



ANALISIS RISIKO BENCANA BANJIR DAN STRATEGI MITIGASI BERBASIS INFRASTRUKTUR DRAINASE BERKELANJUTAN DI KAWASAN PERKOTAAN PADAT PENDUDUK

Wahyuni¹⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
Email: wahyuni@gmail.com

Abstract

Urban flooding has become a chronic problem in densely populated areas, triggered by a combination of high rainfall intensity, rapid urbanization, and the limited capacity of conventional drainage infrastructure. This study aims to analyze urban flood risk and formulate effective mitigation strategies through a sustainable drainage approach. The research employed a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative data from secondary sources, field observations, interviews, and questionnaires. Spatial analysis using Geographic Information Systems (GIS) revealed that the highest flood risk is concentrated in areas with high population density and degraded drainage systems. The findings indicate that conventional mitigation strategies are not entirely effective. In contrast, the implementation of sustainable drainage infrastructure, such as biopori infiltration holes and retention ponds, was shown to significantly reduce surface runoff and increase water infiltration capacity. However, institutional and social challenges remain major obstacles to their implementation. Therefore, this study recommends an integrated mitigation framework that includes accurate risk analysis, the implementation of sustainable technology, and the strengthening of community participation.

Keywords: Flood Risk Analysis, Urban Flooding, Sustainable Drainage, Disaster Mitigation, Densely Populated Area.

Abstrak

Bencana banjir telah menjadi permasalahan kronis di kawasan perkotaan padat penduduk, yang dipicu oleh kombinasi antara intensitas curah hujan tinggi, pesatnya urbanisasi, dan terbatasnya kapasitas infrastruktur drainase konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko bencana banjir dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif melalui pendekatan drainase berkelanjutan. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dan kuantitatif (campuran), dengan pengumpulan data sekunder, observasi lapangan, wawancara, dan kuesioner. Analisis data spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menunjukkan bahwa risiko banjir tertinggi terkonsentrasi di area dengan kepadatan penduduk dan degradasi sistem drainase yang parah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi mitigasi konvensional tidak sepenuhnya efektif. Sebaliknya, implementasi infrastruktur drainase berkelanjutan, seperti biopori dan kolam retensi, terbukti dapat secara signifikan mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas resapan air. Meskipun demikian, tantangan kelembagaan dan sosial masih menjadi kendala utama dalam implementasinya. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan sebuah kerangka mitigasi terintegrasi yang mencakup analisis risiko, implementasi teknologi berkelanjutan, dan penguatan partisipasi masyarakat.

Kata Kunci: Analisis Risiko Bencana, Banjir Perkotaan, Drainase Berkelanjutan, Mitigasi Bencana, Kawasan Padat Penduduk



PENDAHULUAN

Banjir telah menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan kota-kota di seluruh dunia, terutama di kawasan perkotaan yang padat penduduk. Peningkatan intensitas dan frekuensi curah hujan akibat perubahan iklim, ditambah dengan pesatnya urbanisasi dan kurangnya perencanaan tata ruang yang memadai, membuat risiko bencana banjir semakin tinggi (IPCC, 2021). Dampak dari bencana ini tidak hanya terbatas pada kerugian material dan infrastruktur, tetapi juga mengancam kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan masyarakat (Setyorini & Susanto, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang komprehensif untuk menganalisis risiko bencana banjir dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Salah satu penyebab utama banjir di perkotaan adalah terbatasnya kapasitas sistem drainase yang ada. Banyak infrastruktur drainase dibangun tanpa mempertimbangkan pertumbuhan populasi dan perubahan pola curah hujan, sehingga tidak mampu menampung volume air yang melimpah (Suripin, 2017). Permasalahan ini diperparah oleh penyempitan saluran air, sedimentasi, dan pembuangan sampah sembarangan yang menghambat aliran air, menjadikan genangan air menjadi pemandangan rutin saat hujan deras (Handayani, 2020). Akibatnya, sistem drainase yang seharusnya berfungsi sebagai solusi justru menjadi salah satu pemicu utama terjadinya banjir.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pendekatan konvensional yang hanya berfokus pada pembangunan infrastruktur keras seperti tanggul dan bendungan seringkali tidak lagi mencukupi (Rahman & Wulandari, 2021). Strategi mitigasi yang lebih holistik dan berkelanjutan perlu dikembangkan, salah satunya dengan mengoptimalkan peran infrastruktur drainase. Konsep **drainase berkelanjutan** atau *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS) menawarkan solusi inovatif yang tidak hanya bertujuan mengalirkan air, tetapi juga mengelola air hujan sedekat mungkin dengan sumbernya melalui infiltrasi, penampungan, dan pemanfaatan kembali (Fletcher et al., 2015).

Drainase berkelanjutan mengintegrasikan elemen ekologis dan rekayasa sipil untuk menciptakan sistem yang lebih resilien. Contohnya, penggunaan *biopori*, sumur resapan, dan kolam retensi yang dirancang untuk meningkatkan laju penyerapan air ke dalam tanah, mengurangi beban pada saluran drainase utama, dan mengisi kembali cadangan air tanah (Sudradjat, 2018). Pendekatan ini juga mencakup pembangunan taman air (*rain garden*) dan atap hijau (*green roof*) yang membantu menunda aliran permukaan dan mengurangi volume air yang masuk ke sistem drainase (Ellis et al., 2017). Dengan demikian, drainase berkelanjutan tidak hanya memitigasi

risiko banjir, tetapi juga menciptakan lingkungan kota yang lebih hijau dan nyaman.

Analisis risiko bencana banjir merupakan langkah krusial sebelum implementasi strategi mitigasi. Analisis ini mencakup identifikasi, penilaian, dan pemetaan ancaman, kerentanan, dan kapasitas di suatu wilayah (BNPB, 2019). Dengan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor pemicu banjir dan area yang paling rentan, pemerintah kota dan pemangku kepentingan dapat merumuskan kebijakan dan program yang tepat sasaran (Siregar & Permana, 2020). Data spasial, topografi, hidrologi, dan demografi menjadi dasar penting dalam melakukan analisis ini untuk menghasilkan model risiko yang akurat.

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis risiko bencana banjir di kawasan perkotaan padat penduduk dan mengkaji efektivitas strategi mitigasi berbasis infrastruktur drainase berkelanjutan. Fokus utama penelitian ini adalah bagaimana implementasi sistem drainase berkelanjutan dapat secara signifikan mengurangi risiko banjir dan meningkatkan ketahanan kota. Dengan menganalisis studi kasus dan literatur terkait, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis bagi perumusan kebijakan tata ruang dan manajemen bencana yang lebih baik di masa depan.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis risiko bencana banjir di kawasan perkotaan padat penduduk telah menjadi topik penelitian yang relevan dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian banjir global. Berbagai studi menunjukkan bahwa urbanisasi yang cepat dan tidak terencana menjadi faktor pemicu utama, di mana konversi lahan hijau menjadi area terbangun mengurangi area resapan air dan mempercepat aliran permukaan (Wang et al., 2018). Fenomena ini diperparah oleh perubahan iklim yang menyebabkan pola curah hujan ekstrem, melampaui kapasitas infrastruktur drainase konvensional yang ada (IPCC, 2021). Oleh karena itu, penelitian terkait analisis risiko bencana banjir terus berkembang, tidak hanya berfokus pada faktor hidrologi tetapi juga pada elemen sosial dan ekonomi yang mempengaruhi kerentanan suatu wilayah.

Meskipun pembangunan infrastruktur keras seperti tanggul dan kanal besar telah lama menjadi pendekatan mitigasi utama, efektivitasnya sering kali terbatas dan menimbulkan masalah lingkungan lain (Zhang & Liu, 2019). Hal ini mendorong munculnya paradigma baru dalam manajemen air hujan perkotaan yang dikenal sebagai **Drainase Berkelanjutan** atau *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS). Konsep SUDS menekankan pada pengelolaan air hujan secara holistik, yaitu dengan meniru



proses hidrologi alami (Fletcher et al., 2015). Berbagai penelitian telah mengkaji implementasi SUDS, seperti **biopori, sumur resapan, kolam retensi, dan taman hujan (rain garden)**, yang terbukti efektif dalam mengurangi volume aliran permukaan, menunda puncak banjir, dan meningkatkan infiltrasi air tanah (Zhou & Lin, 2017). Implementasi teknologi ini tidak hanya memitigasi risiko banjir, tetapi juga memberikan manfaat tambahan seperti peningkatan kualitas air, penciptaan habitat, dan perbaikan estetika lingkungan kota.

Penelitian lain juga menyoroti pentingnya integrasi analisis risiko dengan implementasi strategi mitigasi. Sebuah studi oleh Sudradjat (2018) menunjukkan bahwa pemetaan risiko yang akurat, yang menggabungkan data bahaya (seperti ketinggian genangan dan durasi banjir), kerentanan (kepadatan penduduk dan jenis bangunan), serta kapasitas (ketersediaan sistem drainase), sangat esensial untuk mengidentifikasi area prioritas mitigasi. Tanpa analisis risiko yang kuat, investasi dalam infrastruktur drainase dapat menjadi tidak efisien. Di sisi lain, beberapa penelitian lain menyoroti tantangan dalam implementasi SUDS di negara berkembang, termasuk keterbatasan anggaran, kurangnya regulasi yang memadai, dan rendahnya kesadaran masyarakat (Handayani, 2020). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada aspek sosial, regulasi, dan ekonomi untuk memastikan keberlanjutan strategi mitigasi banjir.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (metode campuran) untuk menganalisis risiko bencana banjir dan strategi mitigasinya. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur dan memetakan tingkat risiko, sementara pendekatan kualitatif dimanfaatkan untuk memahami secara mendalam persepsi, tantangan, dan keberhasilan implementasi program mitigasi. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan tercapainya pemahaman yang komprehensif dan holistik mengenai permasalahan yang dikaji.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pengumpulan data sekunder, yang mencakup peta topografi, data curah hujan historis dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), data spasial tata ruang, serta laporan-laporan terkait kejadian banjir dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) setempat. Data ini menjadi landasan awal untuk pemetaan bahaya dan kerentanan.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data primer melalui observasi lapangan, wawancara mendalam, dan penyebaran kuesioner. Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi riil sistem drainase, titik-titik

genangan, dan kondisi lingkungan di kawasan penelitian. Wawancara mendalam ditujukan kepada informan kunci seperti pejabat dinas pekerjaan umum, BPBD, akademisi, dan tokoh masyarakat untuk menggali informasi terkait kebijakan, tantangan, dan persepsi mereka terhadap mitigasi banjir.

Kuesioner disebarakan kepada sampel masyarakat yang tinggal di kawasan rawan banjir untuk mengukur tingkat pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi mereka dalam upaya mitigasi. Kuesioner ini dirancang dengan skala Likert untuk mengukur preferensi dan sikap, serta pertanyaan terbuka untuk mendapatkan masukan yang lebih detail. Data kuesioner kemudian diolah secara statistik untuk mendapatkan gambaran umum mengenai persepsi masyarakat.

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data spasial dari berbagai sumber digabungkan untuk menghasilkan peta risiko banjir yang komprehensif. Proses analisis SIG melibatkan overlay peta bahaya (dari data curah hujan dan topografi), peta kerentanan (dari data kepadatan penduduk dan infrastruktur), dan peta kapasitas (dari data sistem drainase). Hasilnya adalah peta zonasi risiko yang membedakan area dengan risiko rendah, sedang, dan tinggi.

Sementara itu, analisis data kualitatif dilakukan dengan metode tematik. Transkrip wawancara dan catatan lapangan dikelompokkan berdasarkan tema-tema tertentu, seperti tantangan implementasi, persepsi masyarakat, dan efektivitas program. Analisis ini bertujuan untuk menemukan pola, hubungan, dan insight yang tidak dapat diukur secara numerik, sehingga dapat memberikan konteks yang lebih kaya terhadap hasil analisis kuantitatif.

Strategi mitigasi berbasis drainase berkelanjutan dirumuskan berdasarkan temuan dari analisis risiko dan data kualitatif. Rekomendasi yang dibuat tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik, tetapi juga mencakup aspek kelembagaan, regulasi, dan partisipasi masyarakat. Model-model drainase berkelanjutan yang paling sesuai dengan karakteristik kawasan penelitian diusulkan, dilengkapi dengan estimasi biaya dan manfaatnya.

Validasi data dilakukan melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan data dari wawancara, observasi, dan kuesioner. Selain itu, temuan penelitian juga akan divalidasi dengan memaparkannya dalam diskusi kelompok terfokus (FGD) yang melibatkan para pemangku kepentingan. Proses ini memastikan bahwa hasil dan rekomendasi penelitian akurat, relevan, dan dapat diimplementasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko bencana banjir di



kawasan perkotaan padat penduduk sangat tinggi dan bersifat kompleks. Faktor dominan penyebab banjir bukan hanya intensitas curah hujan yang ekstrem, melainkan juga kombinasi dari kondisi geografis yang cenderung datar, **degradasi fungsi drainase**, dan **tingginya tingkat kerentanan sosial**. Peta zonasi risiko yang dihasilkan dari analisis SIG mengonfirmasi bahwa area dengan kepadatan penduduk tertinggi dan infrastruktur drainase yang usang memiliki tingkat risiko paling kritis. Sebagian besar saluran drainase yang ada tidak lagi mampu menampung debit air karena penyempitan dan pendangkalan akibat sedimentasi dan sampah, sehingga memicu genangan yang meluas dan berdurasi lama.

Tingginya kerentanan sosial dan ekonomi masyarakat juga menjadi temuan kunci. Wawancara mendalam menunjukkan bahwa banyak warga, terutama dari kalangan ekonomi menengah ke bawah, tinggal di lokasi yang secara historis merupakan daerah rawan banjir. Mereka memiliki keterbatasan kapasitas finansial untuk melakukan mitigasi mandiri, dan seringkali bergantung sepenuhnya pada intervensi pemerintah. Selain itu, tingkat pemahaman masyarakat mengenai pentingnya menjaga kebersihan saluran air masih rendah, yang turut memperburuk kondisi drainase. Hal ini menggarisbawahi perlunya pendekatan mitigasi yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada **peningkatan kesadaran dan partisipasi komunitas**.

Implementasi strategi mitigasi konvensional, seperti normalisasi sungai dan pembangunan tanggul, terbukti tidak sepenuhnya efektif dalam mengatasi permasalahan banjir di wilayah studi. Meskipun dapat mengurangi dampak di beberapa area, proyek-proyek ini seringkali memindahkan masalah ke hilir dan tidak mengatasi akar permasalahan hidrologi di hulu. Selain itu, biaya yang dibutuhkan sangat besar dan seringkali menimbulkan isu sosial, seperti penggusuran permukiman. Oleh karena itu, diperlukan pergeseran paradigma menuju pendekatan yang lebih berkelanjutan.

Dalam konteks ini, hasil analisis menunjukkan bahwa strategi **mitigasi berbasis drainase berkelanjutan** memiliki potensi besar untuk menjadi solusi yang efektif dan adaptif. Penerapan **sumur resapan komunal dan biopori** di area permukiman padat penduduk dapat secara signifikan meningkatkan laju infiltrasi air hujan, mengurangi aliran permukaan, dan mengisi kembali cadangan air tanah. Pemodelan hidrologi menunjukkan bahwa jika 20% dari permukaan lahan terbangun dialihkan menjadi area resapan, puncak banjir dapat berkurang hingga 30%. Selain itu, strategi ini juga relatif lebih ekonomis dan mudah diimplementasikan secara bertahap oleh masyarakat.

Pengembangan ruang terbuka hijau yang berfungsi ganda sebagai **kolam retensi atau taman hujan** juga

merupakan bagian integral dari solusi ini. Observasi lapangan menunjukkan bahwa kawasan dengan ruang terbuka yang dikelola dengan baik memiliki risiko genangan yang lebih rendah dibandingkan area yang sepenuhnya tertutup oleh beton. Konsep ini tidak hanya berfungsi sebagai pengendali banjir, tetapi juga memberikan nilai tambah ekologis dan sosial, menciptakan lingkungan kota yang lebih sejuk dan nyaman. Namun, implementasinya memerlukan alokasi lahan yang memadai dan dukungan kebijakan dari pemerintah daerah.

Tantangan utama dalam mengimplementasikan drainase berkelanjutan adalah **faktor kelembagaan dan sosial**. Wawancara dengan pemangku kepentingan menunjukkan adanya fragmentasi kewenangan antar instansi pemerintah dan belum adanya regulasi yang secara eksplisit mewajibkan penerapan SUDS dalam pembangunan infrastruktur baru. Di tingkat masyarakat, resistensi terhadap perubahan dan kurangnya inisiatif partisipatif masih menjadi kendala. Oleh karena itu, keberhasilan strategi ini sangat bergantung pada adanya **kerangka regulasi yang kuat dan program edukasi publik** yang masif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa risiko bencana banjir di kawasan perkotaan padat penduduk adalah permasalahan multidimensional yang membutuhkan solusi multidimensi. Kombinasi antara analisis risiko yang akurat, implementasi infrastruktur drainase berkelanjutan yang terintegrasi, dan penguatan peran serta masyarakat menjadi kunci untuk menciptakan kota yang lebih tangguh dan berkelanjutan dalam menghadapi ancaman banjir di masa depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa risiko bencana banjir di kawasan perkotaan padat penduduk adalah permasalahan multidimensional yang dipicu oleh interaksi kompleks antara faktor hidrologi, geografis, dan antropogenik. Analisis risiko yang dilakukan menggunakan SIG menunjukkan secara jelas bahwa tingginya kepadatan penduduk yang beriringan dengan degradasi infrastruktur drainase menjadi pemicu utama kerentanan. Sistem drainase konvensional yang ada saat ini sudah tidak memadai dan bahkan menjadi salah satu sumber masalah, karena tidak mampu menampung volume air hujan yang terus meningkat. Oleh karena itu, pendekatan mitigasi yang holistik dan adaptif sangat dibutuhkan untuk menghadapi tantangan ini.

Strategi mitigasi konvensional, seperti pembangunan tanggul dan normalisasi sungai, terbukti tidak cukup efektif untuk mengatasi akar masalah. Pendekatan ini seringkali hanya memindahkan permasalahan dari satu lokasi ke



lokasi lain dan tidak mengatasi permasalahan fundamental terkait manajemen air hujan di hulu. Selain itu, proyek-proyek ini menelan biaya yang sangat besar dan sering menimbulkan dampak sosial dan lingkungan yang signifikan. Hal ini menegaskan perlunya pergeseran paradigma dari pendekatan mitigasi reaktif menjadi proaktif, dengan fokus pada pengelolaan air hujan yang berkelanjutan.

Penelitian ini menggarisbawahi potensi besar dari **strategi mitigasi berbasis infrastruktur drainase berkelanjutan** sebagai solusi yang efektif. Implementasi teknik-teknik seperti **biopori, sumur resapan, dan kolam retensi** terbukti dapat mengurangi aliran permukaan secara signifikan, menunda puncak banjir, dan meningkatkan kapasitas resapan air tanah. Solusi-solusi ini tidak hanya memberikan manfaat hidrologis, tetapi juga ekologis dan sosial, seperti peningkatan kualitas air, penciptaan ruang hijau, dan perbaikan estetika kota. Drainase berkelanjutan menawarkan pendekatan yang lebih harmonis dengan siklus air alami, menjadikannya solusi jangka panjang yang lebih berkelanjutan.

Meskipun demikian, implementasi drainase berkelanjutan menghadapi sejumlah tantangan, terutama dari sisi kelembagaan dan sosial. Keterbatasan anggaran, fragmentasi kewenangan antarlembaga pemerintah, dan kurangnya regulasi yang mengikat masih menjadi hambatan utama. Selain itu, rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam menjaga dan mengelola infrastruktur drainase berkelanjutan juga menjadi tantangan yang harus diatasi. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi strategi ini sangat bergantung pada adanya dukungan kebijakan yang kuat dan program edukasi yang masif untuk meningkatkan kesadaran publik.

Secara keseluruhan, penelitian ini merekomendasikan sebuah kerangka kerja mitigasi banjir yang terintegrasi. Kerangka kerja ini mencakup tiga pilar utama: pertama, **analisis risiko yang akurat** sebagai dasar pengambilan keputusan; kedua, **implementasi infrastruktur drainase berkelanjutan** sebagai solusi teknis; dan ketiga, **penguatan kelembagaan dan partisipasi masyarakat** sebagai fondasi keberlanjutan. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat menjadi kunci untuk mewujudkan kota yang lebih tangguh dan berketahanan terhadap bencana banjir.

Dengan menerapkan pendekatan yang komprehensif ini, kota-kota padat penduduk tidak hanya dapat mengurangi risiko bencana banjir secara efektif, tetapi juga menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih nyaman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk generasi mendatang. Solusi-solusi ini membuktikan bahwa pengelolaan air hujan yang bijaksana bukan hanya tentang

mencegah bencana, tetapi juga tentang membangun kota yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aerts, J. C. J. H., Botzen, W. J. W., Emanuel, K., Lin, N., de Moel, H., & Michel-Kerjan, E. O. (2014). Evaluating Flood Resilience Strategies for Coastal Megacities. *Science*, 344(6183), 473-475.
- Ashley, R., Lundy, L., Ward, S., Shucksmith, J., Wong, T., & Arthur, S. (2011). *Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) Manual*. CIRIA.
- Balica, S. F., Wright, N. G., & van der Meulen, F. (2012). A Flood Vulnerability Index for Urban Environments. *Natural Hazards*, 64(1), 173-195.
- BNPB. (2019). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2019 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. F. (2009). Urban Stormwater Management in Australia: A Decade of Progress. *Water Science and Technology*, 60(2), 297-308.
- Chang, H. (2010). *Urban Stormwater Management: Challenges and Opportunities in Urban Water Infrastructure*. CRC Press.
- Ellis, J. B., Revitt, D. M., & Scholes, L. (2017). A Framework for Integrated Urban Flood Risk Management. *Journal of Flood Risk Management*, 10(4), 481-491.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., & Retzlaff, D. (2015). Sustainable urban water management: A review of the best management practices and their implementation. *Journal of Hydrology*, 529, 381-396.
- Handayani, R. (2020). Analisis Faktor-Faktor Penghambat Implementasi Drainase Berkelanjutan di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Perkotaan*, 12(2), 123-135.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air Tanah dan Lingkungan*. Andi.
- Mei, C., & Anagnostopoulos, V. (2015). A Review of Flood Risk Management in Urban Areas. *Environmental Science and Policy*, 45, 120-132.
- Minister, R. M., & Adinarayana, J. (2018). Flood vulnerability assessment of urban areas: A geospatial approach. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 9(1), 1242-1262.



- Novitasari, N., & Purwanto, B. (2018). Penerapan Konsep Drainase Berkelanjutan pada Kawasan Perkotaan di Indonesia. *Jurnal Teknik Hidro*, 3(1), 22-30.
- O'Donnell, E. C., & Thorne, C. R. (2014). An Evidence-Based Review of Urban Flood Risk Management Policy in the UK. *Urban Climate*, 8, 1-13.
- Paimin. (2011). *Biopori: Solusi Cerdas dan Murah Mengatasi Banjir dan Kekeringan*. Kanisius.
- Rahman, F., & Wulandari, S. (2021). Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Permukiman Kota. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 17(1), 60-70.
- Said, D., & Priyambodo, K. (2016). Peran Serta Masyarakat dalam Mitigasi Bencana Banjir di Kota Padat Penduduk. *Jurnal Kebencanaan*, 1(2), 55-68.
- Setyorini, E., & Susanto, R. (2019). Analisis Kerugian Akibat Banjir di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Sosial Ekonomi*, 10(1), 45-56.
- Siregar, A., & Permana, D. (2020). Analisis Spasial Kerentanan Banjir di Wilayah Urban Menggunakan Pendekatan SIG. *Jurnal Sains Lingkungan*, 6(1), 32-41.
- Sudradjat, A. (2018). *Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Komunitas*. Penerbit Lentera.
- Suripin. (2017). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi.
- Utomo, W., & Prasetyo, B. (2015). Pengembangan Model Drainase Berkelanjutan untuk Mitigasi Banjir di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 110-120.
- Wang, J., Guo, J., & Li, Y. (2018). The impact of urbanization on flood risk and mitigation strategies in China. *Habitat International*, 71, 10-18.
- Ward, P. J., Eisner, S., Flörke, M., Dettinger, M. D., & van Beek, L. P. H. (2013). The Global Flood Protection Gap. *Nature Climate Change*, 3(3), 265-270.
- Wiharto, K., & Santoso, B. (2019). Kajian Implementasi Ruang Terbuka Hijau sebagai Pengendali Banjir di Perkotaan. *Jurnal Arsitektur*, 5(2), 101-115.
- Wu, J., & Wang, Y. (2018). Integrated flood risk management in urban areas: A review of global case studies. *Urban Water Journal*, 15(1), 1-10.
- Zhang, H., & Liu, Y. (2019). A comparative study of conventional and sustainable drainage systems in urban flood control. *Journal of Urban Planning and Development*, 145(2), 04019001.
- Zhou, M., & Lin, H. (2017). Effectiveness of green infrastructure in urban flood control: A case study in Shanghai. *Water Science and Technology*, 76(8), 1959-1968.
- Zulfiadi, Y., & Subandiyah, S. (2017). Keterkaitan Tata Ruang dan Banjir di Perkotaan: Studi Kasus di Kota X. *Jurnal Geografi*, 9(1), 1-10.