

Pemetaan Zonasi Kerawanan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada DAS Deli Kota Medan

Irvan Syahputra¹, Feby Cyntia silalahi², Geby Pauliana³, Eni Yuniastuti⁴

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Medan

e-mail: irvansyah.230603@gmail.com¹, febycyntia02@gmail.com²,
gebypauliana221@gmail.com³

Abstrak

Kota pada umumnya lebih rentan terhadap banjir akibat konversi lahan yang sering kali terjadi tanpa adanya perencanaan tata ruang yang baik. GIS, atau sistem informasi geografis, adalah alat yang berguna untuk memecahkan masalah banjir. Dengan penyajian sungai, kontur, hutan, dan lanskap alam lainnya, GIS dapat membantu peneliti dalam pemetaan wilayah daerah aliran sungai secara rinci. Data sekunder dari organisasi atau instansi terkait, seperti Badan Meteorologi, dll, diperlukan untuk penelitian ini. Dalam penelitian ini tahapan pengolahan dan analisis data meliputi analisis atribut dan operasi spasial. Setelah analisis atribut selesai, tindakan berikut. Hal ini disebabkan karena daerah yang berada di sekitaran sungai merupakan daerah yang pertama kali terkena dampak bila sungai ayang ada di daerah tersebut meluap. Maka dari itu, prediksi di wilayah ini mendapatkan kelas yang ditandai dengan warna merah yaitu "Sangat Tinggi". Melalui penelitian ini, kita dapat menyimpulkan bahwa DAS Deli, Kota Medan, memiliki tingkat kerawanan banjir yang "Tinggi". Oleh karena itu, diperlukan pekerjaan lebih lanjut pengelolaan tata ruang, perencanaan infrastruktur, dan peringatan dini guna mengurangi risiko dan dampak banjir di wilayah ini. Penerapan strategi mitigasi dan penanganan yang efektif dapat membantu melindungi masyarakat, ekonomi, dan lingkungan dari dampak negatif banjir di masa mendatang.

Kata Kunci: *Banjir, SIG, Sungai Deli, Pemetaan Zonasi Banjir*

Abstract

Cities in general are more vulnerable to flooding due to land conversion which often occurs without good spatial planning. GIS, or geographic information system, is a useful tool for solving flooding problems. By presenting rivers, contours, forests and other natural landscapes, GIS can help researchers in mapping river watershed areas in detail. Secondary data from related organizations or agencies, such as the Meteorological Agency, etc., is required for this research. In this research, the stages of data processing and analysis include attribute analysis and spatial operations. Once the attribute analysis is complete, the following actions are performed. This is because the area around the river is the first area affected if the river in that area overflows. Therefore, predictions in this area have a class marked in red, namely "Very High". Through this research, we can conclude that the Deli watershed, Medan City, has a "High" level of flood vulnerability. Therefore, work is needed further spatial management, infrastructure planning and early warning to reduce the risk and impact of flooding in this area. Implementing effective mitigation and handling strategies can help protect society, the economy and the environment from the negative impacts of flooding in the future.

Keywords: *Floods, GIS, Deli River, Flood Zoning Mapping*

PENDAHULUAN

Indonesia, geografisnya terletak dalam iklim tropis dengan tingkat kelembapan yang tinggi di sebagian besar wilayahnya, mengalami curah hujan yang signifikan selama musim penghujan. Keadaan ini memberikan dampak beragam bagi Indonesia, baik secara positif maupun negatif. Manfaatnya antara lain menjaga potensi sumber daya alam Indonesia dan menawarkan beragam flora dan satwa liar. Namun curah hujan yang tinggi juga dapat menimbulkan dampak buruk seperti tanah longsor dan banjir.

Tragedi banjir merupakan permasalahan yang sering terjadi. Untuk mengatasi permasalahan banjir, kebijakan-kebijakan strategis harus diterapkan, dan diperlukan komunikasi yang efektif antara pihak pemerintah pusat dan tim pencari solusi. Oleh karena itu, diharapkan dapat dikembangkan solusi yang bisa diterapkan untuk masalah banjir. (Harahap, Jeumpa, and Mulyana 2023).

Bencana banjir di Indonesia dapat dianggap sebagai bencana musiman, karena setiap musim penghujan tiba, banjir melanda beberapa wilayah di Indonesia. Ketika air tumpah ke suatu wilayah melebihi kapasitas saluran air di lokasi tersebut, maka terjadilah banjir yang mengakibatkan kerugian harta benda, masyarakat, dan perekonomian (Rahayu, 2009). Selain itu, limpasan air permukaan yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas sistem drainase, seperti badan air, juga dapat menyebabkan banjir. Intensitas curah hujan, kerusakan retensi daerah aliran sungai, perencanaan pengembangan saluran sungai yang buruk, pendangkalan sungai, dan kesalahan infrastruktur dan desain tata ruang merupakan beberapa penyebab terjadinya banjir di Indonesia. (Hermon, 2012).

Daerah Aliran Sungai Deli terletak di Wilayah cakupan Satuan sungai Belawan Ular Padang. Wilayah daratan di sekitar Daerah Aliran Sungai Deli memiliki luas menjangkau 47,748.01 Ha dan panjang sungainya menjangkau 70 km dari wilayah hulu Sungai sampai ke hilir. Pusat sumber air DAS Sungai Deli berada di wilayah Kabupaten Deli Serdang, khususnya di kecamatan Sibolangit dan kecamatan Kutalimbaru, mengalir melalui pusat Kota Medan, dan akhirnya bermuara di Selat Malaka. Tingginya nilai presipitasi, ditambah dengan Sungai deli yang mengalami pengendapan akibat pengikisan dan akumulasi sedimen, menyebabkan kemampuan daya tampungan sungai dalam menanggulangi limpasan permukaan air yang tidak optimal. keadaan ini berpotensi menyebabkan meluapnya debit air sungai, maka dari itu daerah genangan banjir dapat terbentuk.

Dampak dari potensi terjadinya banjir di wilayah Kawasan DAS Sungai Deli dapat berdampak negatif terhadap masyarakat di Kota Medan. Elevasi air banjir akibat debit banjir DAS Deli dapat menjangkau 1-3 meter di atas dataran sungai, yang dapat mengakibatkan genangan banjir di Kota Medan (Zevri, 2014). Perihal banjir ini diperkirakan akan terus terjadi karena adanya transfigurasi penggunaan lahan dan masih kurangnya metode untuk menanggulangi banjir yang tepat di Kota Medan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu program atau aplikasi yang memberikan kemudahan dalam melakukan penelitian, khususnya bencana banjir, berkat pertumbuhan teknologi di era saat ini yang semakin pesat.

GIS, atau sistem informasi geografis, adalah alat yang berguna untuk memecahkan masalah banjir. Dengan penyajian sungai, kontur, hutan, dan lanskap alam lainnya, GIS dapat membantu peneliti dalam pemetaan wilayah daerah aliran sungai secara rinci. (Rakuasa et al. 2022). Dengan melakukan pemetaan yang akurat dengan system informasi geografis (SIG), pemerintah dapat menetapkan Kawasan mana yang paling sering ataupun rentan terhadap bencana banjir (Sugandhi et al. 2023).

Hidrologi suatu daerah aliran sungai, termasuk curah hujan, debit sungai, dan penguapan, juga dapat diperiksa dengan menggunakan GIS. (Suryo Haryani et al. 2012). Dengan menggunakan data ini, pemahaman akan pola aliran air akan lebih baik dan dapat membantu dalam merencanakan penanggulangan banjir yang efisien dan sukses. Dengan menggunakan SIG, pengendalian perencanaan infrastruktur banjir akan lebih tepat dan dapat membantu dalam melakukan peringatan dini terhadap bencana banjir (Helena Abighail et al. 2022). Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG), Guna menurunkan kemungkinan terjadinya banjir di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Deli dan

meningkatkan kesiapsiagaan terhadap potensi banjir yang lebih parah di masa mendatang, terdapat potensi peningkatan kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah. Mengingat hal ini, pemetaan zonasi kerawanan banjir menjadi sangat penting untuk dilakukan pada DAS Deli, Kota Medan (Rakuasa et al. 2023).

METODE

Penelitian ini dilakukan di DAS Deli Kota Medan. Pengambilan lokasi penelitian dilatarbelakangi banyaknya pemukiman yang terdapat di sekitaran lokasi DAS Deli di Kota Medan yang sewaktu-waktu bisa saja terjadi banjir dan menggenangi Kawasan yang ada disekitarnya.

Lapisan item curah hujan, lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, administrasi, jaringan sungai, dan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli merupakan sumber daya yang digunakan dalam penelitian ini. Sementara itu, laptop dan software ArcGIS 10.8 merupakan alat yang digunakan dalam penyelidikan ini.

Diperlukan data sekunder yang dapat diperoleh dari organisasi atau instansi terkait seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Medan. Badan Indonesia Geospasial, dan Ina Geoportal yang menyediakan berbagai data terkait dengan pemetaan.

Pemrosesan dan analisis data

Operasi spasial

Operasi spasial diperlukan agar lapisan yang dihasilkan dapat ditentukan nanti karena tidak dapat digunakan saat ini. Misalnya, data curah hujan dapat diakses di setiap stasiun, sehingga memerlukan penggunaan teknik analitik spasial seperti interpolasi untuk menyediakan data curah hujan yang diinterpolasi dari setiap stasiun. Tujuannya adalah untuk memastikan rata-rata curah hujan tahunan di setiap lokasi. Karena karakteristiknya berupa lapisan penggunaan lahan untuk Pulau Sumatera, maka dilakukan prosedur pemotongan pada lapisan penggunaan lahan yang berbatasan dengan Daerah Aliran Sungai (DAS). Alat Multiple Ring Buffer dalam Analisis kemudian digunakan untuk menyelesaikan tahap penyangga jaringan sungai.

Evaluasi Karakteristik

Dalam hal ini, analisis atribut memerlukan penimbangan dan penilaian. Tujuan pemberian skor adalah untuk memberikan nomor pada setiap kelas tergantung pada bagaimana kelas tersebut mempengaruhi tingkat keparahan banjir. Beberapa ideologi dipertimbangkan saat menilai skor ini, termasuk:

1. Daerah yang banyak mendapat curah hujan diperkirakan lebih rentan terhadap banjir;
2. lereng yang mempunyai risiko banjir lebih tinggi dibandingkan lereng curam;
3. Tanah bertekstur sangat halus diperkirakan mempunyai peluang lebih besar terjadinya banjir, sedangkan tanah bertekstur kasar mempunyai peluang lebih kecil;
4. topografi yang cenderung landai hingga cekung diduga mempunyai tingkat sensitivitas yang lebih tinggi;
5. Lokasi yang dekat dengan sungai atau badan air lainnya diperkirakan meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir atau genangan air yang disebabkan oleh luapan sungai;
6. Penggunaan lahan berawa terhadap banjir adalah penggunaan lahan yang lebih mempengaruhi limpasan air dibandingkan laju infiltrasi. Dengan menggunakan Formulir Expertise Judgment, pembobotan dilakukan berdasarkan pendapat ahli.

Overlay dan Proyeksi Peta

Langkah selanjutnya adalah melapisi (memotong) lapisan yang telah diberi penilaian dan pembobotan dengan lapisan administratif setelah Anda selesai menganalisis atribut. Proyeksi peta tersebut kemudian dimodifikasi menggunakan Alat Proyeksi dan Transformasi pada Alat Pengelolaan Data menjadi UTM WGS 1984 Zona 47N (Wilayah Kota Medan).

Setelah penyesuaian proyeksi, temuan lapisan overlay dimasukkan ke dalam langkah perhitungan luas untuk mengukur potensi risiko banjir di wilayah tersebut. Fungsi penghitungan geometris digunakan dalam operasi ini.

Analisis Kerawanan Banjir

Jumlah kumulatif nilai enam faktor yang mempengaruhi banjir Kemiringan, Curah Hujan, Ketinggian Lahan, Jenis Tanah, Tata Guna Lahan, dan Penyangga Sungai menentukan kerentanan suatu wilayah terhadap banjir. Kingma (1991) menyatakan bahwa persamaan berikut digunakan untuk memperkirakan nilai kerentanan:

$$K = \sum W_i X_i$$

Keterangan :

K = Nilai kerawanan

W_i = Bobot untuk parameter ke-i

X_i = Skor kelas parameter ke-i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter-Parameter Tingkat Kerawanan Banjir

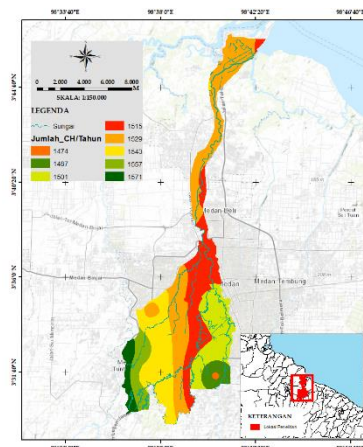
Curah Hujan

Daerah dengan curah hujan tinggi akan lebih mempengaruhi kejadian banjir dibandingkan daerah lain; kemungkinan terjadinya banjir meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan di suatu wilayah. Hal ini akan menghasilkan skor yang lebih baik untuk wilayah yang menerima curah hujan. Data curah hujan dikategorikan menjadi lima kelas berdasarkan data yang dikumpulkan di wilayah DAS Deli Kota Medan. Curah hujan di atas 2500 mm diberi skor 9, curah hujan kurang dari 1000 milimeter mendapat skor 1. (Tabel 1).

No	Kelas	Skor
1	>2500	9
2	2001-2500	7
3	1501-2000	5
4	1000-1500	3
5	<1000	1

Sumber : Sholahuddin, 2015

Berikut ini merupakan peta hasil pengolahan data curah curah hujan di Kota Medan.



Gambar 1 peta curah hujan kota medan

Daerah dengan curah hujan tinggi lebih besar kemungkinannya untuk mengalami banjir. Berdasarkan Tabel 1, skor yang lebih tinggi berhubungan dengan peningkatan curah hujan. Untuk parameter curah hujan, kelas >2500 (sangat basah) diberi rating 9 dan parameter kelas curah hujan diberi rating 1.

Kemiringan Lereng

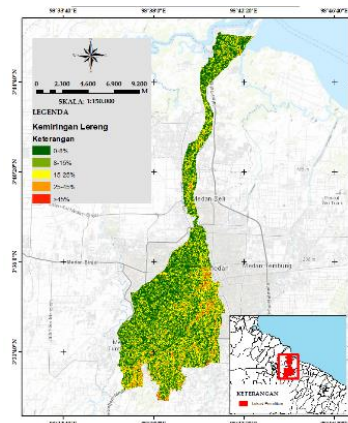
Kemiringan lereng yang dangkal lebih rentan terhadap banjir dibandingkan trailer yang tidak lengkap. Gantungan datar mendapat nilai tertinggi dalam penilaian yaitu 9, sedangkan gantungan parsial hanya mendapat nilai 8%. Baja mempunyai nilai paling murah (>45%). menurut data kemiringan DAS, Lereng curam tersebar di bagian hilir, sedangkan lereng datar tidak. Tabel kemiringan lerengnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Skor Parameter Kemiringan Lereng

No	Kelas	Skor
1	0-8%	9
2	8-15%	7
3	15-25%	5
4	25-40%	3
5	>40%	1

Sumber : Penanganan Khusus kerawanan puncak “kriteria lokasi & standar teknik” Dept. Kimpraswil dalam Permen PU, 2007

Dibawah ini merupakan Peta Kemiringan Lereng di DAS Deli Kota Medan.



Gambar 2 peta kemiringan lereng

Jenis Tanah

Sifat setiap jenis tanah menentukan peringkat jenis tanah. Tanah yang teksturnya sangat halus mempunyai peluang besar untuk tergenang air. Risiko banjir lebih rendah di daerah yang lebih mulus. Berbagai jenis tanah membiarkan air permukaan meresap atau meluap. Sungai sulit meresap ke dalam tanah sehingga dapat menyebabkan banjir. Dalam terang S, jenis tanah dengan skor tertinggi mendapat (9). sangat halus seperti Vertisol dan Oxisol, sedangkan tanah dengan tekstur kasar mendapat nilai paling rendah (Tabel 3)

Tabel 3. Skor Parameter Jenis Tanah

No	Kelas	Skor
1	Vertisol, oxisol	9
2	Alfisol, Ultisol, Molisol	7
3	Inceptisol	5
4	Entisol, Histosol	3
5	Spodosol, Andisol	1

Sumber : Klasifikasi FAO/UNESCO 1974

Jurnal Pendidikan Tambusai 27521

Jarak wilayah terhadap sungai

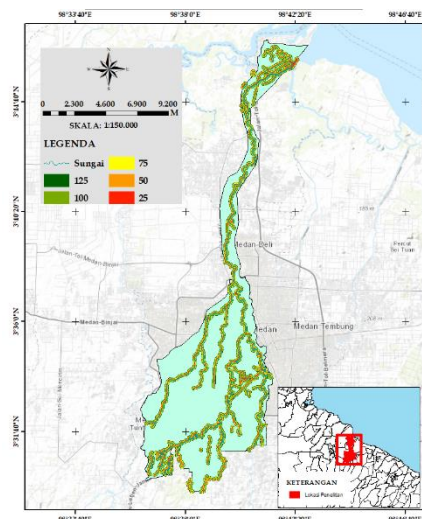
Risiko banjir meningkat jika suatu daerah dekat dengan sungai. Oleh karena itu, semakin dekat jarak wilayah sungai, yaitu pada jarak kurang dari 25 meter, maka peringkatnya semakin tinggi. Sebaliknya jika jaraknya Semakin jauh suatu area dari sungai, semakin rendah skornya. Berikut tabel dari jarak wilayah terhadap sungai Tabel 5:

Tabel 5. Skor Parameter *Buffer Jaringan Sungai*

No	Kelas	Skor
1	0-25 m	9
2	25-50 m	7
3	50-75 m	5
4	75-100 m	3
5	>100 m	1

Sumber : Primayuda, Aris. 2006

Berikut merupakan peta *Buffer Sungai* dari DAS Deli yang menunjukkan jarak wilayah terhadap DAS Deli, Kota Medan.



Gambar 5 peta buffer

Elevasi

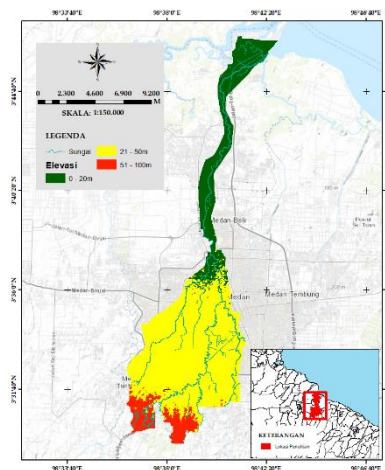
Air berpindah dari tempat tinggi ke tempat rendah karena hal ini maka terjadinya banjir dipengaruhi oleh ketinggian (elevasi). Daerah manakah yang mempunyai ketinggian? Daerah dengan ketinggian lebih tinggi memiliki risiko banjir yang lebih rendah, sedangkan daerah dengan ketinggian lebih tinggi memiliki risiko lebih tinggi. Ada risiko banjir yang lebih tinggi pada tingkat yang rendah. Evaluasi dilakukan dengan cara menjadikan nilai kelas tinggi badan rendah lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kelas tinggi badan tinggi. Berikut tabel parameter dari elevasi (Tabel 6).

Tabel 6. Skor Parameter Elevasi

No	Elevasi	Skor
1	0-20 m	9
2	21-50 m	7
3	51-100 m	5
4	101-300 m	3
5	>300 m	1

Sumber : Haryani dkk, (2012); Kusumo & Nursari, (2016); Aziza dkk., (2021)

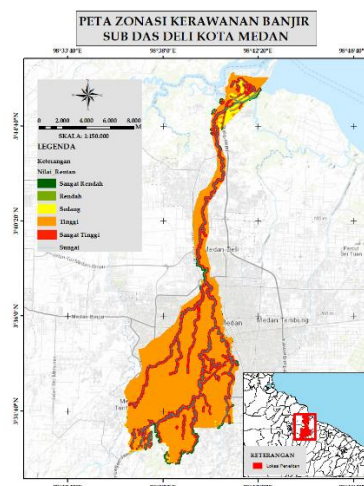
Berikut merupakan peta kelas elevasi yang ada pada DAS Deli, Kota Medan.



Gambar 6 peta kelas elevasi

Zonasi Kerawanan Banjir DAS Deli

Setelah melakukan pengolahan data dan pembuatan peta parameter terkait dengan peta zonasi kerawanan banjir, didapati peta prediksi zonasi kerawanan banjir di DAS Deli Kota Medan seperti dibawah ini.



Gambar 7 peta zonasi kerawanan banjir kota medan

Dari peta diatas dapat dilihat bahwa ada 5 pembagian kelas mengenai prediksi zonasi kerawana banjir yang ada di DAS Deli, Kota Medan. Khususnya, tempat dengan kemungkinan banjir yang sangat tinggi diberi warna merah. Sangat rendah ditandai dengan

warna hijau tua, rendah dengan warna hijau muda, sedang dengan warna kuning, sedang dengan warna jingga, dan seterusnya.

Kita juga dapat mengamati bahwa terdapat prakiraan kerentanan yang signifikan terhadap banjir di DAS Deli Kota Medan. Hal ini disebabkan karena hampir seluruh kota Medan merupakan lokasi dataran rendah, dan wilayah dataran rendah rawan terhadap bencana banjir.

Kemudian jika dicermati peta yang ditampilkan sebelumnya, terlihat bahwa wilayah yang berada di dekat sungai diperkirakan sangat rentan terhadap banjir. Hal ini disebabkan karena daerah yang berada di sekitaran sungai merupakan daerah yang pertama kali terkena dampak bila sungai ayang ada di daerah tersebut meluap. Maka dari itu, prediksi di wilayah ini mendapatkan kelas yang ditandai dengan warna merah yaitu "Sangat Tinggi"

SIMPULAN

Penelitian ini telah memetakan zonasi potensi banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli Kota Medan dengan menggunakan sistem informasi geografis (GIS). Studi ini mencoba memberikan gambaran umum mengenai risiko banjir di wilayah tersebut dengan menggunakan variabel ketinggian, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan jarak wilayah dari sungai. Tingkat kerentanan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng yang curam, tekstur tanah yang sangat halus, penggunaan lahan yang mencegah infiltrasi, kedekatan dengan sungai, dan ketinggian rendah.

Melalui penelitian ini, kita dapat menyimpulkan bahwa DAS Deli, Kota Medan, memiliki tingkat kerawanan banjir yang "Tinggi". Oleh karena itu, diperlukan pekerjaan lebih lanjut pengelolaan tata ruang, perencanaan infrastruktur, dan peringatan dini guna mengurangi risiko dan dampak banjir di wilayah ini. Penerapan strategi mitigasi dan penanganan yang efektif dapat membantu melindungi masyarakat, ekonomi, dan lingkungan dari dampak negatif banjir di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoso, Wignyo. 2018. "Manajemen Bencana : Pengantar & Isu-Isu Strategis." In Jakarta : Bumi Aksara.
- Aini, Anisah. 2018. "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS." *Jurnal STMIK AMIKOM Yogyakarta* 2: 18. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33004787/02_-_STMIK_AMIKOM_Yogyakarta_Sistem_Informasi_Geografi_Pengertian_dan_Pemanfaatannya-libre.pdf?1393934722=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSISTEM_INFORMASI_GEOGRAFIS_PENGETERIAN_DA.pdf&Expire.
- Aminudin. 2013. *Mitigasi Dan Kesiapsiagaan Bencana Alam*. Bandung: Angkasa Bandung.
- Aqilla Abda Aliyu. 2023. "Penanggulangannya Berdasarkan Uu Penataan Ruang Dan Ruu." *Bencana Banjir : Pengertian Penyebab, Dampak Dan Usaha Penanggulangannya Berdasarkan Uu Penataan Ruang Dan Ruu Cipta Kerja Article* (May).
- BPBD Provinsi Jatim. 2023. "Banjir: Pengertian, Penyebab, Dan Dampaknya." *Internet*: 3. <https://web.bpbd.jatimprov.go.id/2023/10/19/banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/>.
- Delan, Cyrus. 2019. "Pemetaan Kawasan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG)." *Jurnal IPB* 2: 16.
- Dr. Hj. Sri Rahayu Pudjiastuti, M.Pd. 2019. "Mengantisipasi Dampak Bencana Alam." *Jurnal Ilmu Pendidikan* Vol. 10(Vol. 10 No. 2 (2019)): 1–14.
- ESRI. 1999. "Geographic Information System." *ESRI* 23(3213321): 165.
- Findayani. 2015. "Kesiapsiagaan Masyarakat Dalam Menanggulangi Banjir Di Kota Semarang."
- Harahap, Rumilla, Kemala Jeumpa, and Rachmat Mulyana. 2023. "EVALUASI BANJIR RANCANGAN DAS DELI DENGAN METODE HSS GAMA 1 DAN HSS SCS." : 121–24.

- Helena Abighail, Sarah, Iwan Kridasantausa (alm.), Mohammad Farid, and Idham Riyando Moe. 2022. "Pemodelan Banjir Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Di Daerah Aliran Sungai Ciliwung." *Jurnal Teknik Sipil* 29(1).
- Khambali. 2017. *Manajemen Penanggulangan Bencana*. Yogyakarta.
- Mardika, M Gilang Indra, and M Juang Renaldi Fiqri. 2023. "Studi Persebaran Banjir Menggunakan Software Hec-Ras 2d V6 . 2 Hulu Das Way Sekampung (Studi Kasus : Sungai Way." 12: 97–105.
- Miftahul Gea Alivia Putri, Ami Widya Pitaloka, Septia Rachma, Singgih Wulansari, Denisa Tri Wahyuningtyas, I Ketut Mahardika, and Baktiarso. 2023. "Presepsi Siswa SMA Dalam Peristiwa Banjir." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 9(2): 362–68.
- Puspitasari, Kunti. 2020. "Kapabilitas Dan Kepemimpinan Anies Baswedan Dalam Penanganan Banjir Jakarta." *Jurnal Ilmu Komunikasi* 18(2): 221.
- Rahmanto, Yuri, and Siti Hotijah. 2020. "LAMPUNG BERBASIS MOBILE." 1(3): 19–25.
- Rakuasa, Heinrich, Wulan Abdul Wahab, Ahmad Jaelani, and Muhamad Rinaldi. 2023. "Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta." *Pengabdian kepada Masyarakat* 3(Maret): 288–95.
- Rakuasa, Heinrich, Daniel A Sihasale, Marhelin C Mehdila, and Anelia P Wlary. 2022. "Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir Di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon." *Jurnal Geosains dan Remote Sensing* 3(2): 60–69.
- Sebastian, Lital. 2008. "Pendekatan Banjir Dan Penanggulangan Banjir." *Dinamika Teknik Sipil* 8: 162--169.
- Sugandhi, Nadhi et al. 2023. "Pemodelan Spasial Limpasan Genangan Banjir Dari DAS Ciliwung Di Kel. Kebon Baru Dan Kel. Bidara Cina DKI Jakarta." *Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 2(5): 1685–92.
- Sukanto. 2015. "Manajemen Antisipasi Bencana." In Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Suryo Haryani, Nanik et al. 2012. "Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang (Flood Hazard Model Using Remote Sensing Data in Sampang District)." *Jurnal Penginderaan Jauh* 9(1): 52–66.
- Teknologi, Jurnal et al. 2020. "Berdasarkan Rating Kota Bandar Lampung Berbasis Web." 1(2): 71–79.