Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri,
ISSN Cetak : 2477-5673 ISSN Online : 2614-722X
Volume 12 Nomor 04, Desember 2026

INOVASI GUDACELL (*GRATING U-DITCH DAN AQUACELL*) SEBAGAI SISTEM DRAINASE TERINTEGRASI UNTUK MENDUKUNG PENGENDALIAN GENANGAN DI JALAN SULUH, KELURAHAN SIDOREJO HILIR, KECAMATAN MEDAN TEMBUNG, KOTA MEDAN

Miranda Simbolon[1], Afriyani Siburian[2], Riky Ananda[3], Ribka Sebaut Matondang[4], Sri Wahyuni Amelia Simamora[5], Bella Yuspita Tambunan[6], Jeremia E.M. Simorangkir[7], Kemala Jeumpa[8], A. Daniel Anderson Munthe[9]
[1-7] Manajemen Konstruksi, Universitas Negeri Medan
[1]mirandasimbolon10@mhs.unimed.ac.id [2] afsiburian20@gmail.com
[3]rikyananda.5231220023@mhs.unimed.ac.id
[4]ribkasebaut.5233220059@mhs.unimed.ac.id
[5]sriwahyunisimamora398@gmail.com [6]bella.5233220068@mhs.unimed.ac.id
[7]jeremiasimorangkir77@mhs.unimed.ac.id [8]ipajeumpa@gmail.com
[9] danielmunthe@unimed.ac.id

ABSTRACT

Urban inundation is often associated with limited drainage capacity, waste accumulation, sedimentation, and reduced infiltration areas. Field observations reported in the source document identified these issues along Jalan Suluh, Sidorejo Hilir, Medan Tembung, Medan, where inundation during heavy rainfall was reported to reach approximately 30–40 cm. This article describes GUDACELL (Grating U-Ditch AquaCell), a proposed local drainage-support system that integrates a waste-screening grating, a U-Ditch conveyance channel, and an AquaCell temporary storage unit. The study uses a descriptive design-development approach based on field observation, literature review, concept adaptation, and product planning. The proposed operating sequence is "screen, convey, store, and infiltrate": the grating intercepts certain solid waste, the U-Ditch directs runoff, and the AquaCell temporarily stores water before infiltration or controlled discharge. The literature reviewed in the source document supports sustainable drainage approaches that combine conveyance, temporary storage, and infiltration rather than relying solely on conventional channels. However, the available material does not provide controlled prototype-test results or measured reductions in flood depth. Therefore, GUDACELL should be regarded as a proposed supporting innovation whose hydraulic capacity, infiltration performance, structural durability, and maintenance requirements need to be verified through further testing and site-specific design.

Keywords: sustainable drainage, urban inundation, GUDACELL, runoff management, infiltration

ABSTRAK

Genangan di kawasan perkotaan dapat berkaitan dengan kapasitas drainase yang terbatas, sampah, sedimentasi, dan berkurangnya area resapan. Dokumen observasi yang menjadi dasar artikel ini melaporkan permasalahan tersebut di Jalan Suluh, Sidorejo Hilir, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Pada saat hujan lebat, genangan di lokasi dilaporkan mencapai sekitar 30–40 cm. Artikel ini bertujuan mendeskripsikan konsep GUDACELL (Grating U-Ditch AquaCell), yaitu sistem pendukung drainase yang mengintegrasikan grating penyaring sampah, U-Ditch sebagai jalur pengaliran, dan AquaCell sebagai penampungan sementara. Metode yang digunakan berupa pendekatan deskriptif pengembangan produk melalui observasi lapangan sebagaimana dilaporkan dalam dokumen, kajian literatur, adaptasi konsep, dan perancangan produk. Mekanisme GUDACELL dirumuskan dalam prinsip "Saring–Alirkan–Tampung–Resapkan". Kajian dalam dokumen sumber mendukung pendekatan drainase berkelanjutan yang mengombinasikan pengaliran, penampungan, dan infiltrasi. Meski demikian, dokumen belum menyajikan hasil pengujian prototipe secara terukur maupun data penurunan kedalaman genangan. Karena itu, GUDACELL diposisikan sebagai inovasi pendukung yang masih memerlukan pengujian kapasitas hidraulik, kemampuan resapan, ketahanan komponen, dan kebutuhan pemeliharaan sebelum diterapkan secara luas.

Kata Kunci: drainase berkelanjutan, genangan perkotaan, GUDACELL, limpasan, resapan

A. Pendahuluan

Genangan dan banjir di kawasan perkotaan merupakan persoalan yang dipengaruhi oleh hubungan antara curah hujan, karakteristik permukaan lahan, kapasitas jaringan drainase, dan pemeliharaan saluran. Peningkatan permukaan kedap air seperti aspal, beton, dan bangunan mengurangi kesempatan air untuk meresap ke tanah. Pada saat yang sama, limpasan permukaan meningkat dan harus ditangani oleh jaringan drainase. Jika debit limpasan melebihi kemampuan saluran atau saluran mengalami penyumbatan, air dapat tertahan dan menggenangi jalan maupun area permukiman.

Hasil observasi di kawasan Jalan Suluh Pancing/Jalan Suluh, Sidorejo Hilir, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan mencatat beberapa permasalahan yang meliputi kapasitas saluran yang dinilai belum memadai, sampah yang masuk ke saluran, sedimentasi pada beberapa titik, serta inlet jalan yang tersumbat. Hasil observasi menyebut genangan

ketika hujan lebat dapat mencapai sekitar 30–40 cm dan berdampak terhadap akses jalan serta rumah yang elevasinya lebih rendah dari jalan. Angka ini merupakan laporan observasi dalam dokumen sumber, bukan hasil pengukuran hidrologi terkontrol.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa penanganan genangan tidak selalu cukup dengan memperbesar saluran. Upaya pendukung juga dapat diarahkan pada pengurangan sampah yang masuk, pengaturan jalur aliran, penampungan sementara, dan pemanfaatan infiltrasi apabila kondisi tanah memungkinkan. Pendekatan drainase berkelanjutan menempatkan air hujan sebagai limpasan yang perlu dikelola melalui kombinasi pengaliran, penyimpanan, dan peresapan, bukan hanya dibuang secepat mungkin.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, dikembangkan gagasan GUDACELL (Grating U-Ditch AquaCell). Sistem ini menggabungkan grating sebagai penyaring sampah pada inlet, U-Ditch sebagai jalur pengaliran, dan AquaCell sebagai tempat penampungan sementara di bawah permukaan. Prinsip kerja yang diusulkan adalah “Saring–Alirkan–Tampung–Resapkan”. GUDACELL bukan dimaksudkan sebagai pengganti seluruh jaringan drainase utama, melainkan sebagai sistem pendukung untuk membantu mengelola sebagian limpasan dan mengurangi masuknya sampah.

Artikel ini bertujuan menjelaskan dasar masalah di lokasi sasaran, merangkum landasan konsep drainase berkelanjutan yang digunakan dalam pengembangan GUDACELL, serta mendeskripsikan komponen, mekanisme kerja, tahapan pembuatan, dan keterbatasan rancangan. Manfaat yang diharapkan adalah tersedianya konsep awal yang dapat dikaji lebih lanjut melalui perancangan teknis dan pengujian lapangan. Artikel ini tidak menyatakan bahwa produk telah terbukti menurunkan genangan dengan persentase tertentu karena masih sebatasa rencana produk dan belum melalui pengujian sehingga efektivitasnya perlu dibuktikan melalui penelitian lebih lanjut pada kondisi lingkungan yang padat penduduk di berbagain wilayah .

B. Metode Penelitian

Artikel ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan tahapan

pengembangan gagasan produk. Basis data utama berasal dari observasi lapangan. Data lokasi dan kondisi drainase diperlakukan sebagai temuan observasi yang dilaporkan.

Tahap pertama adalah identifikasi masalah berdasarkan uraian observasi, yaitu kapasitas saluran yang terbatas, sampah, sedimentasi, inlet tersumbat, dan keterbatasan ruang resapan. Tahap kedua adalah kajian literatur sebagaimana dirangkum dalam dokumen sumber, terutama mengenai drainase berkelanjutan, Low Impact Development (LID), penyaringan sampah, saluran U-Ditch, serta fasilitas penampungan dan infiltrasi. Karena metadata bibliografi sejumlah sumber dalam dokumen belum lengkap, artikel ini tidak menambahkan detail publikasi yang tidak dapat diverifikasi dari materi yang tersedia.

Tahap ketiga adalah adaptasi konsep, yaitu mencocokkan masalah dengan fungsi komponen: grating untuk menahan sampah berukuran tertentu, U-Ditch untuk mengarahkan aliran, dan AquaCell untuk penampungan sementara. Tahap keempat adalah penyusunan alur perancangan dan pemasangan, meliputi pengukuran lokasi, penentuan elevasi, persiapan komponen, pemasangan, pemeriksaan sambungan, serta rencana pengujian aliran. Tahap kelima adalah penetapan kebutuhan evaluasi lanjutan, sebab dokumen yang tersedia belum menyertakan hasil uji prototipe yang terukur.

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menghubungkan masalah yang dilaporkan, fungsi komponen yang diusulkan, dan prinsip pengelolaan limpasan. Dengan demikian, pembahasan mengenai manfaat GUDACELL merupakan potensi berdasarkan fungsi rancangan, bukan klaim efektivitas yang telah tervalidasi.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari hasil observasi, didapatkan beberapa identifikasi mengenai kondisi yang berpotensi menurunkan kinerja drainase di Jalan Suluh. Pertama, kapasitas saluran pada beberapa bagian dinilai kurang memadai untuk menerima limpasan saat hujan lebat. Kedua, sampah dapat terbawa dari permukaan menuju inlet dan masuk ke saluran. Ketiga, sedimentasi berupa tanah, pasir, lumpur, atau material lain dapat

mengendap di dasar saluran sehingga mengurangi penampang efektif. Keempat, inlet yang tersumbat dapat menghambat masuknya air ke jaringan drainase. Kelima, keterbatasan area terbuka dapat mengurangi peluang infiltrasi.

Hasil observasi juga memberikan contoh kondisi titik pengamatan: pada titik S-2 disebutkan sedimentasi cukup tebal dan aliran terhambat, sedangkan pada titik S-4 saluran disebut sangat kecil dengan tinggi air melampaui kedalaman efektifnya. Karena dokumen tidak menyertakan tabel pengukuran lengkap, koordinat, dimensi saluran, data hujan, maupun pengukuran debit, rincian ini digunakan sebagai indikasi kualitatif dan tidak dapat menggantikan survei teknis terukur.

Genangan yang dilaporkan mencapai 30–40 cm pada hujan lebat menunjukkan perlunya pemeriksaan terpadu terhadap kapasitas hidraulik, kondisi inlet, kemiringan saluran, sedimentasi, elevasi jalan, dan jalur limpasan. Satu unit penyaring atau penampungan tidak dapat dipastikan menyelesaikan keseluruhan masalah tanpa perhitungan debit rencana dan kapasitas jaringan di hilir.



Gambar 1. Genangan Banjir dan Drainase

Karena itu, GUDACELL perlu ditempatkan sebagai bagian dari strategi yang lebih luas, termasuk pembersihan saluran, pengelolaan sampah, dan perbaikan jaringan bila hasil evaluasi teknis menunjukkan kebutuhan tersebut.

Tabel 1 Hubungan masalah Lokasi dengan fungsi komponen GUDACELL.

Masalah yang dilaporkan	Komponen /pendekatan	Fungsi yang diharapkan
Sampah pada inlet/saluran	Grating	Menahan sampah berukuran tertentu agar tidak langsung masuk ke saluran
Aliran kurang terarah atau kapasitas terbatas	U-Ditch	Menyediakan jalur pengaliran menuju unit penampungan
Limpasan masuk dalam waktu bersamaan	AquaCell	Menyimpan sebagian air sementara sebelum dikelola lebih lanjut
Kebutuhan resapan	AquaCell dan geotekstil sesuai rancangan	Mendukung infiltrasi apabila kondisi tanah dan desain memungkinkan

Limbah plastik	Alternatif grating dari plastik daur ulang	Memanfaatkan material daur ulang dengan syarat kekuatan dan ketahanan terpenuhi

1. Dasar Konsep Drainase Berkelanjutan

Hasil observasi menguraikan perubahan pendekatan dari drainase konvensional menuju drainase berkelanjutan atau ekodrainase. Pendekatan ini tidak hanya memindahkan air secepat mungkin, tetapi juga mempertimbangkan penampungan, infiltrasi, dan pengaliran secara terkendali. Dalam dokumen, Lumbangaol dan rekan-rekan (2022) dibahas sebagai kajian mengenai Low Impact Development (LID), sedangkan Arsana, Tonyes, dan Astiti serta Lufira dan Asri dirujuk untuk menjelaskan prinsip drainase berkelanjutan dan pengelolaan drainase kota.

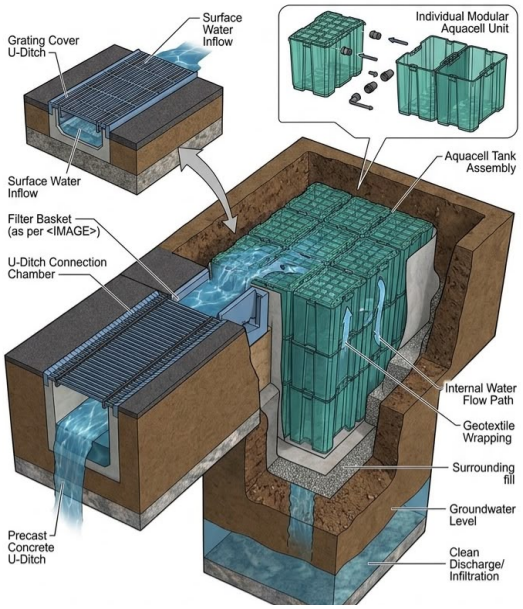
Hasil observasi juga merangkum penelitian Tribhuwana, Wahyudi, dan Ni'am (2025) mengenai kotak infiltrasi modular di Kota Cirebon sebagai dukungan konseptual terhadap penyimpanan air dan infiltrasi. Selain itu, dokumen menyebut kajian Hakim dan rekan-rekan (2026) serta Supratman dan rekan-rekan (2026) mengenai integrasi pengelolaan limpasan dan jaringan drainase. Informasi bibliografi lengkap dari sumber-sumber tersebut tidak seluruhnya tersedia pada materi yang diberikan; karena itu, temuan tersebut dipakai hanya sebagaimana diringkas dalam dokumen dan perlu diverifikasi sebelum naskah diterbitkan.

Kesamaan pokok dari kajian yang dirangkum adalah perlunya menggabungkan beberapa fungsi pengelolaan air. GUDACELL menerapkan gagasan itu pada skala lokal melalui urutan penyaringan, pengaliran, penampungan, dan resapan. Meski memiliki dasar konseptual yang relevan, rancangan tetap harus disesuaikan dengan kondisi tanah, intensitas hujan, debit rencana, ruang tersedia, serta kapasitas saluran eksisting.

2. Desain dan Mekanisme Kerja GUDACELL

GUDACELL memiliki tiga komponen utama. Grating ditempatkan di bagian inlet untuk menahan sampah berukuran tertentu sebelum air masuk ke saluran. U-Ditch berfungsi sebagai jalur pengaliran yang mengarahkan air menuju AquaCell. AquaCell berupa

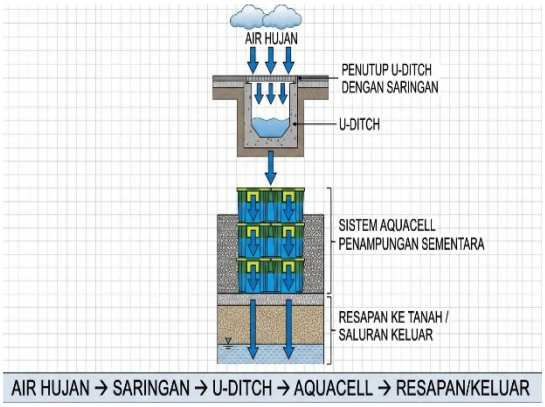
modul penampungan di bawah permukaan yang direncanakan untuk menyimpan sementara air sebelum meresap ke tanah atau dialirkan secara terkendali. Geotekstil dan lapisan dasar dapat digunakan sesuai kebutuhan desain dan kondisi tanah.



Gambar 2. Cara Kerja GUDACELL

Tahap pertama, air limpasan dari permukaan jalan diarahkan ke inlet dan melewati grating. Sampah yang tertahan harus diangkat secara berkala agar permukaan penyaring tidak tertutup dan justru menghambat aliran. Tahap kedua, air yang lolos dari grating mengalir melalui U-Ditch. Pemasangan perlu mengikuti arah dan elevasi aliran; dimensi dan kemiringan harus ditentukan melalui perencanaan teknis, bukan diasumsikan sama untuk semua lokasi.

Tahap ketiga, aliran diarahkan menuju AquaCell melalui sambungan yang sesuai. Unit ini berfungsi sebagai tampungan sementara sehingga sebagian air tidak langsung dibebankan ke saluran hilir pada waktu yang sama. Tahap keempat, air dalam tampungan dapat meresap melalui permukaan yang dirancang untuk infiltrasi atau dilepas secara terkendali. Pilihan ini bergantung pada permeabilitas tanah, muka air tanah, jarak terhadap fondasi, kualitas air, dan ketentuan teknis setempat. Apabila kondisi tanah tidak mendukung resapan, rancangan harus mempertimbangkan opsi pengaliran terkendali.

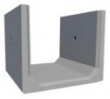


Gambar 3. Sistematika Kerja GUDACELL

Prinsip “Saring–Alirkan–Tampung–Resapkan” menjelaskan urutan fungsi, tetapi bukan jaminan bahwa

seluruh air akan tertahan atau meresap. Ketika hujan ekstrem, kapasitas grating, saluran, dan tampungan dapat terlampaui. Oleh karena itu, sistem memerlukan jalur limpasan aman atau koneksi ke jaringan drainase yang memadai agar tidak memindahkan risiko genangan ke titik lain.

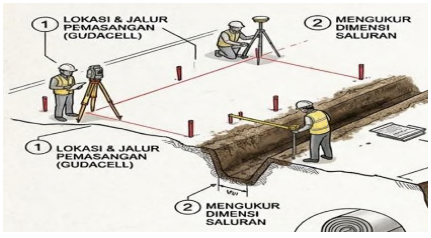
3. Alat dan Bahan Pembuatan GUDACELL

 Meteran	 Waterpass
 Sekop	 Cangkul
 Palu	 Gerinda
 Bor	 APD
 U-Ditch Beton	 Modul Aquacell
	

Pipa Penghubung	Geotextile
 Beton dan Mortar	 Keranjang Plastik untuk bahan Grating

4. Tahapan Pembuatan dan Pemasangan

Perencanaan produk dimulai dengan survei lokasi dan pengukuran kondisi eksisting. Data yang idealnya dikumpulkan mencakup dimensi serta elevasi saluran, arah aliran, kondisi inlet, kedalaman sedimentasi, luas daerah tangkapan, titik genangan, dan kondisi tanah. Pengukuran elevasi diperlukan agar aliran dapat diarahkan sesuai gravitasi atau kebutuhan sistem. Dokumen sumber belum menyediakan seluruh data teknis tersebut, sehingga pengukuran lapangan menjadi langkah yang harus dilakukan sebelum konstruksi.



Gambar 4. Menentukan Lokasi dan Pengukuran

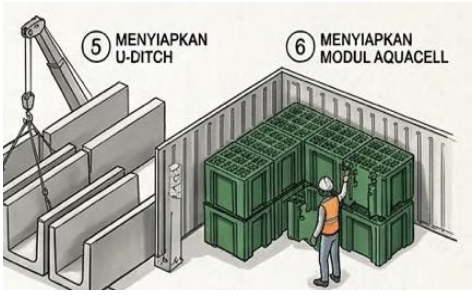
Setelah survei, ukuran grating, U-Ditch, AquaCell, pipa penghubung, dan lapisan pendukung ditentukan.

Pemilihan komponen perlu mempertimbangkan debit rencana, ruang yang tersedia, beban di atas sistem, akses untuk pemeliharaan, serta kondisi tanah. Apabila grating direncanakan dari plastik daur ulang, material harus diuji terhadap kekuatan, deformasi, ketahanan cuaca, dan keselamatan pengguna jalan. Material daur ulang tidak boleh dipilih hanya berdasarkan ketersediaan tanpa verifikasi kinerja.



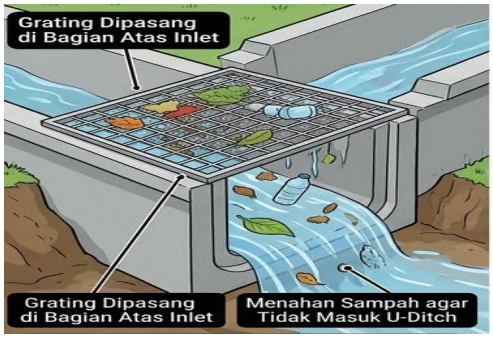
Gambar 5. Pembuatan Grating dari Limbah Sampah

Pelaksanaan pemasangan mencakup persiapan area, penggalian sesuai dimensi rencana, perataan dan penyiapan dasar, pemasangan AquaCell beserta geotekstil bila dibutuhkan, serta pemasangan U-Ditch dan sambungan.

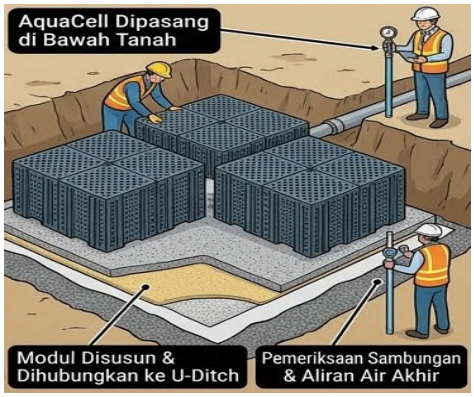


Gambar 6. Menyiapkan Material

Grating kemudian ditempatkan pada inlet dengan dukungan yang stabil dan tetap dapat dibuka untuk pembersihan. Seluruh sambungan, elevasi, kemiringan, kestabilan, dan akses pemeliharaan harus diperiksa sebelum area dikembalikan ke kondisi operasional.



Gambar 7. Pemasangan Grating



Gambar 8. Pemasangan Aquacell

Pengujian awal dapat dilakukan dengan mengalirkan air secara terkendali untuk mengamati arah aliran, kebocoran, penyumbatan, kestabilan grating, dan perpindahan air menuju tampungan. Pengujian ini perlu dilanjutkan dengan pengukuran kuantitatif untuk memperoleh data kapasitas tampungan, debit masuk dan keluar, waktu pengosongan, kemampuan infiltrasi, serta perubahan genangan. Pengujian sederhana saja tidak cukup untuk menyimpulkan kinerja saat hujan rencana atau kejadian ekstrem.



Gambar 9. Pengujian Aliran Air

5. Potensi Manfaat, Pemeliharaan, dan Batasan

Potensi manfaat GUDACELL berasal dari integrasi fungsi. Grating dapat membantu mengurangi masuknya sampah berukuran tertentu ke saluran; U-Ditch memberi jalur pengaliran yang terarah; dan AquaCell menyediakan volume tampungan sementara. Bila dirancang sesuai kondisi lokasi, sistem dapat membantu mengurangi beban sesaat pada saluran hilir dan mendukung infiltrasi. Penggunaan plastik daur ulang untuk grating juga berpotensi memanfaatkan limbah, dengan syarat material memenuhi persyaratan teknis.

Pemeliharaan merupakan syarat penting. Grating perlu diperiksa dan dibersihkan secara rutin, terutama setelah hujan yang membawa banyak sampah. U-Ditch perlu diperiksa terhadap sedimentasi dan benda yang menghambat aliran. Sambungan menuju AquaCell, kondisi geotekstil bila dapat diakses, serta jalur pelepasan air harus diperiksa sesuai rancangan pemeliharaan. Jadwal pembersihan perlu menyesuaikan intensitas hujan dan jumlah sampah, bukan hanya dilakukan ketika genangan sudah terjadi.

Artikel ini memiliki keterbatasan. Pertama, data observasi dalam dokumen belum disertai rangkaian pengukuran debit, curah hujan, dimensi rinci, atau peta elevasi. Kedua, tidak tersedia hasil eksperimen terkontrol yang

membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pemasangan. Ketiga, kapasitas AquaCell dan kemampuan infiltrasi belum bisa dibuktikan dengan pengujian tanah serta perhitungan hidrologi-hidraulika. Keempat, efektivitas grating dan ketahanan material daur ulang belum disajikan melalui hasil uji mekanis. Dengan demikian, belum tepat menyebut besaran penurunan genangan atau klaim bahwa GUDACELL pasti mencegah banjir.

Pengembangan berikutnya disarankan mencakup survei topografi dan hidrologi, uji infiltrasi tanah, perhitungan debit rencana, penentuan volume tampungan, pemeriksaan kapasitas saluran hilir, uji ketahanan grating, dan pembuatan prototype. Evaluasi kinerja sebaiknya menggunakan indikator terukur, misalnya waktu surut genangan, kedalaman genangan pada titik tetap, volume air tertampung, laju infiltrasi, frekuensi penyumbatan, dan kebutuhan pemeliharaan. Pengamatan perlu dilakukan pada beberapa kejadian hujan agar hasilnya lebih representatif.

D. Kesimpulan

Permasalahan drainase yang dilaporkan pada kawasan Jalan Suluh meliputi kapasitas saluran yang belum memadai, sampah, sedimentasi, inlet tersumbat, dan keterbatasan ruang resapan. Hasil observasi melaporkan genangan sekitar 30–40 cm ketika hujan lebat, tetapi belum menyediakan data teknis lengkap untuk menghitung kapasitas drainase atau menentukan penyebab dominan secara kuantitatif.

GUDACELL merupakan konsep sistem pendukung drainase yang mengintegrasikan grating, U-Ditch, dan AquaCell melalui prinsip “Saring–Alirkan–Tampung–Resapkan”.
Integrasi ini secara konseptual sesuai dengan pendekatan pengelolaan limpasan yang menggabungkan penyaringan, pengaliran, penampungan sementara, dan infiltrasi. GUDACELL bisa direkomendasikan untuk lokasi di Jalan Suluh tetapi tidak menggantikan jaringan drainase utama dan memerlukan pemeliharaan rutin.

Karena hasil pengujian kuantitatif belum tersedia, efektivitas GUDACELL dalam menurunkan genangan belum dapat dinyatakan dalam persentase atau angka

tertentu. Tahap lanjutan yang penting ialah perencanaan hidrologi-hidraulika, pemeriksaan kondisi tanah, pembuatan prototipe, serta pengujian kinerja dan ketahanan material.

DAFTAR PUSTAKA

Arsana, I. G. N. K., Tonyes, S. G., & Astiti, S. P. C. (2023). *Sistem drainase berkelanjutan*. Kaizen Media Publishing.

Badaruddin, S., Nahrisa, A., Alam, N., Bustan, B., & Djufri, H. (2021). Analisis kapasitas drainase Sinrijala terhadap operasi dan pemeliharaan. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering, 1*(1), 43–57.https://doi.org/10.31963/jacee.v1i1.2672

Chen, S. S., Tsang, D. C. W., He, M., Sun, Y., Lau, L. S. Y., Leung, R. W. M., Lau, E. S. C., Hou, D., Liu, A., & Mohanty, S. (2021). *Designing sustainable drainage systems in subtropical cities: Challenges and opportunities*. Journal of Cleaner Production, 280(2), Article 124418.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124418

Hakim, M. R., Putri, M. A., & Wijaya, Y. K. (2026). *Analisis drainase perkotaan dalam mengurangi risiko genangan pada kawasan permukiman.* Journal of Engineering and Technological Science, 2(2), 43–52.https://doi.org/10.70716/jets.v2i2.386

Harahap, R., & Jeumpa, K. (2021). *Bahan ajar drainase*. Media Sains Indonesia.

Lufira, R. D., & Asri, C. (2021). *Pengelolaan drainase kota berkelanjutan*. UB Press.

Lumbangaol, B. K., Irawan, A. P., & Pranoto, W. A. (2022). Performance review of sustainable urban drainage system with LID concept. *International Journal of Entrepreneurship and Business Development, 5*(4), 751–758. https://doi.org/10.29138/ijebd.v5i4.1908

Paresa, J., Pamuttu, D. L., & Sari, S. N. I. (n.d.). *Dasar-dasar perencanaan drainase perkotaan yang berkelanjutan*. UNY Press.

Supratman, M., Kusuma, M. S. B., Kuntoro, A. A., Cahyono, M., Septiadi, D., & Kardhana, H. (2026). *Flood risk reduction based on the green infrastructure implementation plan in South Central Business of Jakarta*. Nature-Based Solutions, 9, Article 100340.
https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2026.100340

Tribhuwana, A., Wahyudi, S. I., & Ni'am, M. F. (2025). *Evaluation of the effectiveness of modular infiltration boxes in reducing surface runoff in urban areas: A case study in Cirebon City, Indonesia.* Journal of Green Science and Technology, 9(2), 128–

138.https://doi.org/10.33603/jqst.v9i2.10588