(3), 57-65.
- Maniruzzaman, K., Okabe, A., & Asami, Y. (2001). GIS for Cyclone Disaster Management in Bangladesh. *Geographical and Environmental Modelling*, 5, 123-131. <https://doi.org/10.1080/13615930120086087>.
- Nurhaimi. A.R, Rahayu Sri. (2014). Kajian Pemahaman Masyarakat Terhadap Banjir Di Kelurahan Ulujami, Jakarta. *Jurnal Teknik PWK*. Vol. 3. No. 2 2014.
- Rybansky, M. (2014). Modelling of the optimal vehicle route in terrain in emergency situations using GIS data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 18, 012131. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/18/1/012131>.
- Tay, Y. W. (2019). *Spatial Analysis for Efficient Disaster Management. Journal of Disaster Research*, 14(6), 1020-1031.
- Yilmaz, Z., Aydemir-Karadag, A., & Erol, S. (2019). Finding Optimal Depots and Routes in Sudden-Onset Disasters: An Earthquake Case for Erzincan. *Transportation Journal*, 58, 168 - 196. <https://doi.org/10.5325/TRANSPORTATIONJ.58.3.0168>.
- Yohana. C, Griandini. D, Muzambeq. S. (2017). Penerapan Pembuatan Teknik Lubang Biopori Resapan Sebagai Upaya Pengendali Banjir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*. Vol. 1, No. 2 Desember 2017
- Yuan, F., Li, Z., & Zeng, Z. (2020). *Real-Time GIS for Disaster Response: A Review. International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45, 101469.