



Integrating Nature-based Solutions (NbS) through the Sponge City Concept for a Flood-Resilient Riverside Settlement in East Jakarta

Denaya Agustera¹, Bohamia Rhapsody Shaleha², Sayyid Maulana Alviansyah³, Andi Prasetyo⁴, Okita Sisy Tiara^{5*}

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Arsitektur, Universitas Indraprasta PGRI

⁵okita.tiara@gmail.com Program Studi Arsitektur, Universitas Indraprasta PGRI

*Corresponding author: okita.tiara@gmail.com

<p>Received 24/03/2026</p> <p>Received in revised form 27/03/2026</p> <p>Accepted 30/03/2026</p>	<p style="text-align: center;">ABSTRACT</p> <p><i>Flooding is a chronic issue affecting residential areas in Jakarta, particularly vulnerable riverside settlements. In these flood-prone zones, residents face routine evacuations during the rainy season due to severe inundation. Consequently, continuously flooded areas experience rapid environmental degradation, increasing the risk of slum formation. Therefore, innovative yet highly applicable solutions are required to manage and mitigate these risks. One effective approach is the Sponge City concept, which integrates Nature-based Solutions (NbS). This conceptual design framework is built upon four core NbS principles: ecological integration, spatial multifunctionality, social equity, and adaptive infrastructure. The implementation of this concept involves designing multifunctional sponge areas, serving as public spaces during dry seasons and infiltration basins during heavy rainfall, and adapting architectural typologies through elevated vertical housing (stilt structures) that utilize the undercroft as retention tanks. This concept not only mitigates flood impacts but also optimizes limited urban land use.</i></p> <p><i>This conceptual design study employs a rationalistic method within the A-S-E (Analysis, Synthesis, Evaluation) paradigm, focusing on a case study of a riverside housing area in Pasar Rebo, East Jakarta. The study proposes a climate-resilient urban design framework that can serve as a prototype for implementation in similar vulnerable riverside settlements.</i></p> <p>Keywords: <i>sponge city concept, riverside settlement, flood-resilient design, riverbank design, nature-based solutions.</i></p>
--	--

PENDAHULUAN

Sektor permukiman di perkotaan, khususnya di kota metropolitan seperti Jakarta, menghadapi tantangan kelayakan dan ketersediaan lahan yang semakin kompleks. Peningkatan populasi akibat pertumbuhan alami maupun urbanisasi yang pesat mendorong alih fungsi lahan secara masif untuk memenuhi kebutuhan dasar akan hunian[10]. Kondisi ini berdampak langsung pada penurunan rasio Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang sejatinya

berfungsi sebagai ekosistem penyangga dan area resapan air kota[2]. Minimnya area resapan, ditambah dengan sistem drainase dan pengelolaan sampah kota yang belum terpadu, memicu terjadinya banjir musiman yang semakin sulit dikendalikan[4].

Banjir ini paling parah melanda kawasan permukiman rentan, seperti permukiman di kawasan tepi sungai (*riverside housing*), pesisir, dan area rawa. Di kawasan tepi sungai, banjir tidak hanya menimbulkan kerugian materiil dan memaksa warga untuk rutin mengevakuasi diri, tetapi juga memicu degradasi kualitas lingkungan secara masif yang mengancam kesehatan masyarakat[11]. Tanpa intervensi yang tepat, kawasan permukiman yang terus-menerus terendam air ini berpotensi besar berubah menjadi kawasan permukiman kumuh (*slum area*). Padahal, pemenuhan lingkungan binaan yang layak sangat krusial bagi kelompok masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah agar mereka memiliki otonomi dan ketangguhan sosial di tengah dinamika perkotaan [9].

Merespons urgensi tersebut, diperlukan peralihan paradigma menuju mitigasi bencana yang berfokus pada resiliensi atau ketangguhan adaptif (*safe-to-fail*) alih-alih sekadar pertahanan fisik yang kaku[1]. Salah satu pendekatan desain perkotaan inovatif yang mengadopsi prinsip ini adalah *Sponge City* (Kota Spons). Konsep ini berfokus pada penciptaan infrastruktur berbasis alam atau *Nature-Based Solutions*[5] berupa area resapan (*sponge area*) yang bekerja secara ekologis untuk mengalirkan, menampung, dan meresapkan air hujan, terutama saat debit sungai meningkat tajam[12].

Lebih dari sekadar mitigasi banjir, pendekatan ini mengedepankan resiliensi kota (Liu, T., 2022) melalui pemanfaatan lahan secara multifungsi. Infrastruktur resapan air didesain agar dapat bertransformasi menjadi ruang publik interaktif saat musim kemarau, sebuah strategi pemanfaatan ruang ekologis yang juga mulai diadaptasi dalam skala kota di Jakarta[3].

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan gagasan perencanaan kawasan permukiman tepi sungai yang tangguh (*flood-resilient*) di Pasar Rebo, Jakarta Timur. Dengan mengintegrasikan konsep *Sponge City* dan adaptasi arsitektur hunian vertikal bersistem panggung, penelitian ini diharapkan dapat menekan dampak negatif banjir, meningkatkan kelayakan hidup masyarakat rentan, serta menghasilkan prototipe penataan lingkungan tepi sungai yang dapat direplikasi di wilayah lain.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif berbasis perumusan gagasan perancangan perkotaan (*urban design conceptualization*) dengan menggunakan metode rasionalistik. Pendekatan perancangan berpedoman pada paradigma A-S-E (*Analysis, Synthesis, Evaluation*) dengan objek studi kasus kawasan permukiman tepi Sungai Ciliwung di Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur. Kerangka metode dijabarkan sebagai berikut:

2.1. Analisis

Tahap ini difokuskan pada pemetaan masalah dan identifikasi potensi kawasan studi. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi literatur dan tinjauan preseden, yang mencakup dua aspek utama:

1. **Aspek Fisik-Hidrologis:** Menganalisis topografi tepi sungai, histori siklus banjir musiman, keterbatasan infrastruktur drainase, serta identifikasi sisa lahan hijau (*greenfield*) yang terbengkalai.
2. **Aspek Sosio-Ekonomi:** Memetakan kerentanan sosial masyarakat setempat yang didominasi oleh kelompok berpenghasilan menengah ke bawah, tingkat kelayakan hunian eksisting, serta kebiasaan lokal (seperti pengumpulan botol plastik bekas) yang dapat diintegrasikan sebagai potensi pengelolaan lingkungan mandiri.

2.2. Sintesis

Merupakan tahap perumusan gagasan tata ruang dan arsitektur dengan menggunakan pendekatan *Nature-based Solutions* (NbS) sebagai landasan teori utama. Dalam merancang konsep *Sponge City* pada kawasan permukiman tepi sungai ini, gagasan disintesis berdasarkan empat prinsip turunan NbS[12], yaitu:

1. **Integrasi Ekologis (*Ecological Integration*):** Mengembalikan fungsi hidrologis alami kawasan dengan meminimalisir perkerasan (*hardscape*) dan memperbanyak area resapan air kota guna memulihkan layanan ekosistem[7].
2. **Multifungsi Ruang (*Multifunctionality*):** Merancang infrastruktur mitigasi yang adaptif terhadap perubahan musim; berfungsi sebagai infrastruktur biru-hijau penampung air saat curah hujan tinggi, dan bertransformasi menjadi ruang publik interaktif saat musim kemarau[6].
3. **Inklusivitas dan Keadilan Sosial (*Social Equity*):** Memastikan bahwa rancangan mitigasi iklim ini berpihak pada pelestarian permukiman masyarakat rentan. Alih-alih penggusuran, intervensi tata ruang diarahkan untuk memberikan otonomi dan lingkungan binaan yang layak bagi masyarakat berpenghasilan rendah, sekaligus mencegah dampak negatif jentifikasi yang berisiko menyingkirkan penduduk asli kawasan akibat perubahan nilai lahan[8].
4. **Infrastruktur Adaptif (*Adaptive Infrastructure*):** Mengembangkan intervensi arsitektural yang beradaptasi dengan karakter air, sejalan dengan prinsip transisi dari infrastruktur pertahanan yang kaku (*fail-safe*) menuju ketangguhan lingkungan yang fleksibel (*safe-to-fail*) (Ahern, 2011). Hal ini diwujudkan melalui rancangan tipologi hunian bersistem panggung.

2.3. Evaluasi

Tahap ini merupakan penilaian kelayakan konseptual (*conceptual assessment*) dari gagasan yang telah disintesis terhadap penyelesaian masalah di lokasi studi kasus. Evaluasi difokuskan pada dua parameter: proyeksi efektivitas penurunan volume genangan banjir melalui sistem *sponge area* terpadu, serta proyeksi peningkatan resiliensi sosial-ekonomi masyarakat sebagai dampak dari perbaikan kualitas ruang hidup binaan yang tangguh bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik dan Kerentanan Kawasan Studi

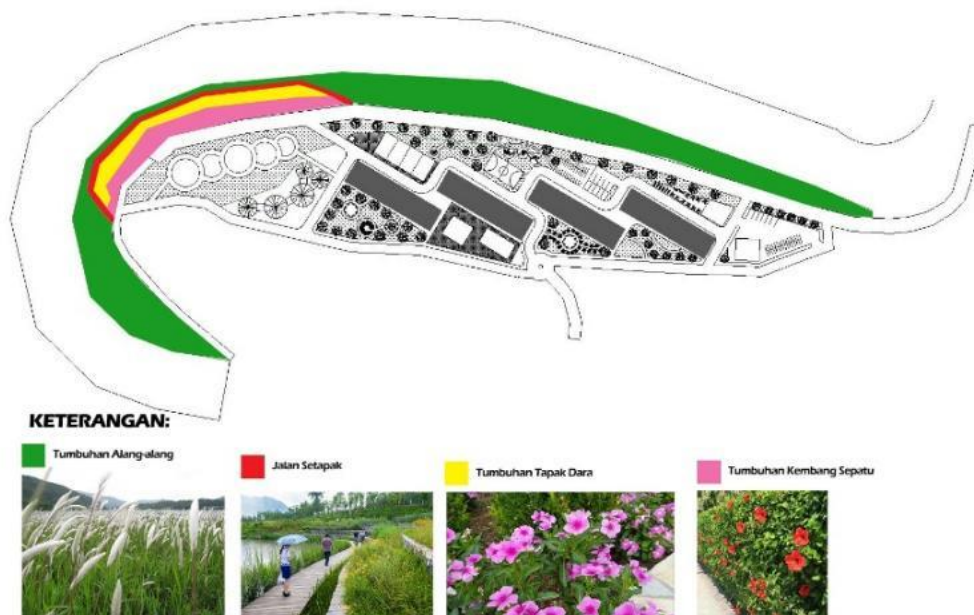
Kawasan tepi Sungai Ciliwung di Pasar Rebo yang menjadi objek studi mayoritas dihuni oleh masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah yang bekerja di sektor informal. Kerentanan ekonomi ini berbanding lurus dengan kerentanan spasial mereka; ketidakmampuan untuk mengakses hunian yang lebih layak memaksa mereka bertahan di zona rawan bencana. Kawasan ini memiliki histori banjir periodik, dengan puncaknya pada tahun 2021 di mana ketinggian air mencapai 2 hingga 3 meter yang merusak bangunan dan infrastruktur dasar. Kendati berstatus rawan, kawasan ini memiliki potensi spasial berupa sisa lahan hijau tepi sungai yang saat ini terbengkalai, serta potensi sosial berupa inisiatif warga dalam memilah sampah dan mengumpulkan botol plastik bekas. Potensi-potensi lokal inilah yang menjadi pijakan dalam mengintegrasikan strategi *Sponge City* secara presisi.

3.2. Sintesis Desain Berbasis *Nature-based Solutions* (NbS)

Dalam upaya menciptakan kawasan yang tangguh terhadap banjir (*flood-resilient*), rumusan perancangan diimplementasikan melalui empat pilar prinsip NbS sebagai berikut:

3.2.1. Integrasi Ekologis (*Ecological Integration*) pada Bantaran Sungai

Fungsi hidrologis alami kawasan dikembalikan melalui penataan ulang area bantaran sungai (Gambar 1). Penataan ini memanfaatkan berlapis vegetasi lokal yang toleran terhadap air. Zona terluar yang berbatasan langsung dengan sungai ditanami alang-alang (*Imperata cylindrica*) untuk mengikat tanah, menahan erosi, dan menyerap limpasan awal. Sisi yang lebih dalam ditanami vegetasi berdaya serap tinggi seperti tapak dara dan kembang sepatu rawa. Jalur pedestrian inspeksi selebar 150 cm dibangun menggunakan material *semi-porous* dengan struktur panggung ringan, memastikan air tetap meresap ke tanah tanpa merusak ekosistem tepian sungai.



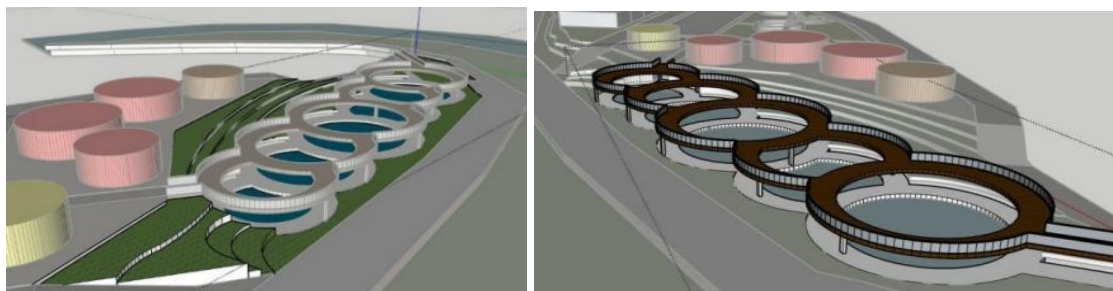
Gambar 1. Rencana penanaman vegetasi pada area bantaran

3.2.2. Multifungsi Ruang (*Multifunctionality*) melalui *Sponge Area*

Keterbatasan lahan di perkotaan disiasati dengan perancangan *Sponge Area* secara multifungsi pada titik-titik dengan rekam jejak genangan tertinggi (Gambar 2 dan 3). Pada musim penghujan, area ini bertransformasi menjadi infrastruktur biru-hijau berupa zona resapan alami yang dilengkapi dengan *bioswale* dan kolam retensi temporer. Sebaliknya, saat kondisi kering, infrastruktur hidrologis ini dirancang agar dapat digunakan masyarakat sebagai taman publik interaktif, amfiteater, dan area bermain.



Gambar 2: Area kawasan (eksisting) yang akan dibangun area spons/resapan



Gambar 3: Ilustrasi desain area spons/resapan

3.2.3. Inklusivitas dan Keadilan Sosial (*Social Equity*)

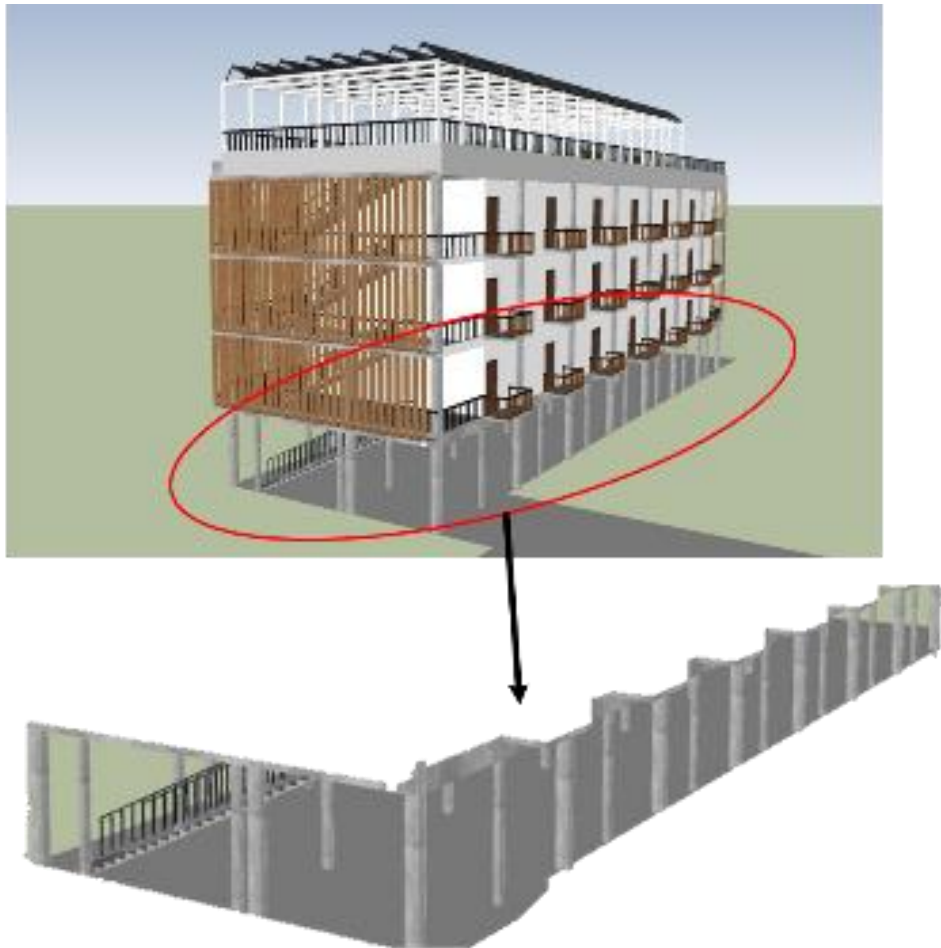
Desain tata ruang ini berpihak pada keberlanjutan hidup masyarakat marjinal dengan menghindari opsi penggusuran maupun potensi jentrikikasi yang seringkali mengikuti proyek revitalisasi kawasan[8]. Sebaliknya, masyarakat dilibatkan melalui adopsi kebiasaan lokal. Sampah botol plastik yang biasa dikumpulkan warga dimodifikasi dengan memotong bagian bawah dan melubangi sisinya, untuk dijadikan modul lubang biopori silindris sedalam 80–100 cm yang diisi sampah organik. Hal ini tidak hanya meningkatkan daya serap tanah secara murah dan massal, tetapi juga menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of belonging*) dan kesadaran lingkungan warga. Selain itu, integrasi panel surya di area atap (*rooftop*) bangunan (Gambar 4) dirancang untuk menekan beban biaya listrik warga, sekaligus menjaga kemandirian energi infrastruktur mitigasi kawasan saat krisis.



Gambar 4: Perletakan solar panel pada area *rooftop* bangunan

3.2.4. Infrastruktur Adaptif (*Adaptive Infrastructure*) pada Tipologi Hunian

Alih-alih membuat tanggul beton yang kaku, tipologi hunian dirancang beradaptasi dengan karakter air melalui penerapan hunian vertikal tingkat rendah (rumah susun) bersistem rumah panggung (Gambar 5). Lantai dasar (*undercroft*) dinaikkan dengan elevasi 3 meter dan dikosongkan dari fungsi hunian.

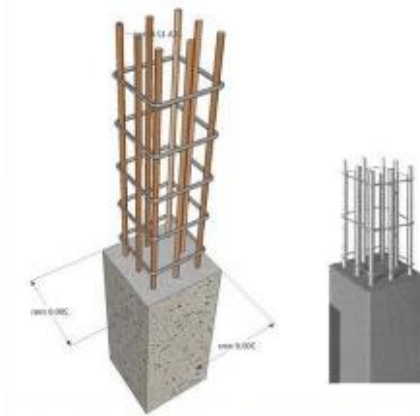


Gambar 5: Ilustrasi desain rumah susun

Area kolong ini diintegrasikan dengan sistem saluran drainase kawasan (Gambar 6 dan 7), berfungsi sebagai kolam retensi bawah tanah berbahan kedap air yang menampung limpasan puncak. Sistem ini dikendalikan oleh pompa *submersible* otomatis yang akan membuang sisa genangan kembali ke sungai secara perlahan hanya ketika debit sungai telah surut. Kestabilan struktur panggung dijamin melalui penggunaan kolom beton serat (*Fiber-reinforced concrete*) yang tahan korosi. Sebagai pelengkap adaptasi pergantian musim, diterapkan pula sistem pemanenan air hujan (*Rainwater Harvesting*) berskala kawasan (Gambar 8) untuk menabung air bersih yang dapat dimanfaatkan warga saat musim kemarau tiba.

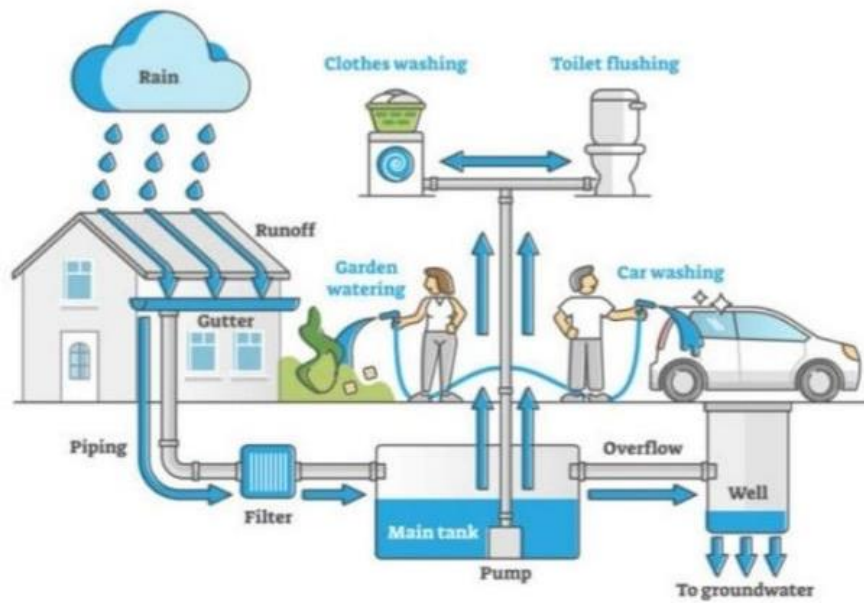


Gambar 6: Perencanaan penampungan air di bawah kolong bangunan



Gambar 7: Rencana desain kolom struktur pada bangunan rusun

RAINWATER HARVESTING



Gambar 8: Alur penyaringan air
 Sumber: Getty Images/iStockphoto

KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis dan evaluasi gagasan rancangan yang telah diuraikan, penerapan konsep *Sponge City* berlandaskan prinsip *Nature-based Solutions* (NbS) menawarkan pendekatan mitigasi bencana hidrometeorologis yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan bagi kawasan permukiman tepi sungai di perkotaan. Pendekatan ini menggeser paradigma penanganan banjir dari sekadar pertahanan infrastruktur fisik yang kaku, menuju strategi resiliensi ekologis yang memungkinkan lingkungan binaan untuk hidup berdampingan dengan dinamika alam.

Intervensi tata ruang dan arsitektur yang diusulkan meliputi penciptaan *sponge area* multifungsi, penataan bantaran sungai secara ekologis, adaptasi tipologi rumah susun bersistem panggung dengan kolam retensi di area *undervroft*, serta integrasi pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*), merupakan solusi spasial yang komprehensif. Solusi ini tidak hanya terbukti secara konseptual mampu mengelola dan mereduksi volume limpasan air hujan di kawasan rawan, tetapi juga mengoptimalkan efisiensi keterbatasan lahan perkotaan.

Lebih jauh, gagasan ini secara langsung menjawab tantangan keadilan sosial (*social equity*) dalam pemenuhan ruang hidup di perkotaan. Melalui perbaikan kualitas lingkungan dan pelibatan inisiatif warga lokal, kawasan permukiman rentan ini dapat diselamatkan dari ancaman degradasi menjadi kawasan kumuh (*slum area*), tanpa harus mencabut masyarakat marjinal dari akar ruang hidupnya. Keberhasilan implementasi kerangka perancangan ini diharapkan tidak hanya bermuara pada peningkatan kualitas kesehatan dan ekonomi sirkular masyarakat setempat, tetapi juga berpotensi besar menjadi purwarupa (*prototype*) perancangan permukiman tangguh iklim yang dapat direplikasi pada kawasan tepi sungai berskala makro di wilayah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahern, J. (2011). *From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world*. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343.
- [2] Douglas, I. (2017). *Urban ecology and urban ecosystem services*. London: Routledge.
- [3] Jakarta Provincial Government. (2022). *Portofolio Tebet Ecopark*. [online] Scribd. Available at: <https://www.scribd.com/document/661397885/Portofolio-Tebet-Ecopark-compressed>.
- [4] Kodoatie, R.J. and Sjarief, R. (2010). *Pengelolaan banjir terpadu di perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [5] Liu, J. (2023). *Application of Nature-Based Measures in China's Sponge City Initiative (translated version)*. [online] Scribd. Available at: <https://www.scribd.com/document/688783518/Application-of-nature-based-measures-in-China-s-sponge-city-initiative-Translate>.
- [6] Liu, T. (2022). *Sponge City Construction Based on Resilient City Theory*. *Open Journal of Social Sciences*, 10(3), 174–182. Available at: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=117342>.
- [7] Newman, P. and Jennings, I. (2008). *Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices*.

- Washington DC: Island Press.
- [8] Tiara, O. S. (2024). *Studies of Gentrification in Angke Vertical Housing*, Tambora, Jakarta. *Lakar: Jurnal Arsitektur*, 7(1), 145–157. <https://doi.org/10.30998/lja.v7i1.22467>
 - [9] Turner, J.F.C. (1976). *Housing by people: Towards autonomy in building environments*. London: Marion Boyars.
 - [10] UN-Habitat. (2016). *Urbanization and development: Emerging futures*. Nairobi: UN-Habitat.
 - [11] World Bank. (2020). *Urban Flood Management in Indonesia: Challenges and Opportunities*. [online] Available at: <https://www.worldbank.org>.
 - [12] Yu, K., Li, D. & Liu, H. (2015). *Sponge City: Theory and Practice*. *Landscape and Urban Planning*, 143, 12–22.