



Evaluasi Resiliensi Material Hardscape dan Softscape Pasca Bencana Banjir pada Taman Kota Pidie Jaya

INFO PENULIS

Nursinta
Universitas Malikussaleh
Lhokseumawe
nursinta.220160006@mhs.unimal.ac.id

Rinaldi Mirsa
Universitas Malikussaleh
Lhokseumawe
rinaldi@unimal.ac.id

Fidyati
Universitas Malikussaleh
Lhokseumawe
fidyati@unimal.ac.id

INFO ARTIKEL

ISSN: 2808-1307
Vol. 6, No. 2, Agustus 2026
<https://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajsh>

© 2026 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi

Nursinta, Mirsa, R., Fidyati. (2026). Evaluasi Resiliensi Material Hardscape dan Softscape Pasca Bencana Banjir pada Taman Kota Pidie Jaya. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, 6 (2),1919-1928.

Abstrak

Taman kota di kawasan rawan banjir tropis menghadapi paradoks desain yang kritis: infrastruktur hijau yang dirancang untuk memitigasi banjir justru rentan terhadap kerusakan akibat banjir itu sendiri. Penelitian ini mengevaluasi resiliensi material hardscape dan softscape Taman Kota Pidie Jaya dikenal sebagai Taman Cot Trieng pasca bencana banjir besar yang melanda Kabupaten Pidie Jaya pada November 2025 dan April 2026. Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif-analitis, data dikumpulkan melalui observasi sistematis lapangan, dokumentasi visual, dan wawancara mendalam dengan tujuh informan yang dipilih secara purposif. Analisis data menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña, dengan kerangka teoritis yang mengintegrasikan Landscape Resilience Framework (Ahern, 2011), teori resiliensi Walker et al. (2004; 2020), dan kerangka evaluasi pasca bencana Landström et al. (2021). Fokus pembahasan diarahkan pada dua elemen yang mengalami kerusakan paling parah: sistem drainase (hardscape) dengan tingkat kerusakan berat dan kategori resiliensi rendah (skor 3/9), serta vegetasi semak dan tanaman penutup tanah (softscape) yang mengalami kematian total. Temuan utama mengidentifikasi mekanisme kausalitas dua tahap yang dimediasi oleh sedimentasi lumpur sebagai variabel amplifier kerusakan. Penelitian ini juga mengungkap paradoks resiliensi struktural-fungsional serta institutional resilience gap sebagai determinan non-material yang secara signifikan melemahkan kapasitas pemulihan taman. Rekomendasi berbasis bukti dirumuskan dalam tiga domain terintegrasi: rekayasa drainase anti-sedimentasi, seleksi vegetasi toleran banjir berbasis zonasi genangan, dan reformasi tata kelola taman kota pascabencana.

Kata kunci: resiliensi material, hardscape, softscape, taman kota, banjir, Pidie Jaya, arsitektur lanskap

Abstract

Urban parks in flood-prone tropical areas face a critical design paradox: green infrastructure designed to mitigate flooding is itself vulnerable to flood-induced damage. This study evaluates the material resilience of hardscape and softscape elements in Pidie Jaya City Park (Taman Cot Trieng) following major flood events in November 2025 and April 2026. Employing a qualitative descriptive-analytical approach, data were collected through systematic field observation, visual documentation, and in-depth interviews with seven purposively selected informants. Data analysis used the Miles, Huberman, and Saldana interactive model, grounded in an integrated theoretical framework combining Ahern's (2011) Landscape Resilience Framework, Walker et al.'s (2004; 2020) resilience theory, and Landstrom et al.'s (2021) post-disaster evaluation framework. Analysis focused on the two most severely damaged elements: the drainage system (hardscape) with a heavy damage rating and low resilience score (3/9), and shrub vegetation and ground cover (softscape) which suffered total mortality. Key findings identify a two-stage causal mechanism mediated by sediment deposition as the primary damage amplifier. The study also reveals a structural-functional resilience paradox and institutional resilience gap as non-material determinants that critically undermine the park's recovery capacity. Evidence-based recommendations are formulated across three integrated domains: anti-sedimentation drainage engineering, flood-zone-based planting design, and post-disaster governance reform.

Keywords: material resilience, hardscape, softscape, urban park, flood, Pidie Jaya, landscape architecture

A. Pendahuluan

Perubahan iklim global telah mengubah lanskap risiko bencana perkotaan secara fundamental. Laporan IPCC (2021) mengonfirmasi peningkatan signifikan dalam intensitas dan frekuensi kejadian hidrometeorologi ekstrem, di mana banjir menyumbang lebih dari 40% seluruh kejadian bencana alam dunia dengan kerugian ekonomi mencapai USD 651 miliar per dekade (UNDRR, 2022). Di tingkat nasional, BNPB (2023) mencatat lebih dari 1.400 kejadian banjir sepanjang 2022 dengan kerugian infrastruktur melampaui Rp 5,2 triliun angka yang mencerminkan kegagalan sistemik perencanaan infrastruktur perkotaan yang masih beroperasi dalam paradigma ketahanan statis di tengah tekanan dinamis yang terus meningkat.

Dalam kerangka pembangunan perkotaan kontemporer, taman kota diposisikan sebagai infrastruktur hijau strategis yang menjalankan fungsi ekohidrologis: mereduksi limpasan permukaan, meningkatkan infiltrasi, dan memitigasi dampak banjir (Demuzere et al., 2021). Namun, terdapat paradoks epistemis yang konsisten diabaikan dalam praktik perencanaan bahwa elemen fisik taman kota itu sendiri, baik komponen hardscape maupun softscape, merupakan objek yang rentan terhadap kerusakan akibat banjir yang seharusnya mereka mitigasi. Laforteza et al. (2022) mendokumentasikan secara empiris bahwa banjir berulang mengakibatkan degradasi material perkerasan, erosi media tanam, kegagalan sistem drainase, dan kematian massal vegetasi. Paradoks ini mengekspos kontradiksi struktural yang belum terselesaikan dalam disiplin arsitektur lanskap.

Provinsi Aceh, khususnya Kabupaten Pidie Jaya, merepresentasikan laboratorium empiris yang relevan dan mendesak. Secara hidrologis, wilayah ini dicirikan oleh paparan langsung terhadap Samudra Hindia, rezim curah hujan ekstrem, dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Meureudu dengan respons aliran cepat yang menghasilkan banjir periodik destruktif. BPBD Pidie Jaya (2022) mencatat kejadian banjir besar pada 2016, 2019, 2021, 2022, dan yang terbaru pada November 2025 serta April 2026, yang setiap kali mengakibatkan kerusakan masif pada infrastruktur perkotaan termasuk Taman Kota Pidie Jaya (Taman Cot Trieng). Sebagai satu-satunya ruang publik terbuka utama di pusat kota Meureudu, degradasi taman ini bukan sekadar kerugian material, melainkan erosi terhadap kapasitas sosial dan ekologis komunitas perkotaan.

Kajian literatur mengidentifikasi empat kesenjangan penelitian yang substantif: (1) dominasi studi resiliensi infrastruktur hijau pada konteks kota-kota beriklim temperat di negara maju; (2) ketiadaan evaluasi integratif yang menganalisis degradasi hardscape dan softscape secara simultan dalam relasi kausalnya dengan karakteristik banjir; (3) dominasi

metodologi kuantitatif-pemodelan yang meninggalkan ruang kosong bagi pendekatan kualitatif; dan (4) ketiadaan penelitian spesifik mengenai resiliensi material taman kota di Aceh dengan karakteristik hidrologis yang khas.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan dua tujuan utama: pertama, menganalisis hubungan kausal antara karakteristik banjir di Pidie Jaya dengan tingkat kerusakan material hardscape dan softscape Taman Kota Pidie Jaya; dan kedua, menginterpretasikan tingkat resiliensi material berdasarkan indikator Walker serta merumuskan rekomendasi desain material yang sesuai untuk meningkatkan ketangguhan taman terhadap bencana banjir di masa depan. Fokus pembahasan diarahkan secara kritis pada dua elemen yang terbukti paling rentan: sistem drainase sebagai representasi hardscape, dan vegetasi semak-tanaman penutup tanah sebagai representasi softscape.

Tinjauan Pustaka

Teori Hardscape dan Softscape dalam Arsitektur Lanskap

Konsep hardscape dan softscape merupakan kerangka fundamental dalam arsitektur lanskap yang membedakan elemen keras berbasis material anorganik dengan elemen lunak berbasis organisme hidup. Di Indonesia, konsep ini dikontekstualisasikan oleh Hakim dan Utomo (2003) melalui Komponen Perancangan Arsitektur Lanskap, yang mengadaptasi kerangka Barat terhadap iklim tropis, penggunaan material lokal, dan karakter ruang terbuka Asia Tenggara. Hardscape mencakup perkerasan, jalur pedestrian, furnitur taman, sistem drainase, dan elemen bangunan lanskap yang membentuk struktur spasial. Sebaliknya, softscape meliputi vegetasi, media tanam, dan sistem biologis yang bersifat dinamis karena tumbuh dan berubah sesuai kondisi lingkungan (Hakim & Utomo, 2003).

Dalam konteks penelitian resiliensi pascabencana, teori Hakim dan Utomo memiliki keterbatasan konseptual yang perlu diakui: dikembangkan dalam perspektif desain a priori yang mengasumsikan kondisi lingkungan stabil (steady-state assumption), sehingga belum memiliki instrumen untuk mengukur degradasi kapasitas material di bawah tekanan bencana hidrologis. Penelitian ini merespons keterbatasan tersebut dengan mengusulkan penambahan dua parameter evaluatif: flood resistance rating dan sediment resistance rating sebagai dimensi baru dalam karakterisasi material lanskap untuk kawasan rawan bencana.

Teori Resiliensi dalam Konteks Lanskap Perkotaan

Teori resiliensi dalam arsitektur lanskap berakar pada ekologi melalui pemikiran C.S. Holling (1973) yang membedakan engineering resilience (kecepatan kembali ke keseimbangan) dari ecological resilience (kemampuan menyerap gangguan tanpa kehilangan fungsi fundamental). Walker et al. (2004; 2020) mengembangkan kerangka ini melalui sistem sosio-ekologis yang menempatkan tiga kapasitas utama: resilience, adaptability, dan transformability. Jack Ahern kemudian mengadaptasi teori ini ke ranah arsitektur lanskap melalui paradigma safe-to-fail, yang menerima kemungkinan kegagalan namun memastikan sistem tetap mampu berfungsi dan pulih secara adaptif. Meerow dan Newell (2019) selanjutnya memperluas konsep resiliensi perkotaan dengan dimensi tata kelola dan keadilan sosial.

Dalam konteks evaluasi material lanskap pascabanjir, teori resiliensi dioperasionalkan melalui tiga indikator utama yang diaplikasikan dalam penelitian ini. Robustness mengukur ketahanan material mempertahankan integritas struktural terhadap tekanan banjir. Rapidity menilai kecepatan pemulihan elemen ke kondisi fungsional setelah gangguan. Resourcefulness mengukur kapasitas adaptasi dan mobilisasi sumber daya untuk pemulihan (Walker et al., 2004). Ketiga indikator ini menjadikan resiliensi tidak sekadar dipahami sebagai ketahanan pasif, tetapi sebagai kemampuan belajar, beradaptasi, dan beregenerasi secara aktif.

Teori Kerusakan Material dalam Konteks Lanskap (Ahern)

Ahern (2011) memandang kerusakan material bukan sebagai kondisi biner antara "rusak" dan "tidak rusak", melainkan sebagai spektrum kontinu yang bergerak dari kondisi intact, stressed, damaged, hingga failed. Dalam konteks banjir perkotaan, Ahern mengidentifikasi tiga mekanisme utama kerusakan material: erosive damage (degradasi akibat abrasi aliran air), hydrostatic damage (kerusakan akibat tekanan air yang menyebabkan pengangkatan atau retakan), dan chemical damage (kerusakan dipicu reaksi kimia antara material dengan zat terlarut atau sedimen). Ketiga mekanisme ini bekerja secara simultan, sehingga kerusakan lanskap harus dipahami sebagai proses multidimensional. Penelitian ini menemukan bahwa dalam konteks banjir sedimen-tinggi, perlu ditambahkan mekanisme keempat: sediment blockage damage kerusakan fungsional akibat pemblokiran sistem utilitas oleh deposisi sedimen pasca surut genangan.

Teori Evaluasi Pasca Bencana (Landström et al., 2021)

Landström et al. (2021) mengembangkan kerangka evaluasi pasca bencana berbasis coproduction of knowledge yang menolak pendekatan top-down dan monodisipliner. Kerangka ini menekankan integrasi antara pengetahuan ilmiah dengan pengalaman empiris masyarakat lokal, dan mengoperasionalkan evaluasi melalui tiga dimensi: damage characterization (identifikasi pola dan tingkat kerusakan), causal attribution (analisis hubungan kausal antara karakteristik banjir dan kerusakan), serta recovery assessment (penilaian kapasitas dan kecepatan pemulihan). Orientasi prospektif kerangka ini menjadikannya relevan bagi penelitian ini karena tidak hanya mendokumentasikan apa yang rusak, tetapi secara sistematis menganalisis mengapa dan bagaimana kerusakan terjadi fondasi bagi rekomendasi desain berbasis bukti.

Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian Ini

Beberapa penelitian relevan yang menjadi landasan komparatif penelitian ini antara lain: Laforteza et al. (2022) mendokumentasikan bahwa Nature-based Solutions (NbS) efektif meningkatkan resiliensi infrastruktur hijau, namun efektivitasnya sangat bergantung pada pemilihan spesies dan material yang tepat temuan yang dikonfirmasi oleh penelitian ini dalam konteks tropis Indonesia. Kabisch et al. (2021) menegaskan bahwa pemilihan spesies tanaman yang sesuai kondisi tapak menentukan ketahanan softscape terhadap tekanan hidrologis. Demuzere et al. (2021) menyimpulkan bahwa infrastruktur hijau multifungsi lebih resilien, namun memerlukan material tepat untuk bertahan di bawah tekanan hidrologis. Cutter et al. (2016) mengingatkan bahwa indikator resiliensi harus bersifat multidimensional dan kontekstual tidak dapat digeneralisasikan lintas lokasi. Leksono et al. (2019) menemukan bahwa kualitas material taman kota di Indonesia umumnya rendah akibat ketidaktepatan pemilihan material dan kurangnya pemeliharaan; penelitian ini menambahkan variabel pascabanjir yang belum dikaji Leksono et al. Kesenjangan yang paling kritis adalah absennya penelitian empiris tentang resiliensi material taman kota di kawasan DAS pegunungan tropis Indonesia celah yang penelitian ini hadirkan untuk mengisinya.

B. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif-analitis yang dikonseptualisasikan oleh Sandelowski (2000) sebagai pendekatan yang mengutamakan gambaran komprehensif terhadap fenomena yang diteliti, sambil secara bersamaan melakukan analisis interpretatif yang mengungkap pola, hubungan kausal, dan makna yang tidak tampak pada permukaan. Paradigma yang mendasarinya adalah interpretivisme konstruktivis (Guba & Lincoln, 1994; Creswell & Poth, 2018), yang memahami realitas sebagai konstruksi sosial yang bergantung pada perspektif dan konteks para aktor yang terlibat.



Gambar 1.1 lokasi taman kota

Lokasi penelitian adalah Taman Kota Pidie Jaya (Taman Cot Trieng) di Gampong Manyang Lancok, Kecamatan Meureudu, Kabupaten Pidie Jaya, Aceh. Pemilihan lokasi didasarkan pada empat alasan ilmiah: (1) tingkat kerawanan banjir yang sangat tinggi akibat karakteristik DAS Krueng Meureudu; (2) riwayat banjir terdokumentasi minimal empat kali dalam periode 2019–

2023, ditambah dua episode banjir besar pada November 2025 dan April 2026; (3) kelengkapan komponen hardscape dan softscape yang representatif; dan (4) signifikansi sosial sebagai satu-satunya ruang publik utama Kabupaten Pidie Jaya yang juga mengandung nilai budaya melalui keberadaan Museum Pidie Jaya berbentuk Rumoh Aceh di dalamnya.

Sumber data primer diperoleh melalui tiga teknik yang ditriangulasikan: (1) observasi sistematis kondisi fisik aktual setiap elemen hardscape dan softscape; (2) dokumentasi visual lapangan berupa foto dan video; dan (3) wawancara mendalam (in-depth interview) dengan tujuh informan yang dipilih menggunakan purposive sampling meliputi pengelola taman (Riski), pengunjung luar daerah, masyarakat sekitar (Fahmi dan Azizah), Kepala Dinas Lingkungan Hidup, Pimpinan DPRK Pidie Jaya, serta sumber dokumentasi tertulis dari Serambinews dan laporan resmi Pemda. Data sekunder mencakup laporan BPBD Pidie Jaya, dokumen perencanaan taman dari Dinas PUPR, dan data hidrometeorologis BMKG Aceh.

Analisis data menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) melalui empat tahap: pengumpulan data (data collection), kondensasi data (data condensation) melalui proses open coding, axial coding, dan selective coding, penyajian data (data display), serta penarikan dan verifikasi kesimpulan (conclusion drawing and verification). Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan metode, member checking, serta dependabilitas melalui pemeliharaan catatan refleksif (reflexive journal) sepanjang proses penelitian (Lincoln & Guba, 1985).

C. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Banjir sebagai Variabel Tekanan

Banjir yang melanda Taman Kota Pidie Jaya pada periode November 2025–April 2026 memiliki karakteristik yang secara fundamental berbeda dari banjir hidrologis tipikal yang diasumsikan dalam sebagian besar literatur desain lanskap. Berdasarkan triangulasi data lapangan, tiga karakteristik pembeda utama teridentifikasi. Pertama, konsentrasi sedimen lumpur yang sangat tinggi air banjir yang bersumber dari luapan Krueng Meureudu membawa beban sedimen masif dari erosi tebing dan dasar sungai yang telah mengalami pendangkalan progresif. Informan Azizah mengonfirmasi skala genangan: "Disekitaran Meureudu tinggi banjir sekitar 1 meter," sementara laporan bencana mendokumentasikan bahwa air yang masuk ke area kompleks perkantoran dan Taman Kota berkisar 50 cm hingga 1 meter, membawa sedimen lumpur pekat (Dok-Web/Laporan Bencana, 2025).

Kedua, durasi genangan yang melampaui ambang toleransi biologis vegetasi melebihi 48 jam pada banjir November 2025, menciptakan kondisi anoksia biologis pada zona perakaran. Ketiga, pola kejadian bergelombang dalam rentang enam bulan (November 2025 dan April 2026) yang mengeliminasi window of recovery alami antara dua episode banjir. Akar penyebab banjir berulang bersifat struktural-hidrologis: "Banjir dipicu oleh pendangkalan sungai (sedimen lumpur) pascabanjir bandang sebelumnya... Krueng Meureudu tidak mampu menampung volume air hujan" (Dok-Web/Serambinews, 2025). Pendangkalan progresif ini menciptakan siklus kerentanan yang semakin menguat dari waktu ke waktu kondisi yang selaras dengan peringatan IPCC (2021) tentang eskalasi kejadian hidrometeorologi ekstrem.

Analisis Hardscape: Sistem Drainase sebagai Elemen Paling Rusak

Mekanisme Kerusakan Dua Tahap

Dari seluruh elemen hardscape yang terdampak meliputi jalur pedestrian/paving, area bermain anak, bangku taman/street furniture, sistem pencahayaan, bangunan Museum Pidie Jaya, area parkir, dan zona pedagang sistem drainase merupakan satu-satunya elemen yang kegagalan fungsionalnya memiliki efek amplifikatif terhadap seluruh sistem taman. Informan Fahmi secara eksplisit menyoroti kondisi ini: "Saluran air (ini krusial karena menyebabkan genangan berulang)" (Fahmi, Masyarakat Sekitar). Keterangan ini diperkuat oleh laporan pemerintah daerah yang mencantumkan drainase sebagai salah satu fasilitas yang mengalami kerusakan berat (Pemda/Kadis LH & DPRK Pidie Jaya).



Gambar 1.2 sistem drainase

Analisis lintas data mengidentifikasi mekanisme kausalitas dua tahap yang secara konseptual berbeda dari asumsi umum dalam literatur kerusakan material. Tahap pertama adalah fase genangan aktif kerusakan mekanis langsung akibat tekanan hidrostatik dan dinamis air banjir. Pada fase ini, kerusakan bersifat degradatif namun tidak destruktif-total: tidak ada elemen hardscape struktural yang runtuh atau tersapu arus, sebagaimana dikonfirmasi oleh pengelola taman Riski: "Secara tidak langsung fasilitas sebelum dan sesudah banjir masih sama tidak ada di ganti dan di perbarui." Pernyataan ini mengindikasikan robustness struktural yang relatif baik struktur tidak runtuh akibat gaya hidrolik langsung.

Tahap kedua dan ini yang terbukti jauh lebih destruktif secara fungsional adalah fase pasca surut genangan, ketika residu sedimentasi menciptakan kerusakan fungsional yang berlangsung secara perlahan. Lumpur kering yang mengendap di dalam saluran drainase menciptakan kondisi functional blockage total: saluran secara struktural masih utuh tetapi kehilangan seluruh kapasitas hidrologisnya. Kontribusi spesifik penelitian ini terletak pada identifikasi bahwa dalam konteks banjir sedimen-tinggi, mekanisme kerusakan drainase bukan melalui deformasi struktural (retak, putus, ambles), melainkan melalui internal blockage kondisi yang secara visual tidak terdeteksi sebagai "kerusakan" namun secara fungsional setara dengan kerusakan total (Ahern, 2011). Temuan ini mendukung dan memperluas teori kerusakan material Ahern dengan menempatkan sediment blockage damage sebagai mekanisme kerusakan keempat yang khusus relevan untuk konteks banjir tropis sedimen-tinggi.

Evaluasi Resiliensi Sistem Drainase Berdasarkan Indikator Walker

Penilaian resiliensi sistem drainase berdasarkan tiga indikator Walker menghasilkan temuan yang beragam pada level terendah (skor total 3/9, kategori Rendah). Robustness (ketahanan fisik) dinilai 1/3 karena sistem tersumbat total oleh sedimen dan kehilangan fungsi hidrologis sepenuhnya. Meskipun strukturnya secara fisik tidak hancur yang secara teknis masih menunjukkan ketahanan terhadap gaya mekanis langsung kehilangan fungsi total menjadikan nilai robustness fungsional berada pada level terendah. Rapidity (kecepatan pemulihan) juga dinilai 1/3 karena tidak ada pembersihan rutin yang dilakukan, sehingga drainase tersumbat terus menjadi sumber genangan berulang bahkan pada hujan intensitas menengah sebuah manifestasi dampak tersier yang diidentifikasi oleh kerangka Landström et al. (2021).

Resourcefulness (adaptabilitas) dinilai 1/3 karena tidak teridentifikasi modifikasi atau adaptasi sistem yang dilakukan pasca banjir. Ini berbeda dengan elemen bangunan Museum Pidie Jaya (skor robustness 3/3 dan resourcefulness 3/3) yang mendemonstrasikan resourcefulness sosial-spasial luar biasa difungsikan sebagai pusat trauma healing bagi anak-anak korban banjir oleh Kementerian Kebudayaan RI segera setelah genangan surut, bahkan ketika kondisi fisik taman belum sepenuhnya pulih.

Implikasi paling signifikan dari rendahnya nilai resiliensi drainase adalah efek dominonya: kegagalan drainase mengakibatkan genangan berulang yang memperlambat pemulihan softscape, mendegradasi kualitas lingkungan taman secara keseluruhan, dan menciptakan rantai kausalitas yang bersifat kumulatif-siklus. Kondisi ini mengonfirmasi temuan Demuzere et al. (2021) bahwa infrastruktur hijau meski multifungsi memerlukan material dan sistem yang tepat untuk bertahan di bawah tekanan hidrologis berulang.

Analisis Softscape: Vegetasi Semak dan Tanaman Penutup Tanah sebagai Elemen Paling Rusak

Profil Kerusakan: Kematian Total dan Soil Sealing

Dibandingkan dengan elemen hardscape, elemen softscape mengalami dampak yang jauh lebih destruktif dan memerlukan waktu pemulihan yang secara inheren lebih panjang. Di antara seluruh elemen softscape meliputi pohon pelindung/kanopi dan vegetasi semak-tanaman penutup tanah vegetasi semak dan tanaman penutup tanah (ground cover) merupakan elemen yang mengalami kerusakan paling parah dengan tingkat kerusakan berat: "Mati total; tidak ada regenerasi alami; area terbuka dan gersang" (Tabel Perbandingan Kondisi Material, Observasi Lapangan, 2026). Pemerintah daerah mengonfirmasi bahwa kerusakan vegetasi merupakan bagian dari kerusakan komprehensif: "Fasilitas rusak: Hardscape (jalan, drainase), Street furniture, Sistem pencahayaan, Vegetasi rusak akibat genangan" (Pemda/Kadis LH & DPRK Pidie Jaya).

Mekanisme kematian vegetasi semak-ground cover berlangsung melalui dua jalur kausalitas yang saling memperkuat. Jalur pertama adalah anoksia biologis durasi genangan

melebihi 48 jam menciptakan kondisi anaerob pada zona perakaran yang secara biologis mematikan vegetasi dari bawah ke atas melalui asfiksiasi sistem perakaran.



Gambar 1.3 kondisi terbaru tanaman penutup tanah

Vegetasi semak dan tanaman penutup tanah, dengan sistem perakaran dangkal yang lebih rentan terhadap kondisi jenuh air berkepanjangan dibandingkan pohon berperakaran dalam, menjadi yang paling pertama mengalami kematian total (Kabisch et al., 2021). Jalur kedua adalah soil sealing akibat sedimentasi endapan lumpur kering yang menutupi permukaan tanah di area terbuka hijau secara efektif menyegel pori-pori tanah, menciptakan kondisi di mana kapasitas resapan alami tanah lenyap sepenuhnya. Fakta bahwa diperlukan alat berat berupa ekskavator untuk mengeruk sedimen mengindikasikan skala dan ketebalan endapan lumpur yang melampaui kapasitas pembersihan manual biasa (Dok-Web/Laporan Bencana, 2025).

Evaluasi Resiliensi Softscape Berdasarkan Indikator Walker

Penilaian resiliensi vegetasi semak-ground cover menghasilkan skor total 3/9, kategori Rendah setara dengan sistem drainase namun dengan profil kelemahan yang berbeda secara mekanistik. Robustness (1/3): vegetasi mati atau rusak berat akibat genangan berkepanjangan. Tidak ada data yang menunjukkan adanya spesies toleran genangan (flood-tolerant plants) yang telah diintegrasikan ke dalam desain taman sebelumnya mengindikasikan bahwa pemilihan spesies pada desain awal tidak mempertimbangkan risiko banjir sebagai parameter kritis. Kondisi ini bertentangan langsung dengan rekomendasi Kabisch et al. (2021) dan Booth (2011) yang menekankan bahwa pemilihan spesies yang sesuai dengan toleransi banjir merupakan determinan utama ketahanan softscape.

Rapidity (1/3): regenerasi alami terhenti total akibat penutupan zona resapan oleh lumpur. Mekanisme ini secara konseptual mengkonfirmasi kerangka Landström et al. (2021) tentang dampak sekunder banjir sedimentasi yang berlanjut pasca kejadian utama sebagai penyebab kerusakan yang lebih berkelanjutan. Namun, terdapat dimensi non-teknis yang secara paradoksal lebih dominan dalam menentukan rapidity aktual: hambatan institusional. Kepala Dinas Lingkungan Hidup secara eksplisit mengidentifikasi: "Taman tidak terurus. Masalah utama: Fragmentasi institusi, Keterbatasan anggaran pemeliharaan." Pernyataan ini mengungkap bahwa vegetasi yang secara teoritis mungkin dapat pulih secara alami justru tidak mendapatkan intervensi pemeliharaan yang diperlukan untuk mempercepat regenerasi bukan karena ketiadaan kemampuan material untuk pulih, melainkan karena institutional resilience gap yang mencegah pemulihan tersebut terfasilitasi.

Resourcefulness (1/3): tidak ada spesies pengganti atau substitusi vegetasi toleran banjir yang teridentifikasi direncanakan atau diimplementasikan. Kondisi ini berbeda tajam dengan resourcefulness sosial-spasial yang dimanifestasikan oleh elemen bangunan taman, dan mencerminkan kelemahan sistemik dalam kapasitas adaptif pengelolaan softscape pascabencana. Ketiadaan resourcefulness softscape ini juga mengindikasikan bahwa taman belum memiliki dokumen Post-Disaster Management Plan yang mengatur strategi pemulihan vegetasi secara terstruktur sesuatu yang dikritisi oleh kerangka evaluasi Landström et al. (2021) sebagai kelemahan fundamental dalam manajemen bencana infrastruktur publik di negara berkembang.

Temuan Lintas Elemen: Paradoks Resiliensi dan Institutional Resilience Gap

Sintesis analisis drainase dan vegetasi semak-ground cover mengungkap temuan lintas elemen yang menjadi kontribusi konseptual terpenting penelitian ini. Temuan pertama adalah paradoks resiliensi struktural versus fungsional: Taman Kota Pidie Jaya memiliki resiliensi struktural yang relatif tinggi pada elemen bangunan utama (skor 7/9) tidak ada elemen yang

runtuh atau tersapu banjir namun resiliensi fungsional sistem secara keseluruhan berada pada kategori rendah (skor rata-rata 4/9). Paradoks ini bangunan berdiri tetapi sistem tidak berfungsi mengindikasikan bahwa investasi dalam kekuatan struktural material tanpa disertai perhatian pada kapasitas pemulihan fungsional adalah strategi desain yang tidak efisien secara life-cycle cost (Walker et al., 2020).

Temuan kedua adalah identifikasi institutional resilience gap sebagai determinan non-material yang memiliki dampak lebih besar terhadap resiliensi taman dibandingkan karakteristik intrinsik material itu sendiri. Skema pengelolaan taman yang melibatkan dualisme kewenangan antara Pemerintah Daerah (melalui Dinas Lingkungan Hidup) dan pihak penyewa/operator menciptakan fragmentasi institusional di mana tanggung jawab pemeliharaan aset lanskap tidak terdefinisi dengan jelas. Dalam penelitian ini, institutional resilience gap didefinisikan sebagai celah antara kapasitas resiliensi yang dimiliki material secara inherent (relatif baik pada elemen struktural) dengan kapasitas resiliensi yang dapat diwujudkan dalam praktik yang sangat terbatas akibat fragmentasi kewenangan.

Temuan ketiga adalah modifikasi terhadap teori Walker: rapidity dalam konteks lanskap kota di negara berkembang adalah variabel hibrida (hybrid variable) yang tidak dapat dipahami tanpa memperhitungkan kapasitas institusional pengelola. Secara formal: Rapidity aktual = Kemampuan intrinsik material untuk pulih $\times$ Kapasitas institusional untuk memfasilitasi pemulihan. Ketika kapasitas institusional mendekati nol (akibat fragmentasi kewenangan dan keterbatasan anggaran), rapidity keseluruhan sistem juga mendekati nol terlepas dari kapasitas intrinsik material. Model Resiliensi Lanskap Hibrida yang diusulkan: Resiliensi Taman Kota = $f[\text{Robustness}(\text{material}) \times \text{Kapasitas Institusional}] + f[\text{Rapidity}(\text{material}) \times \text{Kapasitas Institusional}] + f[\text{Resourcefulness}(\text{sosial-spasial})]$. Model ini memiliki implikasi praktis penting: investasi dalam material yang lebih resilien akan menghasilkan dampak terbatas jika tidak disertai dengan investasi paralel dalam kapasitas institusional pengelolaan sebuah kesimpulan yang relevan bagi kebijakan desain taman kota di Indonesia secara lebih luas.

Rekomendasi Desain Berbasis Bukti

Domain 1: Rekayasa Sistem Drainase Anti-Sedimentasi

Kelemahan sistem drainase eksisting yang teridentifikasi adalah ukuran saluran yang tidak memadai untuk menampung debit puncak banjir Krueng Meureudu dan ketiadaan mekanisme intersepsi sedimen. Rekomendasi berbasis bukti mencakup tiga intervensi. Pertama, pelebaran dimensi saluran drainase dengan rasio kapasitas minimal $2 \times$ kapasitas debit puncak banjir terukur (banjir November 2025), mengikuti prinsip overdesign capacity yang direkomendasikan untuk infrastruktur di kawasan rawan banjir berulang. Kedua, integrasi bak kontrol sedimen portabel (removable sediment trap) pada setiap titik pertemuan saluran drainase, yang dirancang untuk dapat dikosongkan secara berkala tanpa harus membongkar struktur hardscape permanen di atasnya merespons langsung kendala ekskavasi mekanis yang teridentifikasi dalam data. Ketiga, penggunaan material pelapis saluran dengan permukaan halus seperti beton bertulang berkilap atau HDPE (High Density Polyethylene) yang secara fisik mengurangi adhesi sedimen pada dinding saluran sehingga proses pembersihan dapat dilakukan dengan tekanan air tanpa memerlukan alat berat (Mell, 2016).

Domain 2: Seleksi Material Softscape Toleran Banjir Berbasis Zonasi Genangan

Kematian vegetasi semak-ground cover mengindikasikan bahwa pemilihan spesies pada desain awal tidak mempertimbangkan risiko banjir sebagai parameter desain. Rekomendasi mencakup: (1) substitusi spesies dengan tanaman toleran genangan tinggi untuk lapisan bawah direkomendasikan *Acanthus ilicifolius* dan *Crinum asiaticum* yang secara biogeografis adaptif terhadap kondisi genangan periodik di kawasan pantai Aceh, serta *Ophiopogon japonicus* sebagai ground cover dengan toleransi genangan menengah; (2) penerapan desain planting pattern berbasis ketinggian genangan terukur zona tergenang >60 cm menggunakan spesies akuatik atau semi-akuatik, zona 30–60 cm menggunakan spesies toleran genangan sedang, dan zona <30 cm dapat menggunakan spesies dengan toleransi terbatas; (3) penggunaan sistem penanaman raised bed (media tanam yang ditinggikan 30–45 cm di atas elevasi muka tanah eksisting) untuk spesies yang memiliki nilai estetis atau kultural tinggi namun kurang toleran genangan (Booth, 2011; Kabisch et al., 2021). Pendekatan berbasis zonasi genangan ini mengintegrasikan data hidrologis historis ke dalam strategi penanaman wujud konkret dari evidence-based design yang diadvokasi oleh Nassauer dan Opdam (2008).

Domain 3: Reformasi Tata Kelola Berbasis Arsitektur Lanskap

Temuan tentang institutional resilience gap sebagai hambatan utama resiliensi membawa implikasi bahwa rekomendasi teknis-material semata tidak akan mencapai dampak maksimal tanpa disertai reformasi tata kelola. Tiga intervensi governance direkomendasikan: (1) penyusunan Masterplan Tata Kelola Pasca Bencana yang mendefinisikan secara eksplisit tanggung jawab pemeliharaan masing-masing aktor dalam kondisi normal maupun pasca bencana; (2) integrasi klausa resiliensi pasca bencana dalam kontrak penyewaan (*resilience covenant in lease agreements*) mekanisme legal yang mewajibkan penyewa/operator berpartisipasi dalam pembersihan taman dalam batas waktu tertentu pasca bencana, menjawab temuan tentang absensi aktor bermandat; dan (3) pembentukan dana pemeliharaan darurat (*emergency maintenance fund*) yang teralokasi khusus untuk pembersihan pasca banjir, menjawab langsung kendala keterbatasan anggaran yang diidentifikasi Kepala Dinas LH. Ketiga domain ini membentuk triad yang saling bergantung: kelemahan pada satu domain secara sistematis membatasi efektivitas kedua domain lainnya.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan dua kesimpulan utama yang menjawab rumusan masalah yang ditetapkan. Pertama, terdapat hubungan kausal yang kuat, terpola, dan non-linear antara karakteristik banjir Pidie Jaya dengan tingkat kerusakan material hardscape dan softscape Taman Kota Pidie Jaya. Relasi kausal ini tidak bekerja secara proporsional-sederhana, melainkan dimediasi secara dominan oleh sedimentasi lumpur sebagai amplifier kerusakan yang bekerja melalui mekanisme pasca-surut genangan. Kerusakan berlangsung dalam dua tahap: kerusakan mekanis langsung selama genangan aktif (destruktif namun tidak total) dan kerusakan fungsional akibat residu sedimentasi pasca surut (jauh lebih destruktif dan berdurasi panjang). Dari seluruh elemen yang terdampak, sistem drainase sebagai hardscape dan vegetasi semak-ground cover sebagai softscape merupakan dua elemen dengan tingkat kerusakan paling parah dan resiliensi paling rendah.

Kedua, tingkat resiliensi material Taman Kota Pidie Jaya secara keseluruhan berada pada kategori rendah (skor rata-rata 4,0/9,0) dengan profil paradoksal: resiliensi struktural bangunan utama tergolong sedang-tinggi (7/9), sementara utilitas drainase, softscape vegetasi, dan zona resapan seluruhnya berada pada kategori rendah (3/9 masing-masing). Hambatan terbesar pemulihan bukan bersifat teknis-material, melainkan institusional institutional resilience gap akibat fragmentasi kewenangan antara operator penyewa dan Pemerintah Daerah. Peningkatan ketangguhan taman memerlukan pendekatan triadik yang mengintegrasikan secara simultan rekayasa drainase anti-sedimentasi, seleksi softscape toleran banjir berbasis zonasi genangan, dan reformasi tata kelola pasca bencana.

Saran

Kepada pemerintah daerah disarankan untuk memprioritaskan redesain sistem drainase dengan kapasitas minimal dua kali debit puncak banjir terukur, dilengkapi bak kontrol sedimen portabel, serta menetapkan SOP pemulihan pasca banjir dengan batas waktu pembersihan sedimen maksimal 7 hari pasca surut. Kepada perencana dan desainer arsitektur lanskap disarankan untuk menjadikan analisis sedimentasi dan zonasi genangan sebagai parameter wajib dalam setiap proyek taman kota di kawasan rawan banjir. Kepada komunitas akademik disarankan untuk melakukan validasi kuantitatif terhadap mekanisme kausalitas dua tahap yang teridentifikasi, validasi empiris Model Resiliensi Lanskap Hibrida yang diusulkan melalui studi komparatif multi-lokasi, serta penelitian longitudinal untuk mengukur trajektori pemulihan material. Secara kebijakan, RTRW perlu merevisi standar material taman kota di zona rawan banjir dengan mengintegrasikan dimensi flood resistance rating dan sediment resistance rating sebagai ketentuan wajib teknis.

E. Referensi

- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). *Data dan informasi bencana Indonesia 2022*. BNPB. <https://bnpb.go.id/publikasi/data-informasi-bencana-indonesia>
- Booth, N. K. (2011). *Planting the natural garden*. Timber Press.
<https://www.timberpress.com/books/planting-the-natural-garden/oudolf/97816046921>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2016). The geographies of community disaster resilience. *Global Environmental Change*, 29, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.08.005>
- Demuzere, M., et al. (2021). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105–117). SAGE Publications.
- Hakim, R., & Utomo, H. (2003). *Komponen perancangan arsitektur lansekap: Prinsip, unsur, dan aplikasi desain*. Bumi Aksara.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kabisch, N., et al. (2021). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2), 39. <https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>
- Lafortezza, R., Chen, J., Van den Bosch, C. K., & Randrup, T. B. (2022). Nature-based solutions for resilient landscapes and cities. *Environmental Research*, 165, 431–441. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.038>
- Landström, C., Whatmore, S. J., & Lane, S. N. (2021). *Post-disaster evaluation frameworks for built environment and landscape infrastructure: Integrating secondary impact analysis*. Wiley-Blackwell.
- Landström, C., Whatmore, S. J., Lane, S. N., Odoni, N. A., Ward, N., & Bradley, S. (2011). Coproducing flood risk knowledge: Redistributing expertise in critical participatory modelling. *Environment and Planning A*, 43(7), 1617–1633. <https://doi.org/10.1068/a43482>
- Leksono, A., Setyawan, D., & Hidayat, H. (2019). Evaluasi kualitas fisik taman kota di Indonesia: Studi komparatif. *Jurnal Arsitektur Lansekap*, 5(2), 112–124. <https://doi.org/10.24843/JAL.2019.v05.i02.p04>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? *Urban Geography*, 40(3), 309–329. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>
- Mell, I. C. (2016). *Global green infrastructure: Lessons for successful policy-making, investment and management*. Routledge.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Nassauer, J. I., & Opdam, P. (2008). Design in science: Extending the landscape ecology paradigm. *Landscape Ecology*, 23(6), 633–644. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9226-7>
- Sandelowski, M. (2000). Whatever happened to qualitative description? *Research in Nursing & Health*, 23(4), 334–340. [https://doi.org/10.1002/1098-240X\(200008\)23:4%3C334::AID-NUR9%3E3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-240X(200008)23:4%3C334::AID-NUR9%3E3.0.CO;2-G)
- UNDRR. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022: Our world at risk*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/gar2022>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), Article 5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Walker, B., Abel, N., Anderies, J. M., & Ryan, P. (2020). Resilience, adaptability, and transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. *Ecology and Society*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.5751/ES-02824-140112>