

Pemetaan Genangan Banjir di Jalan TB. Simatupang, Jakarta Selatan oleh Unit Pengelola, Penyelidikan, Pengukuran dan Pengujian (UP4) Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta

Heinrich Rakuasa, Zainudin, Wulan Abdul Wahab, Kamiludin,
Ahmad Jaelani, Ramdhani, Muhamad Rinaldi

Unit Pengelola, Penyelidikan, Pengukuran dan Pengujian (UP4), Dinas Sumber Daya Air, DKI Jakarta

*e-mail: heinrichrakuasa14@gmail.com

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
19.02.2023	23.02.2023	30.02.2023	14.03.2023

Abstract: The flood that occurred on Jalan TB Simatupang on 7 February 2023 was caused by the high intensity of rainfall this month and the presence of drains that were clogged with garbage or other materials which could hinder the flow of water into the Krukut River, so that the water could not flow smoothly and inundate Jalan TB. Simatupang, South Jakarta. The Measurement and Test Investigation Management Unit (UPPP) of the DKI Jakarta Provincial Water Resources Service has the task of identifying and modeling the flood inundation that occurs. The purpose of this activity is to carry out spatial modeling of flood inundation overflows from the Krukut watershed and canals on Jalan Simatupang, South Jakarta. This study uses the Float Inundation method which is a modification of the Tsunami Inundation method. The data used are LiDAR data and aerial photographs. The variables used include slope, surface roughness index obtained from land cover, flood inundation height at that time and canal and river data. The modeling results show that the flood inundation runoff that occurs with a height of up to 60 cm has an area of 7.76 ha and in general the areas that are flooded are highway areas close to waterways. The results of this modeling can be used for development planning, flood management, increased preparedness and development of early warning systems.

Keywords: Flood, Float Inundation, LiDAR, Flood modeling

Abstrak: Banjir yang terjadi di Jalan TB Simatupang tanggal 7 februari 2023 disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi sebulan ini serta adanya saluran air yang tersumbat oleh sampah atau material lainnya dapat menghambat aliran air ke Kali Krukut, sehingga air tidak bisa mengalir dengan lancar dan menggenangi jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Unit Pengelola Penyelidikan Pengukuran dan Pengujian (UPPP) Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta memiliki tugas untuk menganalisis dan memodelkan genangan banjir yang terjadi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk melakukan pemodelan spasial luapan genangan banjir dari DAS Krukut dan saluran di Jalan Simatupang, Jakarta Selatan. Penelitian ini menggunakan metode *Flood Inundation* yang merupakan modifikasi dari metode *Tsunami Inundation*. Data yang digunakan yaitu data LIDAR dan foto udara. Variabel yang digunakan diantaranya kemiringan lereng, indeks kekasaran permukaan yang diperoleh dari tutupan lahan, ketinggian genangan banjir waktu itu dan data saluran dan sungai. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa limpasan genangan banjir yang terjadi dengan ketinggian hingga 60 cm memiliki luasan sebesar 7,76 ha dan pada umum daerah yang tergenang banjir adalah daerah jalan raya yang dekat dekat saluran air. Hasil pemodelan ini dapat digunakan untuk perencanaan pembangunan, penanganan banjir, peningkatan kesiapsiagaan dan pengembangan sistem peringatan dini.

Kata kunci: Banjir, *Flood Inundation*, LIDAR, Pemodelan banjir

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi membuat meningkatnya frekuensi kejadian bencana alam di Indonesia diantaranya banjir (Klipper et al., 2021). Banjir merupakan salah satu bencana yang paling merugikan, terutama di kota-kota seperti Jakarta, karena berdampak pada sejumlah besar penduduk seperti kerugian material akibat kerusakan harta benda akibat genangan banjir dan penyakit akibat degradasi sanitasi di daerah yang tergenang (Indra Riyanto et al., 2022).

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan air pada daerah datar di sekitar sungai akibat luapan air sungai yang tidak dapat ditampung oleh sungai (Rakuasa et al., 2022). Banjir juga merupakan masalah lingkungan yang selalu terjadi sepanjang tahun di berbagai kota di Indonesia. dikarenakan banyak sungai besar yang melewati sebagian besar kota-kota di pulau Jawa. Geomorfologi beberapa kota-kota di pesisir utara Pulau Jawa seperti Jakarta, Semarang, dan Surabaya berada pada wilayah dataran rendah pada ketinggian yang rendah dimana terbentuk akibat aktivitas *fluvial*, *fluviomarine*, dan pesisir (Tambunan, 2017). Karakteristik geomorfologi ini yang memicu terjadinya banjir akibat dari meluapnya air sungai (Yohana et al., 2017).

Peristiwa banjir bukan merupakan hal yang baru terjadi pada suatu wilayah perkotaan (Rakuasa et al., 2022). Banjir terjadi hampir setiap tahun di Jakarta saat musim hujan dan hal ini dianggap mengkhawatirkan karena skala dampak banjir telah meningkat pesat dalam beberapa dekade terakhir (Faiza Amira et al., 2020). DKI Jakarta merupakan suatu wilayah perkotaan yang memiliki siklus banjir tahunan yang diakibatkan curah hujan yang tinggi dan buruknya kondisi sungai (Priambodo et al., 2018; Riyanto et al., 2019). dan tidak diimbangi dengan penyerapan air yang baik sehingga air meluap menimbulkan bencana banjir (Tambunan, 2018; Rana et al., 2021).

Banjir yang terjadi di permukiman padat penduduk dan kemudian berasosiasi dengan dampak dan risiko sosial yang terjadi akibat dari banjir menjadi salah satu subjek yang menarik untuk diteliti (Rakuasa & Latue, 2023). Badan Nasional penanggulangan Bencana (BNPB) merumuskan sebuah perhitungan kerentanan sosial yang berlaku umum dan dapat digunakan untuk seluruh jenis bencana alam yang ada di Indonesia sehingga dapat diimplementasikan ke dalam analisis banjir terhadap kerentanan sosial penduduk di wilayah terdampak. Beberapa sungai di Jakarta diketahui terdampak oleh kejadian ekstrim. Pemodelan spasial genangan banjir merupakan salah satu aspek penting dalam pengurangan risiko bencana untuk peristiwa saat ini dan masa depan (Antony et al., 2021; Andersen, 2018).

Dilansir dari *Kompas.Com*, curah hujan deras yang mengguyur DKI Jakarta pada tanggal 7 Februari 2023 membuat sejumlah ruas jalan di Jakarta Selatan, terendam banjir. Banjir di antaranya menggenangi Jalan TB Simatupang dan Fatmawati setinggi 60 cm (Nurchayo, 2023). Pada umumnya penyebab banjir sekitaran Jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan disebabkan oleh beberapa factor, yakni: (1) Curah hujan yang tinggi: Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan air mengalir dengan deras dan menggenangi jalan, terutama jika sistem drainase atau saluran air tidak mampu menampung volume air yang tinggi, (2) Saluran drainase yang tersumbat: Saluran drainase atau selokan yang tersumbat oleh sampah atau material lainnya dapat menghambat aliran air, sehingga air tidak bisa mengalir dengan lancar dan menggenangi jalan. (3) Tingginya intensitas pembangunan: Pembangunan di daerah sekitar jalan Simatupang dapat mengurangi lahan resapan air, sehingga air hujan tidak bisa meresap ke tanah dengan baik dan mengalir ke saluran air atau jalan. (4) Letak geografis: Jalan Simatupang terletak di daerah rendah yang berdekatan dengan sungai, sehingga jika sungai tersebut meluap akibat curah hujan yang tinggi, maka air akan meluap ke jalan Simatupang, dan (5) Perubahan iklim: Perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem seperti hujan lebat dapat menyebabkan banjir di jalan Simatupang.

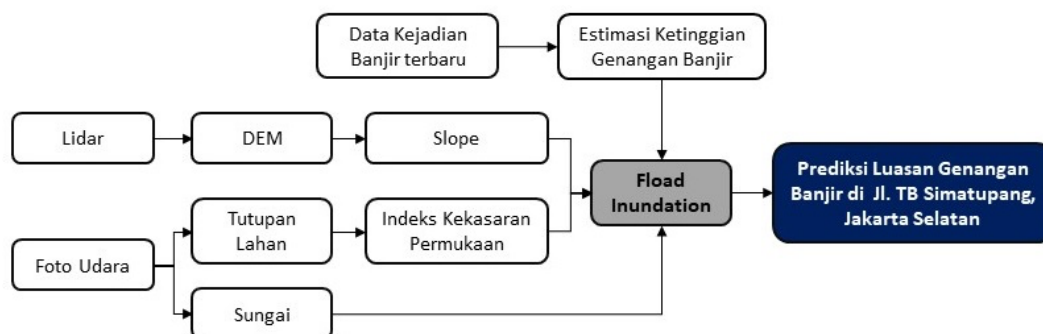
Dalam hal ini, pemerintah setempat perlu melakukan tindakan preventif seperti memperbaiki sistem drainase, mengatur pola pembangunan yang sesuai dengan kondisi geografis, serta melakukan kampanye untuk menjaga lingkungan agar tidak terjadi penyumbatan saluran air. Salah satu bentuk upaya mitigasi yang dilakukan oleh Unit Pengelola Penyelidikan Pengukuran dan Pengujian (UPPP) Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta yaitu dengan melakukan pemodelan spasial genangan banjir di Jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Pemodelan spasial dalam penelitian ini akan menggunakan analisis *Flood Inundation* yang merupakan modifikasi dari metode *Tsunami Inundation* yang dikembangkan Berryman, (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian banjir per 1 m jarak ketinggian genangan berdasarkan nilai jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Tujuan kegiatan ini adalah untuk melakukan pemodelan spasial luapan genangan banjir dari DAS Krukut dan saluran di Jalan Simatupang, Jakarta Selatan. Sasaran yang akan dicapai adalah diperolehnya data hasil pemodelan genangan banjir yang terjadi di Jalan Simatupang, Jakarta Selatan menggunakan data LIDAR yang dapat dijadikan data dasar untuk mendukung upaya perencanaan, pemantauan dan evaluasi kejadian banjir di DKI Jakarta

2. METODE

2.1. Tahap Persiapan

Pelaksanaan pekerjaan analisis genangan banjir di Jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan dilakukan dalam beberapa tahapan diantaranya tahap persiapan serta pengumpulan data dan

pengolahan data (analisis genangan banjir). Alur Kerja kegiatan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.1. dan dokumentasi kegiatan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1. Alur pikir

Pada tahap persiapan serta pengumpulan dilakukan dengan mengumpulkan data foto udara, data LIDAR, serta informasi terkait kejadian banjir di jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Variabel yang digunakan diantaranya kemiringan lereng, indeks kekasaran permukaan yang diperoleh dari tutupan lahan, ketinggian genangan banjir waktu itu dan data saluran dan sungai. Tahap pengolahan dan analisis data dilakukan di *software* Arc GIS 10.8 yang terdiri dari proses Interpersasi dan digitasi tutupan lahan, dan proses analisis genangan menggunakan tols *Flood Inundation* pada Software Arc GIS dan proses perhitungan luasan genangan



Gambar 2.2. Dokumentasi kegiatan

2.2. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam kegiatan ini terdiri dari analisis kemiringan lereng, digitasi tutupan lahan dan pemodelan banjir. Pemodelan spasial dalam penelitian ini menggunakan analisis *Flood Inundation* yang merupakan modifikasi dari metode *Tsunami Inundation* yang dikembangkan Berryman, (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian banjir per 1 m jarak ketinggian genangan berdasarkan nilai jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Perhitungan matematis dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

$$H_{loos} = \left(\frac{167n^2}{H_0^{1/3}} \right) + 5 \sin S$$

Dimana :

H_{loos} : Kehilangan ketinggian banjir per 1 m jarak inundasi

n : Koefisien kekasaran permukaan

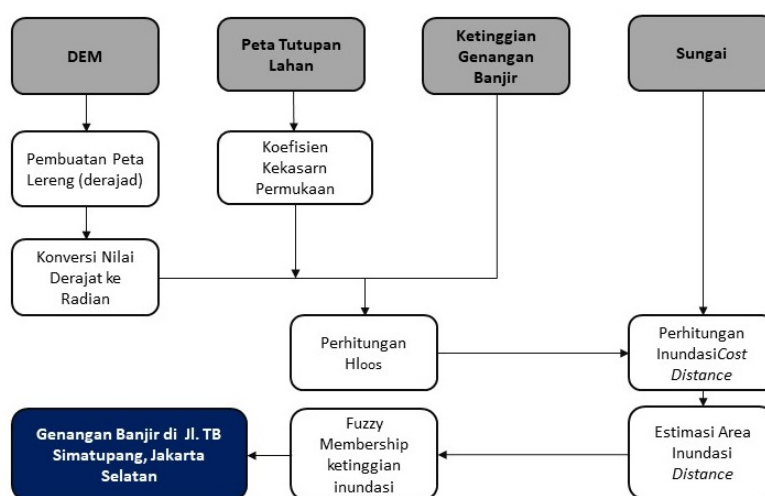
H_0 : Ketinggian genangan dari sungai & saluran (m)

S : Besarnya lereng permukaan (derajat)

Parameter ketinggian genangan banjir sungai dan saluran di TB Simatupang, Jakarta Selatan mengacu pada ketinggian genangan pada tanggal 7 Februari 2023. Parameter kemiringan lereng dihasilkan dari pengolahan data DEM LIDAR dan koefisien kekasaran permukaan dihasilkan dari data tutupan lahan (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Koefisien kekasaran berdasarkan Jenis tutupan lahan

Jenis Tutupan Lahan	Nilai Koefisien Kekasaran
Badan Air	0.007
Semak Belukar	0.047
Hutan	0.070
Kebun/Perkebunan	0.035
Lahan Kosong/Terbuka	0.015
Lahan Pertanian	0.025
Permukiman/LahanTerbangun	0.045
Mangrove	0.025
Tambak/Empan	0.010



Gambar 2.2. Alur analisis data

Berdasarkan Gambar 2.2. dan Gambar 2.1. pengolahan dan analisis data dimulai dari pengolahan data LIDAR menjadi data DEM (*Digital elevation model*) yang kemudian nantinya diolah menjadi data kemiringan lereng, data foto udara kemudian dilakukan Interpretasi dan digitasi untuk menghasilkan peta tutupan lahan yang nantinya sebagai dasar untuk analisis Koefisien kekasaran permukaan daratan. Data DEM, data kekasaran permukaan, ketinggian genangan banjir tertanggal 7 Februari 2023 yakni 60 cm, sungai serta saluran kemudian dianalisis menggunakan perhitungan Inundasi Cost Distance untuk mengetahui *estimasi inundasi distance*, kemudian dianalisis lagi menggunakan Fuzz Membership ketinggian limpasan banjir untuk menghasilkan sebaran limpasan genangan banjir di Jln. TB. Simatupang, Jakarta Selatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

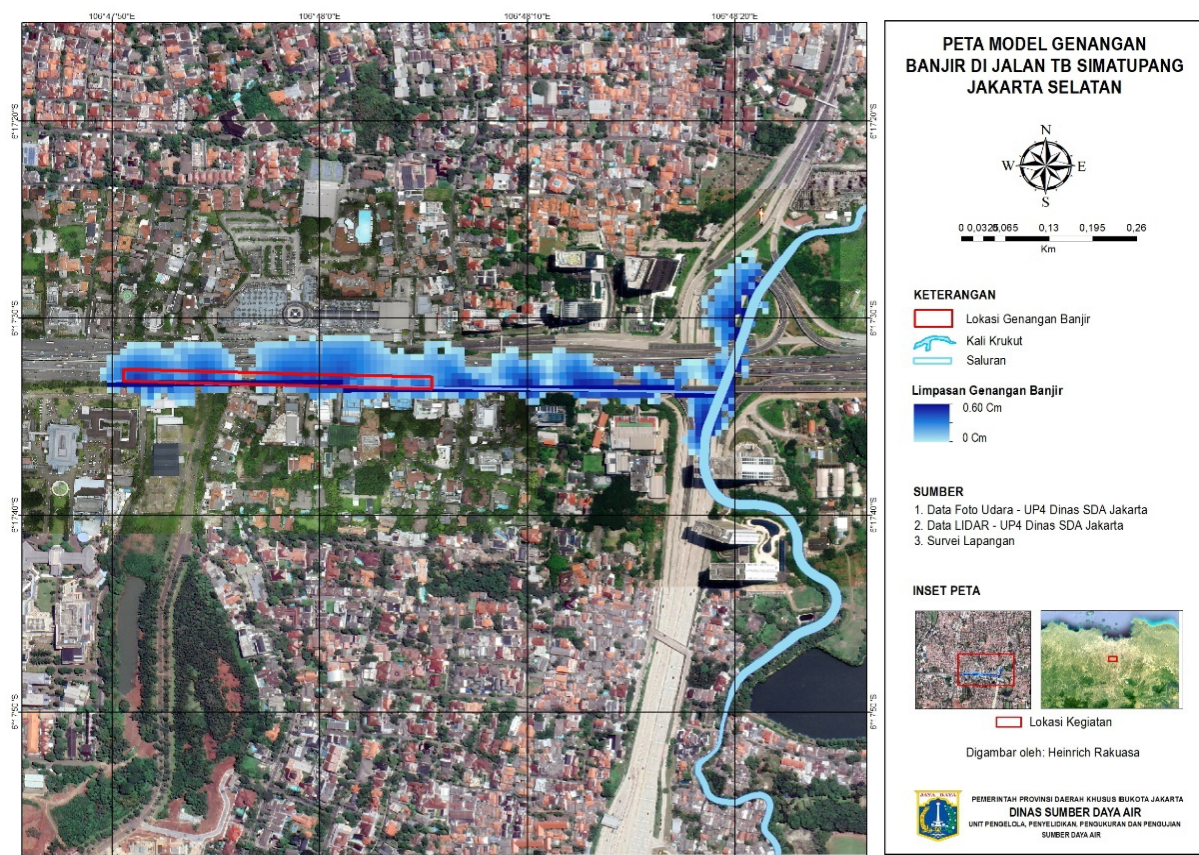
Berdasarkan hasil survei lapangan dan pemodelan limpasan genangan banjir di Jln. TB Simatupang, Jakarta Selatan diketahui bahwa ada beberapa faktor yang menyebabkan daerah tersebut sering tergenang banjir yaitu :

1. Curah hujan yang tinggi: Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan air mengalir dengan deras dan menggenangi jalan, terutama jika sistem drainase atau saluran air tidak mampu menampung volume air yang tinggi,
2. Saluran drainase yang tersumbat: Saluran drainase atau selokan yang tersumbat oleh sampah atau material lainnya dapat menghambat aliran air, sehingga air tidak bisa mengalir dengan lancar dan menggenangi jalan.

3. Tingginya intensitas pembangunan: Pembangunan di daerah sekitar jalan Simatupang dapat mengurangi lahan resapan air, sehingga air hujan tidak bisa meresap ke tanah dengan baik dan mengalir ke saluran air atau jalan.
4. Letak geografis: Jalan Simatupang terletak di daerah rendah yang berdekatan dengan sungai, sehingga jika sungai tersebut meluap akibat curah hujan yang tinggi, maka air akan meluap ke jalan Simatupang.
5. Perubahan iklim: Perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem seperti hujan lebat dapat menyebabkan banjir di jalan Simatupang.

Dalam hal ini, pemerintah setempat perlu melakukan tindakan preventif seperti memperbaiki sistem drainase, mengatur pola pembangunan yang sesuai dengan kondisi geografis, serta melakukan kampanye untuk menjaga lingkungan agar tidak terjadi penyumbatan saluran air. Salah satu bentuk upaya mitigasi yang dilakukan oleh Unit Pengelola Penyelidikan Pengukuran dan Pengujian (UPPP) Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta yaitu dengan melakukan pemodelan spasial genangan banjir di Jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Pemodelan spasial dalam penelitian ini akan menggunakan analisis *Flood Inundation* yang merupakan modifikasi dari metode *Tsunami Inundation* yang dikembangkan Berryman, (2006) berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian banjir per 1 m jarak ketinggian genangan berdasarkan nilai jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa limpasan genangan banjir yang terjadi dengan ketinggian hingga 60 cm memiliki luasan sebesar 7,76 ha dan pada umum daerah yang tergenag banjir adalah daerah jalan raya yang dekat dengan saluran air. Saluran drainase atau selokan yang tersumbat oleh sampah atau material lainnya dapat menghambat aliran air ke Kali Krukut, sehingga air tidak bisa mengalir dengan lancar dan menggenangi jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Hasil pemodelan genangan banjir di Jln. TB Simatupang, Jakarta Selatan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Peta model genangan banjir di Jln. TB Simatupang, Jakarta Selatan

Hasil pemodelan genangan banjir di DKI Jakarta diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Perencanaan Pembangunan: Hasil pemodelan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pembangunan infrastruktur yang dapat membantu mengurangi dampak banjir seperti pembuatan saluran drainase, konstruksi bangunan yang sesuai dengan ketinggian permukaan air, dan sistem pengaturan air.
2. Penanganan Bencana: Pemahaman yang lebih baik tentang area-area yang rentan terhadap banjir dapat membantu pihak berwenang dalam penanganan bencana banjir, seperti mengirimkan bantuan kemanusiaan dan melakukan evakuasi pada warga yang tinggal di area terdampak.
3. Peningkatan Kesiapsiagaan: Dengan memodelkan banjir, pihak berwenang dapat mengidentifikasi daerah-daerah yang mungkin terkena dampak terburuk dari banjir dan melakukan persiapan yang diperlukan seperti mempersiapkan alat-alat penyelamatan dan logistik.
4. Pengembangan Sistem Peringatan Dini: Informasi tentang pemodelan banjir dapat digunakan untuk mengembangkan sistem peringatan dini bagi warga dan pihak berwenang. Dengan informasi yang akurat tentang potensi banjir, warga dapat mempersiapkan diri dan pihak berwenang dapat memobilisasi sumber daya secara tepat waktu.
5. Evaluasi Dampak Perubahan Lingkungan: Pemodelan genangan banjir dapat membantu dalam mengevaluasi dampak perubahan lingkungan seperti perubahan tata guna lahan, deforestasi, atau perubahan iklim pada potensi banjir di masa depan. Hal ini dapat membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan dalam mengatasi perubahan lingkungan.

Berikut ini beberapa upaya umum yang dapat dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat untuk mencegah banjir diantaranya:

1. Pembangunan Infrastruktur - Pembangunan infrastruktur seperti drainase, embung, dan waduk yang berfungsi untuk menampung air hujan yang berlebih. Pemerintah dapat melakukan perbaikan dan peningkatan sistem drainase yang sudah ada, serta membangun sistem drainase baru di daerah yang masih kekurangan.
2. Peningkatan Kapasitas Resapan Air - Membangun taman-taman kota, ruang terbuka hijau, dan lahan terbuka lainnya yang berfungsi sebagai resapan air. Ini dapat membantu menyerap air hujan dan mengurangi debit air di sungai dan saluran pembuangan.
3. Penataan Lahan - Pengaturan tata guna lahan yang tepat dapat membantu mencegah banjir. Pemerintah dapat membatasi pembangunan di daerah resapan air dan memperketat aturan pembangunan bangunan di daerah-daerah yang rawan banjir.
4. Peningkatan Kesadaran Masyarakat - Mengedukasi masyarakat tentang cara mengelola sampah dengan benar, dan membuangnya pada tempat yang sesuai untuk mencegah saluran air tersumbat. Mengajarkan masyarakat untuk tidak membuang sampah di sungai, kanal, dan selokan.
5. Peningkatan Sistem Monitoring - Pemerintah dapat memperbarui dan meningkatkan sistem pemantauan cuaca dan kondisi sungai yang lebih akurat dan real-time. Ini dapat membantu pemerintah dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam menangani banjir.
6. Penyediaan Alat Pelindung Banjir - Pemerintah dapat menyediakan alat pelindung banjir seperti sandbag dan pompa air kepada masyarakat. Hal ini dapat membantu masyarakat dalam melakukan tindakan pencegahan banjir pada saat terjadi.
7. Peningkatan Sistem Peringatan Dini - Pemerintah dapat meningkatkan sistem peringatan dini dengan menggunakan teknologi modern seperti SMS, notifikasi push, dan aplikasi seluler. Ini dapat membantu masyarakat untuk mempersiapkan diri sebelum terjadinya banjir dan menghindari risiko bahaya.

Tentunya masih banyak upaya lain yang dapat dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat untuk mencegah banjir. Namun, upaya di atas dapat menjadi dasar untuk memulai penanganan banjir di DKI Jakarta.

Pemetaan banjir merupakan bentuk pengabdian masyarakat dalam bentuk kegiatan teknis yang dilakukan oleh Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta sebagai bagian dari upaya mitigasi banjir. Pemetaan banjir dapat menjadi dasar bagi Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta dalam merencanakan kegiatan pengabdian masyarakat yang lebih efektif. Dengan mengetahui daerah-daerah yang rawan terkena banjir, Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta dapat menentukan prioritas kegiatan pengabdian masyarakat di daerah tersebut, serta memperkirakan jenis dan jumlah bantuan yang dibutuhkan oleh masyarakat setempat dalam menghadapi banjir.

Pemetaan banjir adalah salah satu upaya mitigasi banjir dalam bentuk pengabdian masyarakat yang penting dilakukan oleh Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta. Pemetaan banjir dapat membantu mengidentifikasi daerah-daerah yang rawan terkena banjir, sehingga dapat diambil tindakan-tindakan pencegahan dan mitigasi yang tepat. Dalam pemetaan banjir, Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta dapat menggunakan berbagai teknologi dan metode, seperti penginderaan jauh (*remote sensing*) melalui citra satelit, pemantauan kondisi cuaca, serta pengumpulan data lapangan. Data-data tersebut kemudian dapat diolah dan dianalisis untuk menghasilkan peta banjir yang akurat. Dengan adanya pemetaan banjir, Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta dapat mengambil tindakan-tindakan seperti pengerukan sungai dan saluran air, pembangunan tanggul, pengaturan tata air, dan peningkatan sistem drainase. Hal ini diharapkan dapat mengurangi risiko banjir dan kerugian yang ditimbulkan.

4. KESIMPULAN

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa limpasan genangan banjir yang terjadi dengan ketinggian hingga 60 cm memiliki luasan sebesar 7,76 ha dan pada umum daerah yang tergenag banjir adalah daerah jalan raya yang dekat dekat saluran air. Saluran drainase atau selokan yang tersumbat oleh sampah atau material lainnya dapat menghambat aliran air ke Kali Krukut, sehingga air tidak bisa mengalir dengan lancar dan menggenangi jalan TB Simatupang, Jakarta Selatan. Pemetaan bahaya banjir sangat bermanfaat sebagai langkah awal dalam upaya mitigasi bencana diantaranya dapat mengidentifikasi daerah rawan banjir, menentukan prioritas penanganan banjir, mengevaluasi efektivitas tindakan mitigasi serta dapat menjadi alat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya banjir dan pentingnya tindakan pencegahan. Dengan memahami daerah-daerah yang rawan terkena banjir, masyarakat dapat lebih waspada dan siap menghadapi banjir dengan lebih baik. Upaya umum yang dapat dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat untuk mencegah banjir diantaranya: Pembangunan Infrastruktur, Peningkatan Kapasitas Resapan Air, Penataan Lahan, Peningkatan Kesadaran Masyarakat, Peningkatan Sistem Monitoring dan Peningkatan Sistem Peringatan Dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, D. C. (2018). Flood effects on soil thermal regimes in contrasting cold-desert river floodplains (Yampa and Green rivers, Colorado). *Ecohydrology*, 11(4). <https://doi.org/10.1002/eco.1939>
- Antony, R., Rahiman, K. U. A., & Vishnudas, S. (2021). *Flood Hazard Assessment and Flood Inundation Mapping—A Review* (pp. 209–218). https://doi.org/10.1007/978-981-15-8151-9_20
- Dzaky Nurcahayo. (2023). *Jalan RS Fatmawati hingga TB Simatupang Terendam Banjir, Lalu Lintas Tersendat*. Kompas.Com. <https://megapolitan.kompas.com/read/2023/02/07/16280291/jalan-rs-fatmawati-hingga-tb-simatupang-terendam-banjir-lalu-lintas>
- Faiza Amira, R., Surjandari, I., & Laoh, E. (2020). Jakarta Flood Risk Mapping Using Index-based Approach and Spatial Analysis. *2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICISS50791.2020.9307583>
- Heinrich Rakuasa, Daniel A Sihasale, Marhelin C Mehdila, A. P. W. (2022). Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.80>
- Klipper, I. G., Zipf, A., & Lautenbach, S. (2021). Flood Impact Assessment on Road Network and Healthcare Access

- at the example of Jakarta, Indonesia. *AGILE: GIScience Series*, 2, 1–11. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-2-4-2021>
- Parlindungan Tambunan, M. (2018). Characteristic of rainfall in the flood period in DKI Jakarta in 1996, 2002, and 2007. *MATEC Web of Conferences*, 229, 02012. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822902012>
- Priambodo, I., Tambunan, M. P., & Kusratmoko, E. (2018). Spatial and statistical analysis on the cause of flooding in Northwest Jakarta floodplain (Kapak and Penjaringan Districts). *MATEC Web of Conferences*, 229, 04008. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822904008>
- Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 19(2), 73–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jg.v19i2.34240>
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). ANALISIS SPASIAL DAERAH RAWAN BANJIR DI DAS WAE HERU, KOTA AMBON. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>
- Rana, I. A., Asim, M., Aslam, A. B., & Jamshed, A. (2021). Disaster management cycle and its application for flood risk reduction in urban areas of Pakistan. *Urban Climate*, 38, 100893. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100893>
- Riyanto, I., Margatama, L., Arief, R., Sudiana, D., & Sudibyo, H. (2019). Pesanggrahan River Watershed Flood Potential Mapping in South and West Jakarta with LiDAR Data Segmentation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1201(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1201/1/012028>
- Riyanto, I., Rizkinia, M., Arief, R., & Sudiana, D. (2022). Three-Dimensional Convolutional Neural Network on Multi-Temporal Synthetic Aperture Radar Images for Urban Flood Potential Mapping in Jakarta. *Applied Sciences*, 12(3), 1679. <https://doi.org/10.3390/app12031679>
- Tambunan, M. P. (2017). The pattern of spatial flood disaster region in {DKI} Jakarta. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 56(1), 12014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/56/1/012014>
- Yohana, C., Griandini, D., & Muzambeq, S. (2017). Penerapan Pembuatan Teknik Lubang Biopori Resapan Sebagai Upaya Pengendalian Banjir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, 1(2), 296–308. <https://doi.org/10.21009/JPMM.001.2.10>