

Analisis Strategi Adaptasi Banjir di Jakarta dan Singapura

*Nisrina Arfa Nandita¹, Ridwan Rizky Fauzi², Saripudin³, Oot Hotimah⁴

¹²³⁴Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum Universitas Negeri Jakarta

Korespondensi: nisrina.an03@gmail.com

Abstrak

Banjir menjadi tantangan signifikan bagi kota pesisir seperti Jakarta dan Singapura. Penelitian ini menganalisis efektivitas strategi adaptasi banjir di kedua kota berdasarkan kebijakan, infrastruktur, teknologi, dan peran masyarakat. Menggunakan metode deskriptif-komparatif berbasis data sekunder, studi ini mengintegrasikan pendekatan geografi lingkungan untuk menilai bagaimana faktor spasial mempengaruhi kerentanan serta respons adaptif masyarakat. Singapura mengelola banjir melalui sistem drainase canggih, perencanaan ruang terintegrasi, dan teknologi seperti Stamford Detention Tank serta aplikasi peringatan dini. Sementara itu, Jakarta mengembangkan waduk, normalisasi sungai, dan aplikasi Jakarta Kini (JAKI). Hasil studi menunjukkan bahwa strategi Singapura lebih efektif karena koordinasi antar lembaga dan investasi berkelanjutan. Jakarta perlu memperkuat implementasi kebijakan dan kolaborasi lintas sektor. Kajian ini memberikan kontribusi geografis melalui analisis adaptasi banjir yang dapat diadopsi kota lain dalam pengelolaan risiko bencana hidrometeorologi.

Kata kunci: *Adaptasi Banjir, Jakarta, Singapura, Mitigasi, Partispasi Masyarakat*

Abstract

Flooding poses a significant challenge for coastal cities such as Jakarta and Singapore. This study analyzes the effectiveness of flood adaptation strategies in both cities by examining policies, infrastructure, technology, and community engagement. Using a descriptive-comparative method based on secondary data, the research integrates an environmental geography approach to assess how spatial factors influence vulnerability and adaptive responses. Singapore manages floods through advanced drainage systems, integrated spatial planning, and technologies such as the Stamford Detention Tank and early warning applications. Meanwhile, Jakarta has developed reservoirs, river normalization projects, and the Jakarta Kini (JAKI) application. The findings indicate that Singapore's strategies are more effective due to inter-agency coordination and sustained investment. Jakarta needs to strengthen policy implementation and cross-sectoral collaboration. This study contributes geographically by providing an analysis of flood adaptation that can be adopted by other cities in managing hydrometeorological disaster risks.perspectives for shaping flood mitigation policies in other disaster-prone urban areas.

Key words: *Flood Adaptation, Jakarta, Singapore, Mitigation, Community Partipation*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerentanan bencana yang tinggi. Berdasarkan laporan dari *United Nations International Strategy for Disaster*

Reduction (UNISDR), bencana hidrometeorologi menunjukkan tren peningkatan signifikan di sejumlah negara Asia, termasuk Indonesia dan Singapura (Yuniartanti, 2018). Banjir didefinisikan sebagai kondisi ketika debit aliran sungai meningkat secara signifikan melebihi kapasitas alamnya (Ginting & Putuhena, 2014). Menurut data BNPB, sebanyak 3.062 kejadian banjir tercatat di Indonesia selama kurun waktu 2012 hingga 2016 (BNPB, 2025). Data ini menunjukkan bahwa banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi serta berdampak luas terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat.

Salah satu wilayah yang paling rentan terhadap banjir adalah Jakarta. Sejarah banjir di kota ini telah tercatat sejak masa kolonial Belanda, ditandai dengan pembangunan kanal sebagai bentuk intervensi teknis terhadap ancaman banjir. Kompleksitas permasalahan meningkat seiring waktu akibat tekanan urbanisasi, penurunan muka tanah, serta dampak perubahan iklim (BPBD Provinsi Jakarta, 2012). Hal ini memperlihatkan bahwa banjir di Jakarta tidak hanya bersifat alamiah, tetapi juga merupakan hasil interaksi sosial dan spasial.

Berbeda dengan Jakarta, Singapura menunjukkan pendekatan adaptasi banjir yang lebih sistematis dan berbasis perencanaan jangka panjang. Meskipun secara geografis juga rentan terhadap curah hujan tinggi dan kenaikan muka air laut, Singapura mampu mengelola risiko tersebut melalui penerapan *Integrated Water Resource Management (IWRM)*. Pendekatan ini mencakup pengelolaan air bersih, sistem drainase yang efisien, pengelolaan limbah terkoordinasi, dan pembangunan infrastruktur berkelanjutan (Purwanti et al., 2016). Strategi lintas sektor ini mencerminkan integrasi antara kebijakan lingkungan dan pembangunan perkotaan. Dalam perspektif geografi lingkungan, adaptasi terhadap perubahan lingkungan merupakan konsep utama yang membingkai hubungan antara manusia dan alam. Konsep ini berakar dari pemikiran Friedrich Ratzel yang menekankan hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungan (Hilmanto, 2010). Geografi lingkungan melihat adaptasi sebagai hasil dari sistem interaksi manusia-lingkungan di mana manusia tidak hanya menjadi korban bencana, tetapi juga aktor yang memengaruhi kondisi ekologi melalui teknologi, kebijakan, dan perilaku sosial (Turner et al., 2003). Dalam konteks banjir Jakarta, kegagalan sistem drainase, konversi lahan, dan urbanisasi yang masif mencerminkan lemahnya peran manusia sebagai pengelola lingkungan. Sebaliknya, strategi adaptasi Singapura yang terencana dan terpadu menunjukkan bagaimana kebijakan berbasis sains dan partisipasi lintas sektor dapat membentuk sistem perkotaan yang lebih tangguh terhadap bencana.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis strategi adaptasi banjir di Jakarta dan

Singapura melalui pendekatan geografi lingkungan. Fokus utama kajian ini adalah aspek kebijakan, infrastruktur, dan partisipasi masyarakat. Penelitian ini juga berupaya mengevaluasi efektivitas strategi yang diterapkan serta mengidentifikasi praktik-praktik yang dapat diadaptasi oleh kota-kota lain di Asia Tenggara dalam menghadapi tantangan banjir yang semakin kompleks.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode analisis deskriptif-komparatif berbasis data sekunder. Metode deskriptif-komparatif bertujuan untuk menggambarkan serta membandingkan fenomena atau kebijakan dari dua entitas yang berbeda guna memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap persamaan dan perbedaannya (Sugiyono, 2017). Kajian ini dilakukan dalam bentuk studi literatur yang bersifat non-fisik dan memanfaatkan berbagai sumber ilmiah serta kebijakan sebagai rujukan utama.

Prosedur kerja penelitian dilakukan melalui studi literatur sistematis. Rancangan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang bersifat deskriptif-analitis dan tidak memerlukan perlakuan eksperimental (Ridwan et al., 2021). Identifikasi dilakukan dengan pencarian literatur menggunakan kata kunci seperti *“flood adaptation strategy”*, *“urban resilience”*, *“Jakarta flood management”*, dan *“Singapore flood control”*. Tahap seleksi dilakukan berdasarkan kriteria inklusi berupa keterkaitan dengan topik, keterbaruan, akses penuh (*full text*), serta reputasi sumber.

Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan pendekatan tematik, yakni dengan mengelompokkan konten literatur ke dalam tema-tema utama, yaitu: (1) gambaran umum kondisi fisik Jakarta dan Singapura; (2) kebijakan dan regulasi adaptasi banjir; (3) infrastruktur dan teknologi dalam adaptasi banjir; (4) peran masyarakat dalam adaptasi banjir; dan (5) perbandingan efektivitas strategi adaptasi banjir. Proses analisis dilakukan secara naratif untuk menggali makna, relasi, serta implikasi dari strategi yang diterapkan di kedua wilayah studi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengonstruksi pemahaman yang komprehensif terhadap praktik adaptasi banjir yang bersifat kontekstual dan sistemik (Woolley, 1992).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini membandingkan strategi adaptasi banjir antara Jakarta dan Singapura. Analisis mencakup lima aspek utama, yaitu: (1) gambaran umum kondisi fisik Jakarta dan

singapura; (2) kebijakan dan regulasi adaptasi banjir; (3) infrastruktur dan teknologi dalam adaptasi banjir; (4) peran masyarakat dalam adaptasi banjir; dan (5) perbandingan efektivitas strategi adaptasi banjir. Hasil penelitian ini disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan Adaptasi Banjir Jakarta dan Singapura

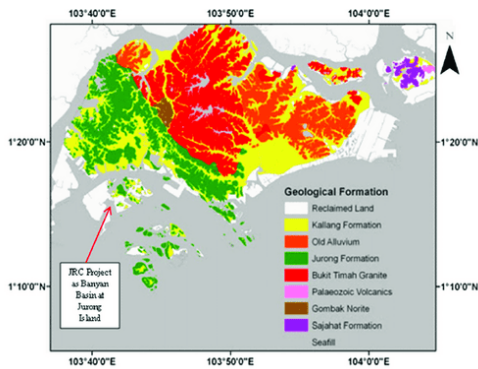
No	Aspek	Jakarta	Singapura
1.	Kondisi Fisik	Dataran rendah pesisir, dilalui oleh 13 sungai. Tanah berupa sedimen muda yang belum terkonsolidasi. Mengalami penurunan muka tanah hingga 20 cm per tahun. Urbanisasi tidak terkendali (Harsoyo, 2013).	Luas wilayah kecil (720 km ²) dengan kepadatan tinggi. Elevasi rendah, sekitar 30% wilayah berada di bawah 5 mdpl. Geologi beragam: batuan beku, sedimen, dan aluvium. Curah hujan tinggi, sekitar 2.300 mm/tahun (Chow et al., 2016).
2.	Kebijakan & Regulasi	Banyak kebijakan diterbitkan pasca banjir besar tahun 2007. Contoh: <i>Instruksi Gubernur No. 52 Tahun 2020</i> . Pendekatan penanganan mencakup struktural dan non-struktural. Namun, kolaborasi antaraktor belum optimal (Hamdi, 2020).	Tata ruang telah terintegrasi sejak 1970-an. <i>Public Utilities Board</i> (PUB) mengelola seluruh aspek air. Empat strategi pengelolaan DAS: hutan lindung, pengelolaan air limbah, pemanfaatan air hujan, dan pembatasan zona industri. Regulasi bersifat preventif dan jangka panjang (PUB, 2022).
3.	Infrastruktur & Teknologi	Program drainase vertikal di 7.438 titik. Penggunaan aplikasi <i>Pantau Banjir</i> dan <i>JAKI</i> . Namun, integrasi dan pemeliharaan infrastruktur masih terbatas (Tempo, 2021).	Sistem <i>Integrated Water Resources Management</i> (IWRM) terintegrasi. Infrastruktur utama: <i>NEWater</i> , <i>Deep Tunnel Sewerage System</i> (DTSS), desalinasi, dan sistem pemantauan drainase. Modern dan berkelanjutan (PUB, 2021).

4.	Peran Masyarakat	Edukasi dan pelatihan melalui program <i>Smart City</i> . Kesadaran masyarakat terhadap prinsip 3R meningkat. Terdapat inisiatif bank sampah dan program daur ulang (Revani et al., 2016).	Aplikasi <i>myENV</i> dan <i>Telegram Flood Alerts</i> . Tersedia pelatihan dan simulasi bencana. Kolaborasi aktif dengan sektor swasta seperti Grab dan ComfortDelGro (PUB, 2021).
5.	Efektivitas Strategi	Penggunaan aplikasi dan inisiatif kolaboratif meningkat. Namun, tantangan besar tetap ada: kebijakan belum terpadu, pemeliharaan infrastruktur insiden genangan di area MRT minim, partisipasi masyarakat masih rendah. Diperlukan pendekatan <i>dynamic governance</i> (Hamdi, 2020).	Area rawan banjir menurun drastis. Drainase diperluas hingga 8.000 km. Namun masih ada kendala dalam pemeliharaan, misalnya insiden genangan di area MRT Bishan (CNN, 2018).

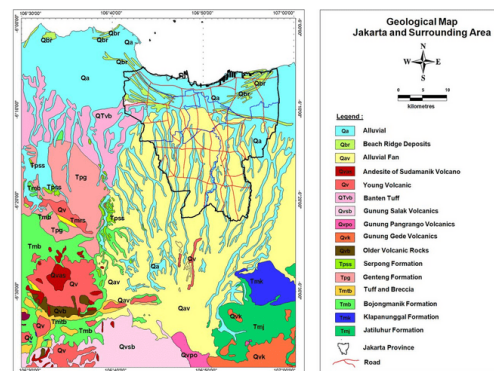
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2025)

Perbandingan strategi adaptasi banjir antara Jakarta dan Singapura mencerminkan perbedaan mendasar dalam pendekatan terhadap risiko lingkungan. Dari aspek kondisi fisik, Jakarta secara alami memiliki tingkat kerentanan tinggi karena merupakan dataran rendah pesisir yang dilalui oleh 13 sungai utama, serta mengalami penurunan muka tanah hingga 20 cm per tahun (World Bank, 2010). Kondisi ini memperbesar eksposur terhadap risiko banjir, terutama dengan pertumbuhan urbanisasi yang tidak terkendali. Tingkat bahaya dan kerentanan biofisik yang tinggi, serta kapasitas adaptif yang rendah, memperbesar potensi dampak bencana (Prihanto, 2018). Sebaliknya, meskipun Singapura juga memiliki elevasi rendah dan curah hujan tahunan tinggi, pengendalian penggunaan lahan dan integrasi tata ruang berhasil menekan eksposur risiko. Hal ini memperlihatkan efektivitas adaptasi manusia terhadap kondisi biofisik lingkungan, sebagaimana dijelaskan dalam *environmental determinism* yang menekankan peran lingkungan fisik terhadap pola aktivitas manusia (Peet, 1998).

Gambar 1. Peta Geologi Singapura



Gambar 2. Peta Geologi Jakarta



(Sumber: Ridwan, et al., 2019; Woon and Yingxin, 2009).

Pada aspek kebijakan dan regulasi, Jakarta menunjukkan kecenderungan reaktif dengan kebijakan yang dominan bersifat pasca-bencana dan terfragmentasi secara sektoral. *Instruksi Gubernur No. 52 Tahun 2020* merupakan salah satu kebijakan struktural dan non-struktural yang penting, namun kolaborasi antaraktor belum berjalan optimal (Hamdi, 2020). Kondisi ini menunjukkan lemahnya penerapan *adaptive governance* yang menekankan pentingnya fleksibilitas, partisipasi, dan pembelajaran kebijakan dalam menghadapi dinamika perubahan iklim (Abdi et al., 2025). Sebaliknya, Singapura telah menerapkan tata kelola air terintegrasi sejak 1970-an melalui *Public Utilities Board* (PUB), yang mengelola seluruh aspek sumber daya air secara menyeluruh dan preventif. Strategi ini mencerminkan sinergi lintas sektor dan tingkatan pemerintahan dalam pengelolaan lingkungan (Pahl-Wostl, 2009).

Dari segi infrastruktur dan teknologi, Jakarta mengembangkan sistem drainase vertikal serta aplikasi digital seperti *Pantau Banjir* dan *JAKI*. Keterbatasan dalam integrasi dan pemeliharaan infrastruktur serta sistem aplikasi digital ini mengindikasikan bahwa *engineering resilience* belum diterapkan secara optimal di mana sistem seharusnya mampu pulih secara cepat dari gangguan. Sebaliknya, Singapura menerapkan sistem pengelolaan air berbasis *Integrated Water Resources Management* (IWRM) dengan infrastruktur seperti *Deep Tunnel Sewerage System* (DTSS) dan teknologi daur ulang air (*NEWater*) yang mencerminkan pendekatan *hybrid infrastructure*. Kombinasi antara solusi berbasis alam dan rekayasa teknologi canggih menunjukkan pendekatan infrastruktur yang adaptif dan berkelanjutan (Kabisch et al., 2016).

Peran masyarakat dalam adaptasi banjir juga memperlihatkan perbedaan signifikan. Di Jakarta, edukasi publik dan pelatihan melalui platform *Smart City* telah meningkatkan kesadaran akan pengelolaan sampah dan prinsip 3R. Akan tetapi, partisipasi masyarakat masih bersifat *top-down* dan belum menjadi bagian dari perencanaan adaptasi secara

penuh. Dalam konteks ini, pendekatan *community-based adaptation* (CBA), yang menekankan pemberdayaan masyarakat lokal dan penguatan modal sosial, belum sepenuhnya diintegrasikan (Adger, 2003). Sebaliknya, masyarakat Singapura secara aktif terlibat melalui aplikasi peringatan dini seperti *myENV* dan *Telegram Flood Alerts*, simulasi kebencanaan, serta kolaborasi dengan sektor swasta. Ini mencerminkan praktik kolaboratif lintas sektor dan aktor sesuai.

Pada aspek efektivitas strategi, Jakarta menghadapi tantangan dalam integrasi kebijakan, keterbatasan anggaran, dan rendahnya partisipasi masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa ruang solusi adaptasi belum dimanfaatkan secara maksimal dan implementasi belum mengarah pada jalur adaptasi jangka panjang yang fleksibel. Dalam hal ini, diperlukan penerapan *dynamic governance* untuk merespons kompleksitas dan ketidakpastian risiko banjir perkotaan. *Dynamic governance* adalah dimana pemerintah dapat selalu membuat kebijakan yang adaptif dengan melakukan tiga hal yaitu berpikir ke depan, berpikir kembali, dan berpikir ke seberang (Neo & Chen, 2007). Sebaliknya, Singapura berhasil menurunkan frekuensi banjir secara signifikan melalui sistem drainase utama sepanjang 8.000 km, meskipun tetap menghadapi tantangan pemeliharaan teknis seperti yang terjadi pada sistem MRT Bishan. Keberhasilan ini menunjukkan kapasitas institusional yang tinggi dalam menciptakan sistem yang tangguh dan berkelanjutan. Secara keseluruhan, keberhasilan strategi tidak hanya ditentukan oleh kondisi biofisik, melainkan sangat bergantung pada tata kelola lingkungan yang inklusif, kolaboratif, dan berbasis pengetahuan lokal serta teknologi.

Kesimpulan

Dari perbandingan yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa strategi adaptasi banjir di Singapura lebih efektif dibandingkan Jakarta. Singapura telah menunjukkan keberhasilan dalam menurunkan area rawan banjir secara signifikan melalui pendekatan yang sistematis, berbasis regulasi ketat, infrastruktur berkualitas tinggi, serta pemeliharaan yang disiplin. Sementara itu, Jakarta masih menghadapi tantangan dalam implementasi strategi mitigasi, terutama dalam pemeliharaan infrastruktur dan koordinasi kebijakan. Studi ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan perencanaan wilayah, khususnya dalam memahami dinamika interaksi manusia dan lingkungan dalam konteks perkotaan, serta menjadi referensi praktis dalam perencanaan wilayah berbasis mitigasi risiko bencana hidrometeorologis.

Rekomendasi

Untuk meningkatkan efektivitas strategi adaptasi banjir, Jakarta perlu:

1. Memperkuat sistem pemeliharaan infrastruktur secara berkala agar fungsi sistem drainase dan pengendalian banjir tetap optimal.
2. Melakukan evaluasi dan penyesuaian kebijakan berbasis data dan kondisi terkini guna meningkatkan fleksibilitas dan ketepatan respons.
3. Mengembangkan strategi pencegahan jangka panjang, termasuk peningkatan kapasitas adaptif masyarakat dan pembangunan ruang terbuka hijau berbasis alam.
4. Meningkatkan kolaborasi lintas sektor dan aktor, terutama dengan sektor swasta, akademisi, dan komunitas lokal dalam perencanaan dan implementasi adaptasi banjir.

Rekomendasi ini diharapkan dapat memperkuat ketahanan wilayah terhadap banjir dan mendukung pengembangan kota yang lebih tangguh dan berkelanjutan di masa depan.

Daftar Pustaka

- Abdi, A. P., Rasdiana, R., Radhinal, Y., Hadid, A. K., & Halim, M. A. (2025). Tingkat adaptif tata kelola pemerintahan Indonesia dalam menghadapi perubahan iklim. *Ruang: Jurnal Arsitektur*, 19(1), 17–24.
- Adger, W. N. (2003). Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography*, 79(4), 387–404. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x>
- Chow, W. T. L., Cheong, B. D., & Ho, B. H. (2016). A multimethod approach towards assessing urban flood patterns and its associated vulnerabilities in Singapore. *Advances in Meteorology*, Article ID 7159132. <https://doi.org/10.1155/2016/7159132>
- CNN Indonesia. (2018, September 18). Mengintip cara jitu Singapura mengatasi banjir. *CNN Indonesia*. <https://www.cna.id/asia/mengintip-cara-jitu-singapura-mengatasi-banjir-24876>
- Ginting, S., & Putuhena, W. M. (2014). Sistem peringatan dini banjir Jakarta (Jakarta-Flood Early Warning System/J-FEWS). *Jurnal Sumber Daya Air*, 10(1), 71–84. <http://dx.doi.org/10.32679/jsda.v10i1.143>
- Hamdi, I. (2020, October 6). 5 langkah penanggulangan banjir DKI: Instruksi gubernur hingga normalkan sungai. *Tempo*. <https://metro.tempo.co/read/1393974/5-langkah-penanggulangan-banjir-dki>
- Harsoyo, B. (2013). Mengulas penyebab banjir di wilayah DKI Jakarta dari sudut pandang geologi, geomorfologi, dan morfometri sungai. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 14(1), 37–43. <http://dx.doi.org/10.29122/jstm.v14i1.2680>
- Hilmanto, R. (2010). *Etnoekologi*. Universitas Lampung.
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- Neo, B. S., & Chen, G. (2007). *Dynamic governance: Embedding culture, capabilities and change in Singapore*. World Scientific Publishing Company.

- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>
- Peet, R. (1998). *Modern geographical thought*. Blackwell Publishers.
- Prihanto, D. (2018). *Kajian tingkat kerentanan masyarakat dan strategi adaptasi menghadapi perubahan iklim: Studi kasus DAS Brantas Kota Malang* [Tesis Magister, Universitas Brawijaya]. Universitas Brawijaya Repository. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/192258/1/DWI%20PRIHANTO.pdf>
- Public Utilities Board. (2021). *Drainage improvement projects*. <https://www.pub.gov.sg/Public/Places-of-Interest/Our-Reservoirs-and-Waterways/ABC-Waters/About>
- Public Utilities Board. (2022). *Active, Beautiful, Clean Waters (ABC Waters) Programme*. <https://www.pub.gov.sg/Public/Places-of-Interest/Our-Reservoirs-and-Waterways/ABC-Waters/About>
- Purwanti, I. W., Akmalah, E., & Nursetiawan, N. (2016). Model kelembagaan pengelolaan sistem drainase berkelanjutan dalam rangka mitigasi bencana banjir. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 2(3), 51–58. <https://doi.org/10.26760/rekaraacana.v2i3.51>
- Revani, B., Purwaningrum, P., & Indrawati, D. (2016). Penerapan konsep 3R melalui bank sampah dalam menunjang pengelolaan sampah di Kelurahan Rawajati, Jakarta Selatan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(1), 107–118. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i1.719>
- Ridwan, M., Suhar, A. M., Ulum, B., & Muhammad, F. (2021). Pentingnya penerapan literature review pada penelitian ilmiah. *Jurnal Masohi*, 2(1), 42–51. <http://dx.doi.org/10.36339/jmas.v2i1.427>
- Ridwan, M., Widiyantoro, S., Irsyam, M., Afnimar, & Yamanaka, H. (2016). Development of an engineering bedrock map beneath Jakarta based on microtremor array measurements. *Geological Society, London, Special Publications*, 441, 153–165. <https://doi.org/10.1144/SP441.7>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tempo.co. (2021, September 25). Ribuan titik drainase vertikal cegah banjir Jakarta. *Tempo*. <https://nasional.tempo.co/read/1514877/ribuan-titik-drainase-vertikal-cegah-banjir-jakarta>
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., ... & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8074–8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>
- Woolley, M. (1992). Using statistics for desk research. *Aslib Proceedings*, 44(5), 227–233. <https://doi.org/10.1108/eb051276>
- Woon, L. K., & Yingxin, Z. (2009). *Geology of Singapore* (2nd ed.). Defence Science and Technology Agency.
- World Bank. (2010). *Jakarta: Tantangan perkotaan seiring perubahan iklim*. <https://openknowledge.worldbank.org/>
- Yuniartanti, R. K. (2018). Rekomendasi adaptasi dan mitigasi bencana banjir di kawasan rawan bencana (KRB) banjir Kota Bima. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 2(2), 118–132. <http://dx.doi.org/10.29244/jp2wd.2018.2.2.118-132>