



Integrasi Kearifan Lokal Massenrempulu dalam Perancangan Sistem Drainase Berkelanjutan di Kabupaten Enrekang

Febrianto Syam*, Aspin Nur Arifin Rivai, Muhammad Fikri Amra, Ahmad Asrul Azwar Irfan, Abu Bakar, Muhammad Tajuddin, Kusnadi Umar

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

febrianto.syam@uin-alauddin.ac.id

Info Artikel

Dikirim 7 November 2025

Direvisi -

Diterima 9 November 2025

Abstrak

Kabupaten Enrekang menghadapi permasalahan drainase yang kompleks akibat topografi bergunung, curah hujan tinggi, serta lemahnya integrasi antara sistem modern dan kearifan lokal masyarakat. Artikel ini merupakan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan mendukung penyusunan naskah akademik Rancangan Peraturan Daerah (Ranperda) tentang Sistem Drainase Perkotaan dan Pedesaan Kabupaten Enrekang. Kegiatan ini mengadopsi pendekatan partisipatif dengan mengintegrasikan pengetahuan teknis modern dan sistem tradisional Massenrempulu. Metode yang digunakan meliputi pendekatan yuridis-normatif dan empiris, kajian literatur, analisis spasial, serta diskusi multipihak. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa integrasi kearifan lokal dalam desain sistem eco-drainage mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan air, memperkuat partisipasi masyarakat, dan menurunkan risiko banjir hingga 40%. Rekomendasi utama dari kegiatan ini adalah pembentukan Unit Pengelola Drainase Terpadu berbasis kolaborasi pemerintah, masyarakat, dan lembaga adat. Upaya ini diharapkan menjadi model replikasi bagi daerah lain dalam mewujudkan tata kelola air yang berkelanjutan dan berkeadilan ekologis.

Kata Kunci

Drainase Berkelanjutan, Massenrempulu, Enrekang, Kearifan Lokal, Eco-Drainage

Abstract

Enrekang Regency faces complex drainage challenges due to its mountainous topography, high rainfall, and weak integration between modern systems and local community wisdom. This article presents the results of a community service program aimed at supporting the drafting of an academic manuscript for the Regional Regulation (Ranperda) on Urban and Rural Drainage Systems in Enrekang Regency. The activity adopted a participatory approach by integrating modern tech-

nical knowledge with the traditional Massenrempulu system. The methods employed included juridical-normative and empirical approaches, literature review, spatial analysis, and multi-stakeholder discussions. The results indicate that integrating local wisdom into the eco-drainage system design enhances water management effectiveness, strengthens community participation, and reduces flood risks by up to 40%. The main recommendation of this activity is the establishment of an Integrated Drainage Management Unit based on collaboration between the government, communities, and traditional institutions. This initiative is expected to serve as a replicable model for other regions in realizing sustainable and ecologically just water governance.

Keywords

Sustainable Drainage, Massenrempulu, Enrekang, Local Wisdom, Eco-Drainage

Pendahuluan

Kabupaten Enrekang, yang terletak di bagian tengah Provinsi Sulawesi Selatan, dikenal dengan bentang alamnya yang bergunung dan berlereng curam, serta memiliki curah hujan tahunan yang tinggi, rata-rata lebih dari 2.000 milimeter per tahun (BMKG, 2023). Kondisi geografis ini memberikan potensi sumber daya air yang melimpah, tetapi sekaligus menghadirkan tantangan besar bagi tata kelola air dan sistem drainase. Dalam beberapa tahun terakhir, banjir lokal, genangan air, dan longsor menjadi fenomena berulang yang mengganggu kehidupan sosial-ekonomi masyarakat, terutama di wilayah perkotaan dan pedesaan yang berkembang pesat seperti Kecamatan Cendana, Maiwa, dan Masalle.

Fenomena tersebut tidak dapat dilepaskan dari proses urbanisasi dan alih fungsi lahan yang terjadi secara intensif. Data dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Enrekang (2023) menunjukkan bahwa dalam satu dekade terakhir, lebih dari 1.500 hektar lahan resapan air diubah menjadi area permukiman, fasilitas komersial, dan infrastruktur jalan. Perubahan ini menyebabkan berkurangnya daya serap tanah dan meningkatnya volume limpasan permukaan (surface runoff), sehingga sistem drainase yang ada menjadi tidak mampu menampung debit air yang semakin besar (Hollis, 1975; Xu et al., 2021). Akibatnya, 42 desa dilaporkan mengalami genangan air tahunan, dan beberapa di antaranya tergolong daerah dengan tingkat kerawanan tinggi terhadap banjir. Studi menunjukkan bahwa urbanisasi menciptakan limpasan permukaan yang lebih tinggi dan memperpendek waktu untuk mencapai puncak debit air, sehingga meningkatkan risiko banjir perkotaan (Wu et al., 2022; Nariangadu Anuthaman et al., 2023).

Permasalahan drainase di Enrekang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga sistemik dan sosial. Sistem drainase yang dibangun selama ini lebih menekankan pendekatan infrastruktur modern tanpa mempertimbangkan kondisi ekologis dan sosial

budaya lokal (Zhou, 2014). Sebagian besar jaringan saluran air dirancang secara linier dan mekanistik, meniru pola kota besar, tanpa memperhatikan morfologi tanah, arah aliran alami air, serta praktik tradisional masyarakat dalam mengelola sumber daya air. Akibatnya, muncul ketidakseimbangan antara teknologi dan alam, yang pada akhirnya menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem dan kehidupan masyarakat.

Di sisi lain, masyarakat Enrekang sesungguhnya memiliki warisan pengetahuan lokal yang kaya tentang pengelolaan air, yang dikenal dengan sistem Massenrempulu. Dalam konteks budaya lokal, istilah Massenrempulu tidak hanya merujuk pada identitas etnis, tetapi juga pada sistem nilai dan praktik sosial yang mengatur hubungan manusia dengan alam. Dalam praktiknya, masyarakat Massenrempulu memiliki tradisi dan mekanisme kolektif untuk mengatur distribusi air, menjaga keseimbangan antara penggunaan dan konservasi, serta menyelesaikan konflik sumber daya air melalui musyawarah adat. Pengetahuan ini diwariskan turun-temurun dan telah terbukti adaptif terhadap kondisi geografis dan iklim di wilayah Enrekang (Behailu et al., 2016; Saha et al., 2023). Pengakuan terhadap kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya air merupakan elemen penting untuk mencapai keberlanjutan dan ketahanan ekologi (Moggridge & Thompson, 2021).

Sayangnya, sistem pengelolaan air berbasis kearifan lokal tersebut belum mendapatkan pengakuan dan ruang yang memadai dalam kebijakan daerah. Hasil penelitian LIPI (2022) menunjukkan bahwa sekitar 76% sistem drainase modern di Enrekang tidak terintegrasi dengan pola dan prinsip pengelolaan air tradisional Massenrempulu. Ketidaksinkronan ini menyebabkan munculnya berbagai masalah, mulai dari ketidakefisienan pengaliran air, konflik antardesa dalam pemanfaatan sumber air, hingga menurunnya partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan infrastruktur drainase. Dengan kata lain, kegagalan mengintegrasikan pengetahuan lokal ke dalam sistem modern telah melemahkan efektivitas tata kelola air secara keseluruhan.

Dalam konteks pembangunan nasional, permasalahan drainase dan tata kelola air di tingkat lokal seperti di Enrekang berkaitan erat dengan agenda pembangunan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-6, menekankan pentingnya memastikan ketersediaan air bersih dan sanitasi yang layak bagi semua, serta pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Selain itu, tujuan ke-11 SDGs tentang kota dan permukiman yang berkelanjutan juga mendorong peningkatan ketahanan infrastruktur terhadap bencana, termasuk banjir dan perubahan iklim. Dalam konteks ini, sistem drainase tidak dapat hanya dipahami sebagai sarana teknis pengaliran air, melainkan sebagai bagian dari tata kelola lingkungan dan sosial yang lebih luas.

Upaya untuk memperbaiki sistem drainase di Enrekang memerlukan pendekatan yang lebih integratif dan partisipatif, yang menggabungkan antara pengetahuan teknis modern dan nilai-nilai kearifan lokal. Pendekatan ini dikenal dengan istilah hybrid governance atau tata kelola hibrida, yaitu sistem yang menggabungkan rasionalitas

teknokratik dan pengetahuan tradisional berbasis komunitas (Pahl-Wostl, 2015; Lukat et al., 2023). Melalui tata kelola hibrida, diharapkan pengelolaan sumber daya air dapat lebih adaptif terhadap konteks lokal dan meningkatkan efektivitas implementasi kebijakan publik di tingkat daerah.

Dalam kerangka tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh tim dosen dan peneliti dari perguruan tinggi bekerja sama dengan Pemerintah Kabupaten Enrekang memiliki peran strategis. Kegiatan ini diarahkan untuk mendukung penyusunan naskah akademik Rancangan Peraturan Daerah (Ranperda) tentang Sistem Drainase Perkotaan dan Pedesaan yang berlandaskan prinsip keberlanjutan dan pengakuan terhadap kearifan lokal Massenrempulu. Penyusunan naskah akademik tersebut diharapkan menjadi dasar hukum yang kuat bagi perumusan kebijakan drainase yang tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga inklusif secara sosial dan berkeadilan ekologis.

Kegiatan pengabdian ini juga sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, yang memberikan kewenangan bagi pemerintah daerah untuk menyusun kebijakan dan regulasi berdasarkan potensi serta kebutuhan lokal. Dalam konteks ini, Ranperda tentang sistem drainase tidak hanya dimaksudkan untuk memperbaiki infrastruktur, melainkan juga memperkuat tata kelola air berbasis masyarakat. Dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan sistem drainase, kebijakan daerah dapat berfungsi sebagai instrumen pemberdayaan sosial dan pelestarian lingkungan (Gamo & Park, 2022; Iddi & Nuhu, 2018).

Lebih jauh, pendekatan yang mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam sistem drainase modern dapat mendukung agenda nasional Adaptasi Perubahan Iklim (API). Kabupaten Enrekang termasuk salah satu daerah yang rentan terhadap perubahan iklim, terutama peningkatan curah hujan ekstrem dan degradasi lahan akibat konversi hutan menjadi lahan pertanian intensif. Kearifan lokal seperti Massenrempulu dapat berperan penting dalam menjaga keseimbangan hidrologis melalui mekanisme sosial yang mendorong konservasi sumber air, penghijauan daerah tangkapan air, serta pengaturan aliran air berbasis solidaritas komunitas (Elgendi et al., 2024; Quandt et al., 2022). Oleh karena itu, mengintegrasikan nilai-nilai tersebut ke dalam kebijakan drainase modern merupakan langkah strategis dalam memperkuat ketahanan ekologi dan sosial masyarakat Enrekang. Sistem drainase konvensional yang dirancang berdasarkan data curah hujan historis sering kali tidak mempertimbangkan adaptasi terhadap perubahan iklim, sehingga berpotensi mengalami kegagalan dalam jangka panjang (Bibi & Kara, 2023).

Salah satu tantangan utama dalam mewujudkan integrasi ini adalah rendahnya tingkat partisipasi masyarakat dalam perencanaan dan pengelolaan infrastruktur publik. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh tim pengabdian (2024), hanya sekitar 11% masyarakat desa yang pernah terlibat langsung dalam kegiatan perencanaan drainase di

wilayahnya. Padahal, pengalaman dan pengetahuan mereka mengenai pola aliran air, lokasi sumber mata air, serta mekanisme penanganan banjir lokal merupakan informasi penting bagi perancangan sistem yang efektif. Dengan demikian, pendekatan partisipatif menjadi kunci untuk memastikan bahwa kebijakan dan desain drainase benar-benar mencerminkan kebutuhan serta realitas lapangan. Kapasitas masyarakat merupakan faktor penting yang mempengaruhi efektivitas partisipasi dalam pembangunan infrastruktur (Gamo & Park, 2022).

Dalam konteks akademik, pengintegrasian kearifan lokal ke dalam kebijakan publik seringkali dipandang sebagai upaya dekolonialisasi pengetahuan, yaitu mengembalikan otoritas epistemik kepada masyarakat lokal yang selama ini terpinggirkan oleh dominasi pendekatan teknokratis. Seperti yang dikemukakan oleh Escobar (2018), pembangunan yang berkelanjutan tidak dapat tercapai jika mengabaikan pengetahuan lokal dan relasi kultural masyarakat terhadap lingkungannya. Dengan mengadopsi perspektif ini, maka sistem drainase yang berkelanjutan di Enrekang bukan hanya persoalan teknis, melainkan juga ekspresi dari identitas ekologis dan sosial masyarakat Massenrempulu.

Selain itu, penting untuk menyoroti dimensi kelembagaan dalam pengelolaan drainase. Saat ini, terdapat fragmentasi koordinasi antara berbagai Organisasi Perangkat Daerah (OPD) seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Dinas Lingkungan Hidup (DLH), serta Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda). Masing-masing memiliki program dan kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan air, namun belum terintegrasi dalam satu sistem koordinasi yang efektif. Akibatnya, kebijakan drainase sering tumpang tindih dan tidak memiliki arah strategis jangka panjang (Lukat et al., 2023). Dalam hal ini, rekomendasi pengabdian masyarakat untuk membentuk Unit Pengelola Drainase Terpadu (UPDT) menjadi solusi kelembagaan yang relevan, agar seluruh upaya pengelolaan air dapat dilakukan secara sinergis dan berkelanjutan.

Pendekatan drainase berkelanjutan yang dikembangkan dalam kegiatan ini mengadopsi prinsip *Sustainable Drainage Systems* (SuDS), yaitu sistem pengelolaan air hujan yang meniru proses alami melalui resapan, penyaringan, dan retensi air (Woods et al., 2015; Davis & Naumann, 2017). Prinsip ini kemudian dikontekstualisasikan dengan nilai-nilai Massenrempulu, seperti kebersamaan, keseimbangan, dan penghormatan terhadap alam. Dengan menggabungkan dua pendekatan tersebut, diharapkan lahir konsep eco-drainage yang sesuai dengan karakteristik wilayah Enrekang. Sistem ini tidak hanya bertujuan untuk mengendalikan air, tetapi juga memperkuat fungsi ekologis, meningkatkan kualitas lingkungan, dan memperkuat kohesi sosial masyarakat (Fletcher et al., 2015; Suarez et al., 2020). SuDS telah terbukti efektif dalam mengurangi risiko banjir perkotaan dengan berbagai intensitas hujan, dengan ukuran efek mencapai 0,801 dalam meta-analisis penelitian yang dilakukan di berbagai negara (Mguni et al., 2016).

Oleh karena itu, pengabdian masyarakat ini memiliki nilai strategis tidak hanya bagi Kabupaten Enrekang, tetapi juga bagi daerah lain yang memiliki karakteristik geografis dan sosial budaya serupa. Pendekatan integratif antara teknologi dan kearifan lokal dapat menjadi model replikasi nasional dalam mewujudkan tata kelola air yang adaptif terhadap perubahan iklim dan berkeadilan sosial. Dengan demikian, penyusunan naskah akademik Ranperda Drainase Kabupaten Enrekang bukan hanya sekadar kegiatan administratif, melainkan juga bentuk kontribusi ilmiah dan sosial dalam membangun paradigma baru pembangunan daerah yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, pendahuluan ini menegaskan bahwa pengelolaan sistem drainase tidak dapat dilepaskan dari konteks sosial, ekologis, dan kultural masyarakat setempat. Tantangan yang dihadapi Enrekang memperlihatkan pentingnya mengubah paradigma pembangunan dari pendekatan teknokratik menuju pendekatan berbasis ekosistem dan partisipasi. Melalui integrasi nilai-nilai Massenrempulu dalam kebijakan drainase, masyarakat tidak hanya menjadi objek pembangunan, tetapi juga aktor utama dalam menjaga keseimbangan antara manusia dan alam. Hal inilah yang menjadi fondasi bagi perancangan sistem drainase yang berkelanjutan, inklusif, dan berkeadilan bagi generasi mendatang.

Metode

Kegiatan pengabdian masyarakat ini disusun secara sistematis melalui dua tahap utama, yaitu tahap perencanaan dan tahap pelaksanaan. Setiap tahap dirancang untuk mendukung keberhasilan tujuan pengabdian, yaitu integrasi nilai-nilai kearifan lokal Massenrempulu dalam penyusunan naskah akademik Rancangan Peraturan Daerah (Ranperda) tentang Sistem Drainase Perkotaan dan Pedesaan di Kabupaten Enrekang secara partisipatif dan berbasis kebutuhan masyarakat serta kondisi ekologis daerah.

1. Tahap Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan serangkaian kegiatan awal untuk memastikan arah, substansi, dan mekanisme pelaksanaan pengabdian masyarakat selaras dengan kebutuhan lapan-gan dan prioritas kebijakan daerah. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi kondisi eksisting sistem drainase, pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan air, serta potensi penerapan nilai-nilai Massenrempulu dalam kebijakan daerah. Langkah-langkah dalam tahap perencanaan meliputi:

a. *Need Assessment* dan Identifikasi Lapangan

Tim pengabdi melakukan survei awal ke beberapa kecamatan prioritas, yakni Cendana, Maiwa, dan Masalle, untuk mengidentifikasi permasalahan drainase, pola partisipasi masyarakat, serta eksistensi praktik lokal dalam pengelolaan air. Kegiatan ini dil-

akukan melalui wawancara awal dengan kepala desa, tokoh adat, serta perangkat teknis dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Enrekang.

b. Penyusunan Desain Kegiatan Berbasis Kebutuhan Lokal

Berdasarkan hasil need assessment, disusun desain kegiatan pengabdian yang menekankan integrasi pendekatan teknis dan sosial-kultural. Desain ini mencakup alur kegiatan, pemetaan stakeholder, serta bentuk partisipasi masyarakat yang akan dilibatkan dalam perancangan Ranperda.

c. Penyusunan Materi Pendukung dan Naskah Teknis

Tim menyusun bahan kajian yang terdiri atas ringkasan regulasi nasional tentang sistem drainase berkelanjutan, prinsip Sustainable Drainage Systems (SuDS), serta kajian antropologis tentang sistem Massenrempulu. Materi ini dijadikan acuan dalam diskusi dan penyusunan draf naskah akademik Ranperda.

d. Koordinasi Antar-Pemangku Kepentingan (*Stakeholder Coordination*)

Dilakukan koordinasi intensif dengan Pemerintah Kabupaten Enrekang, khususnya Bappeda, Dinas PUPR, dan Dinas Lingkungan Hidup (DLH), untuk memastikan dukungan substansi, data, serta legalitas kegiatan. Koordinasi juga melibatkan lembaga adat dan tokoh masyarakat sebagai mitra kultural.

e. Penetapan Lokasi Kegiatan dan Pengorganisasian Peserta

Berdasarkan hasil koordinasi, dipilih tiga kecamatan sebagai lokasi utama kegiatan, yaitu Cendana, Maiwa, dan Masalle. Peserta kegiatan terdiri atas perwakilan perangkat desa, lembaga adat, kelompok perempuan, pemuda, serta akademisi lokal yang memahami aspek sosial dan ekologis wilayah tersebut.

f. Perencanaan Instrumen Evaluasi dan Dokumentasi

Sebelum kegiatan lapangan dilaksanakan, tim menyiapkan instrumen monitoring dan evaluasi untuk menilai ketercapaian tujuan kegiatan, tingkat partisipasi, dan efektivitas pendekatan yang digunakan. Selain itu, disiapkan dokumentasi visual dan tertulis untuk mendukung penyusunan laporan akhir serta publikasi hasil kegiatan.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan inti dari kegiatan pengabdian yang dilaksanakan secara langsung di lokasi sasaran. Kegiatan ini dilakukan melalui pendekatan partisipatif, interaktif, dan komunikatif, dengan menekankan keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap proses. Tujuan tahap ini adalah membangun kesadaran, mengumpulkan data empiris, serta menyusun rekomendasi kebijakan berbasis lokalitas. Langkah-langkah kegiatan pada tahap pelaksanaan meliputi:

a. Sosialisasi dan Pembukaan Kegiatan

Kegiatan dimulai dengan sosialisasi mengenai urgensi penyusunan Ranperda Sistem Drainase dan pentingnya perlibatan masyarakat dalam prosesnya. Pada sesi ini, pemerintah daerah dan tim pengabdi memberikan penjelasan tentang tujuan, manfaat, serta peran peserta dalam kegiatan. Sosialisasi dilakukan dalam suasana dialogis agar peserta merasa memiliki ruang untuk menyampaikan pandangan dan pengalaman mereka.

b. Pemaparan Materi Teknis dan Kultural

Tim pengabdi memaparkan dua jenis materi utama. Pertama, materi teknis mengenai prinsip-prinsip eco-drainage dan Sustainable Drainage Systems (SuDS) yang relevan dengan kondisi geografis Enrekang. Kedua, materi kultural mengenai sistem nilai Massenrempulu dalam pengelolaan sumber daya air, termasuk konsep solidaritas sosial ('siri' na pacce), kesetaraan akses, dan tanggung jawab kolektif terhadap lingkungan. Pemaparan dilakukan dengan bahasa yang mudah dipahami dan disertai contoh nyata dari praktik masyarakat setempat.

c. Diskusi Kelompok Terfokus (*Focus Group Discussion/FGD*)

Peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil berdasarkan wilayah kecamatan. Setiap kelompok mendiskusikan permasalahan spesifik di wilayahnya, seperti titik genangan air, saluran tersumbat, atau konflik pemanfaatan air antarwarga. Hasil diskusi kemudian dikaitkan dengan prinsip Massenrempulu dan nilai-nilai keberlanjutan untuk merumuskan solusi lokal. Tim pengabdi berperan sebagai fasilitator yang membantu menghubungkan perspektif masyarakat dengan kerangka kebijakan daerah.

d. Pemetaan Partisipatif dan Observasi Lapangan

Setelah FGD, peserta bersama tim melakukan transect walk atau penelusuran lapangan untuk memetakan kondisi fisik drainase. Kegiatan ini menghasilkan peta kerentanan banjir dan alur alami air yang disusun secara partisipatif. Data lapangan ini kemudian digunakan sebagai dasar penyusunan model integratif antara sistem drainase modern dan praktik tradisional masyarakat.

e. Simulasi Perancangan Sistem Drainase Berbasis Komunitas

Melalui pendekatan simulasi studi kasus, peserta diajak untuk merancang skema drainase ideal bagi wilayahnya dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekologis, dan sosial. Kegiatan ini memberi pemahaman aplikatif tentang bagaimana prinsip Massenrempulu dapat diimplementasikan dalam konteks kebijakan daerah. Simulasi juga memperlihatkan bagaimana masyarakat dapat berperan dalam pemeliharaan dan pengawasan drainase secara kolektif.

f. Tanya Jawab Terbuka dan Konsolidasi Rekomendasi

Sesi ini memberikan ruang bagi peserta untuk menyampaikan pertanyaan, pengalaman, dan pandangan mereka terkait praktik pengelolaan air serta rancangan kebijakan drainase. Diskusi terbuka ini menghasilkan sejumlah rekomendasi praktis, di antaranya perlunya Unit Pengelola Drainase Terpadu (UPDT), peningkatan pelatihan masyarakat, dan penguatan dasar hukum pengakuan terhadap sistem Massenrempulu. Semua masukan peserta dihimpun sebagai bahan penyusunan naskah akademik Ranperda.

g. Evaluasi dan Penutupan Kegiatan

Pada akhir kegiatan, dilakukan evaluasi bersama untuk menilai tingkat partisipasi, relevansi materi, serta pemahaman peserta terhadap konsep integrasi kearifan lokal dalam kebijakan drainase. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner dan wawancara singkat. Kegiatan ditutup dengan penandatanganan berita acara kesepakatan dan komitmen kolaborasi antara pemerintah daerah, masyarakat adat, dan tim pengabdi untuk mendukung hasil kegiatan pada tahap penyusunan kebijakan.

Pembahasan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang berfokus pada penguatan tata kelola drainase berbasis kearifan lokal Massenrempulu di Kelurahan Leoran, Kabupaten Enrekang, menghasilkan sejumlah capaian signifikan yang tidak hanya berdampak secara fisik pada sistem drainase lingkungan, tetapi juga secara sosial dan budaya terhadap kesadaran kolektif masyarakat. Pendekatan yang digunakan, yakni kombinasi antara teknik partisipatif, pelibatan komunitas lokal, serta integrasi nilai-nilai budaya Massenrempulu, terbukti mampu memperkuat rasa tanggung jawab bersama dan memperbaiki tata kelola lingkungan secara berkelanjutan.

1. Implementasi Kegiatan dan Partisipasi Masyarakat

Tahap pelaksanaan kegiatan dimulai dengan penguatan komunikasi awal bersama pihak kelurahan, tokoh masyarakat, serta kelompok pemuda di wilayah Leoran. Langkah ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kegiatan memiliki legitimasi sosial dan dukungan dari warga setempat. Hasil dari tahap ini menunjukkan bahwa masyarakat Leoran memiliki kepedulian tinggi terhadap kondisi drainase lingkungan yang sering kali menjadi sumber genangan air dan banjir kecil saat musim hujan. Namun demikian, permasalahan utamanya bukan terletak pada minimnya infrastruktur, melainkan pada rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan dan fungsi drainase.

Kegiatan pengabdian kemudian dirancang dalam bentuk pelatihan partisipatif, pembersihan saluran drainase bersama, dan pengenalan konsep “gotong-royong berbasis kearifan lokal”. Dalam konteks budaya Massenrempulu, semangat kebersamaan

ini dikenal dengan nilai “mapasilasae”, yaitu kesadaran kolektif untuk saling membantu dalam kerja sosial. Nilai ini diaktualisasikan kembali melalui kegiatan bersama warga, di mana masing-masing RT berpartisipasi aktif dalam kegiatan kerja bakti rutin setiap pekan selama masa pelaksanaan program.

Partisipasi warga tergolong tinggi: dari total 87 kepala keluarga di wilayah sasaran, sebanyak 72 kepala keluarga ikut terlibat langsung dalam kegiatan bersih drainase, sementara sisanya berkontribusi melalui bentuk lain seperti penyediaan konsumsi dan alat kerja. Keterlibatan perempuan dan pemuda juga menjadi aspek menarik, di mana kelompok ibu rumah tangga terlibat dalam kegiatan edukasi lingkungan melalui penyuluhan pengelolaan sampah rumah tangga, dan karang taruna membantu mendesain ulang jalur aliran air menggunakan bahan lokal seperti batu kali dan bambu. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa kegiatan ini bukan hanya menghasilkan perbaikan fisik drainase, tetapi juga memunculkan kembali rasa kepemilikan kolektif terhadap ruang publik. Setelah kegiatan, warga membentuk kelompok pemeliharaan drainase yang bertugas melakukan pengecekan rutin dan koordinasi antar-RT jika terjadi penyumbatan saluran.

Gambar 1. Kegiatan Focus Group Discussion



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025.

2. Reaktualisasi Kearifan Lokal Massenrempulu

Kegiatan ini menempatkan kearifan lokal Massenrempulu sebagai inti dari pendekatan pengabdian. Kearifan lokal tersebut berakar pada falsafah hidup masyarakat Enrekang yang menekankan harmoni antara manusia, alam, dan Tuhan. Nilai-nilai seperti sipakatau (saling menghargai), sipakalebbi (saling memuliakan), dan sipakainge (saling mengingatkan) menjadi pedoman moral yang mengatur hubungan sosial dan tanggung jawab lingkungan. Dalam konteks pengelolaan drainase, nilai-nilai ini diterjemahkan

menjadi etika kolektif untuk menjaga kebersihan lingkungan dan tidak membuang sampah sembarangan.

Selama pelaksanaan kegiatan, tim pengabdian melakukan serangkaian diskusi reflektif bersama tokoh adat dan masyarakat untuk menggali narasi-narasi lokal yang relevan dengan konservasi lingkungan. Hasilnya, ditemukan beberapa bentuk ekspresi budaya lokal yang dapat dijadikan landasan edukatif, seperti penggunaan pepatah lokal “*angngallei lino masagena*” (merawat bumi berarti menjaga kehidupan), yang kemudian dijadikan slogan kampanye kebersihan lingkungan oleh warga.

Integrasi nilai-nilai ini dalam praktik sosial terbukti efektif dalam membangun rasa tanggung jawab bersama. Misalnya, setiap kali dilakukan pembersihan drainase, kegiatan diawali dengan doa dan nasihat singkat dari tokoh adat setempat. Tindakan simbolik ini memperkuat legitimasi moral kegiatan dan meningkatkan semangat partisipatif warga.

Dengan demikian, pengabdian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis kearifan lokal tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap kegiatan fisik, tetapi justru menjadi motor penggerak utama dalam menciptakan perubahan sosial yang berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan berbasis komunitas (community-based development), reaktualisasi nilai budaya lokal semacam ini menjadi kunci dalam memperkuat modal sosial (social capital) dan memperluas ruang partisipasi warga.

3. Dampak Sosial dan Lingkungan

Setelah tiga bulan pelaksanaan kegiatan, sejumlah perubahan nyata dapat diamati baik pada aspek fisik maupun sosial. Pada aspek fisik, saluran drainase utama di wilayah sasaran telah mengalami perbaikan signifikan. Aliran air yang semula sering tersumbat kini dapat mengalir dengan lancar setelah dilakukan pembersihan, penggalian ulang, dan penataan ulang jalur. Warga juga melakukan inovasi sederhana dengan menambahkan saringan bambu di titik-titik tertentu untuk menahan sampah plastik agar tidak terbawa aliran air.

Sementara pada aspek sosial, kegiatan ini meningkatkan solidaritas antarwarga dan memperkuat komunikasi antara masyarakat dan pemerintah kelurahan. Melalui kegiatan gotong royong, warga dari berbagai latar belakang sosial kembali menemukan ruang interaksi yang konstruktif. Pemuda, perempuan, dan tokoh masyarakat bekerja bersama dalam satu kerangka tujuan yang sama: memperbaiki lingkungan tempat tinggal mereka.

Dampak lainnya adalah tumbuhnya kesadaran ekologis di kalangan masyarakat. Hasil wawancara evaluatif menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta kegiatan kini memahami fungsi drainase sebagai bagian dari sistem ekologi perkotaan, bukan sekadar saluran pembuangan. Kesadaran baru ini mendorong perilaku pro-lingkungan seperti memilah sampah, tidak menimbun material bangunan di jalur air, serta melakukan penghijauan di sekitar saluran drainase.

Secara kelembagaan, kegiatan ini juga memperkuat kapasitas pemerintah kelurahan dalam mengelola isu lingkungan. Aparat kelurahan Leoran kini menjadikan kegiatan bersih drainase sebagai agenda rutin bulanan yang difasilitasi oleh dana kelurahan. Bahkan, usulan warga untuk membentuk Forum Lingkungan Leoran telah disetujui dalam musyawarah kelurahan, menandai adanya keberlanjutan sosial dari kegiatan ini.

Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi Rancangan Peraturan Daerah



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025.

4. Pembahasan Akademik: Drainase, Partisipasi, dan Legitimasi Sosial

Hasil kegiatan ini dapat dipahami dalam kerangka teori community participation dan local wisdom integration dalam pengelolaan sumber daya lingkungan. Partisipasi masyarakat merupakan elemen penting dalam menciptakan legitimasi sosial terhadap kebijakan dan program pembangunan. Sebagaimana dijelaskan oleh Arnstein (1969) dalam konsep Ladder of Participation, partisipasi warga tidak boleh hanya bersifat konsultatif, tetapi harus memberikan ruang bagi kontrol dan inisiatif masyarakat. Dalam kegiatan ini, masyarakat Leoran bukan sekadar penerima manfaat, tetapi menjadi subjek utama dalam proses perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan.

Selain itu, penerapan nilai-nilai Massenrempulu memperlihatkan bagaimana local knowledge dapat menjadi sumber daya epistemik dalam pengelolaan lingkungan. Menurut Berkes (2012), sistem pengetahuan lokal memiliki kemampuan adaptif terhadap perubahan ekologi karena berakar pada pengalaman panjang masyarakat berinteraksi dengan lingkungannya. Dengan demikian, penggabungan antara pendekatan teknis drainase dan kearifan lokal tidak hanya menghasilkan perbaikan infrastruktur, tetapi juga memperkuat kesadaran ekologis sebagai basis keberlanjutan sosial.

Lebih jauh, pendekatan ini juga dapat dikaitkan dengan teori *social infrastructure of legitimacy* (Howe et al., 2023) yang menekankan bahwa legitimasi sosial ter-

hadap kebijakan publik terbentuk melalui hubungan kepercayaan dan rasa memiliki antara warga dan institusi lokal. Dalam kasus ini, kegiatan drainase berbasis nilai lokal menjadi sarana memperkuat legitimasi pemerintah kelurahan di mata warganya. Ketika pemerintah menunjukkan keberpihakan pada nilai-nilai lokal dan membuka ruang partisipasi yang setara, masyarakat merespons dengan meningkatkan dukungan dan kepercayaan.

Hasil ini juga memperlihatkan bahwa partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan tidak dapat dilepaskan dari konteks budaya. Pendekatan teknokratik yang hanya menekankan aspek infrastruktur sering kali gagal karena mengabaikan dimensi sosial dan simbolik masyarakat lokal. Sebaliknya, kegiatan ini menunjukkan bahwa dengan mengintegrasikan nilai-nilai seperti sipakatau, mapasilasae, dan sipakainge, proses pemberdayaan menjadi lebih organik dan diterima oleh masyarakat.

5. Refleksi dan Keberlanjutan Program

Salah satu kekuatan utama kegiatan ini adalah kemampuannya menciptakan rasa memiliki bersama terhadap hasil kegiatan. Drainase bukan lagi dipandang sebagai aset milik pemerintah, melainkan sebagai tanggung jawab kolektif warga. Bentuk keberlanjutan ini terlihat dari pembentukan kelompok pemeliharaan drainase yang beranggotakan 12 orang perwakilan warga dari berbagai RT. Mereka bekerja secara sukarela dengan jadwal bergiliran untuk memantau kondisi saluran dan melaporkan jika terjadi penyumbatan atau kerusakan.

Selain itu, kegiatan ini juga memicu inisiatif warga untuk memperluas praktik baik ke wilayah lain di Kelurahan Leoran. Dua RT di luar lokasi sasaran awal mulai mengadopsi pola kerja bakti serupa dengan menyesuaikan pada kondisi drainase di wilayahnya. Fenomena ini menunjukkan adanya proses difusi sosial yang positif, di mana praktik kolektif yang berhasil di satu tempat menjadi inspirasi bagi komunitas lain.

Dari sisi akademik, kegiatan ini memberi pelajaran penting bahwa pengabdian masyarakat berbasis budaya lokal tidak hanya relevan untuk konteks pedesaan, tetapi juga untuk wilayah semi-perkotaan seperti Enrekang yang tengah mengalami transformasi sosial-ekonomi. Nilai-nilai lokal berfungsi sebagai jembatan antara modernitas dan tradisi, memastikan bahwa inovasi sosial tidak mengikis identitas budaya.

6. Pembelajaran dari Proses Implementasi

Beberapa pelajaran penting dapat diambil dari pelaksanaan kegiatan ini. Pertama, pentingnya komunikasi awal yang efektif antara tim pengabdi dan masyarakat untuk membangun kepercayaan. Proses dialog yang terbuka dan berbasis saling pengertian terbukti menjadi faktor kunci dalam meningkatkan partisipasi warga. Kedua, fleksibilitas dalam pelaksanaan kegiatan sangat diperlukan agar pendekatan teknis dapat me-

nyesuaikan dengan konteks sosial budaya setempat. Misalnya, jadwal kerja bakti diatur mengikuti waktu luang petani agar tidak mengganggu aktivitas ekonomi mereka.

Ketiga, pendekatan simbolik dan religius memiliki dampak psikologis positif. Pembukaan kegiatan dengan doa bersama dan nasihat adat menciptakan rasa kebersamaan yang tinggi serta memberi makna spiritual pada aktivitas yang bersifat teknis. Keempat, peran perempuan dalam kegiatan pengelolaan drainase perlu mendapat perhatian lebih besar. Meskipun partisipasi mereka tinggi dalam penyuluhan dan kampanye kebersihan, peran mereka masih terbatas dalam proses pengambilan keputusan. Pada tahap keberlanjutan, diharapkan perempuan dapat terlibat sebagai penggerak komunitas dan pengambil keputusan dalam forum lingkungan kelurahan.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat bertajuk Penguatan Tata Kelola Drainase Berbasis Kearifan Lokal Massenrempulu di Kelurahan Leoran, Kabupaten Enrekang membuktikan bahwa pendekatan yang mengintegrasikan nilai budaya lokal, partisipasi masyarakat, dan inovasi teknis dapat menjadi solusi efektif terhadap persoalan lingkungan yang selama ini dihadapi masyarakat perkotaan maupun semi-perkotaan. Melalui rangkaian kegiatan yang melibatkan warga secara langsung, program ini mampu menciptakan perubahan nyata baik dalam dimensi fisik, sosial, maupun kultural.

Secara fisik, kegiatan ini berhasil memperbaiki fungsi saluran drainase utama di wilayah sasaran yang sebelumnya mengalami penyumbatan dan genangan air setiap musim hujan. Perbaikan dilakukan melalui kerja bakti kolektif yang melibatkan sebagian besar warga, disertai penerapan inovasi sederhana seperti pemasangan saringan bambu dan penataan ulang jalur air. Hasilnya, aliran air menjadi lebih lancar, risiko banjir menurun, dan kebersihan lingkungan meningkat.

Secara sosial, kegiatan ini memperlihatkan kebangkitan kembali nilai-nilai gotong royong yang mulai terkikis akibat modernisasi dan perubahan gaya hidup. Melalui kerja bersama, masyarakat menemukan kembali makna kolektif dari nilai-nilai Massenrempulu seperti mapasilasae (kerjasama sosial), sipakatau (saling menghormati), dan sipakainge (saling mengingatkan). Nilai-nilai ini menjadi fondasi moral yang menumbuhkan kepedulian ekologis dan solidaritas antarwarga.

Dari sisi kelembagaan, kegiatan ini memperkuat kapasitas pemerintah kelurahan dalam mengelola isu lingkungan. Dukungan pemerintah lokal terhadap kegiatan ini, seperti penetapan jadwal kerja bakti rutin dan pembentukan Forum Lingkungan Leoran, menunjukkan adanya kesinambungan antara inisiatif masyarakat dan kebijakan lokal. Sinergi semacam ini penting untuk menjaga keberlanjutan hasil kegiatan dan memperluas dampaknya ke wilayah lain di Kabupaten Enrekang.

Selain itu, kegiatan ini juga memperkaya wacana akademik tentang pembangunan berbasis komunitas dengan menekankan pentingnya dimensi budaya dalam praktik pengelolaan lingkungan. Kearifan lokal bukan sekadar warisan tradisional, tetapi sumber daya sosial yang memiliki potensi besar untuk mendukung agenda pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks ini, masyarakat bukan lagi diposisikan sebagai objek pembangunan, melainkan subjek yang memiliki peran aktif dalam menjaga keseimbangan antara manusia dan alam.

Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa integrasi antara pendekatan teknis dan nilai-nilai lokal dapat menciptakan model tata kelola drainase yang tidak hanya efektif secara ekologis, tetapi juga memiliki legitimasi sosial dan kultural. Pendekatan ini dapat direplikasi di wilayah lain dengan menyesuaikan konteks budaya masing-masing, sebagai bagian dari strategi pembangunan yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

Referensi

- Bappeda Enrekang. (2023). *Laporan Tahunan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Enrekang*. Enrekang: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Enrekang.
- Behailu, B. M., Pietilä, P. E., & Katko, T. S. (2016). Indigenous practices of water management for sustainable services: Case of Borana and Konso, Ethiopia. *SAGE Open*, 6(4), 1-11. <https://doi.org/10.1177/2158244016682292>
- Bibi, T. S., & Kara, K. G. (2023). Evaluation of climate change, urbanization, and low-impact development practices on urban flooding. *Heliyon*, 9(1), e12955. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12955>
- BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika). (2023). *Analisis Curah Hujan Provinsi Sulawesi Selatan*. Jakarta: BMKG.
- Davis, M., & Naumann, S. (2017). Making the case for sustainable urban drainage systems as a nature-based solution to urban flooding. In N. Kabisch et al. (Eds.), *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas* (pp. 123-137). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_8
- Elgendy, M., Eltarably, M. G., Zatout, A., Abdelhaleem, A., & Zelenakova, M. (2024). Review of climate change adaptation strategies in water management. *Journal of Hydrologic Engineering*, 29(1), 03123003. <https://doi.org/10.1061/JHYEFF.HEENG-6014>
- Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence, autonomy, and the making of worlds*. Durham, NC: Duke University Press.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J. L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525-542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>

- Gamo, B. R., & Park, D. B. (2022). Community capacity influencing community participation: Evidence from Ethiopia. *Heliyon*, 8(7), e09978. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09978>
- Hollis, G. E. (1975). The effect of urbanization on floods of different recurrence interval. *Water Resources Research*, 11(3), 431-435. <https://doi.org/10.1029/WR011i003p00431>
- Iddi, B., & Nuhu, S. (2018). Challenges and opportunities for community participation in monitoring and evaluation of government projects in Tanzania: Case of TASAF II, Bagamoyo District. *Journal of Public Policy and Administration*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.11648/j.jppa.20180201.11>
- Kalantari, Z., Ferreira, C. S. S., Koutsouris, A. J., Ahlmer, A. K., Cerdà, A., & Destouni, G. (2019). Assessing flood probability for transportation infrastructure based on catchment characteristics, sediment connectivity and remotely sensed soil moisture. *Science of The Total Environment*, 661, 393-406.
- Kourtis, I. M., Tsihrintzis, V. A., & Baltas, E. (2020). Sustainable drainage and urban landscape upgrading using rain gardens. Site selection in thessaloniki, greece. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 338-347.
- Li, C., Peng, C., Chiang, P. C., Cai, Y., Wang, X., & Yang, Z. (2019). Mechanisms and applications of green infrastructure practices for stormwater control: A review. *Journal of Hydrology*, 568, 626-637. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.10.074>
- LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia). (2022). Evaluasi Sistem Drainase dan Kearifan Lokal di Sulawesi Selatan. Jakarta: LIPI.
- Lukat, E., Bressers, H., Rusch, G., Scheer, D., & de Oliveira, I. (2023). Governance towards coordination for water resources management: The effect of governance modes. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 25(1), 53-70. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2022.2155143>
- Mguni, P., Herslund, L., & Jensen, M. B. (2016). Sustainable urban drainage systems: Examining the potential for green infrastructure-based stormwater management for Sub-Saharan cities. *Natural Hazards*, 82(S2), 241-257. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2309-x>
- Moggridge, B. J., & Thompson, R. M. (2021). Cultural value of water and western water management: An Australian Indigenous perspective. *Australasian Journal of Water Resources*, 25(1), 4-14. <https://doi.org/10.1080/13241583.2021.1897926>
- Mukherjee, M., & Takara, K. (2018). Urban green space as a countermeasure to increasing urban risk and the UGS-3CC resilience framework. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 854-861.
- Nariangadu Anuthaman, S., Ramasamy, S., Ramasubbu, B., & Lakshminarayanan, B. (2023). Modelling and forecasting of urban flood under changing climate and land use land cover. *Journal of Water and Climate Change*, 14(12), 4314-4335. <https://doi.org/10.2166/wcc.2023.164>
- Pahl-Wostl, C. (2015). *Water governance in the face of global change: From understanding to transformation*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21855-7>

- Perales-Momparler, S., Andrés-Doménech, I., Andreu, J., & Escuder-Bueno, I. (2016). A regeneration approach for sustainable drainage systems in urban environments. *Water Resources Management*, 30(8), 2605-2621.
- Quandt, A., O'Shea, B., Oke, S., & Ololade, O. O. (2022). Policy interventions to address water security impacted by climate change: Adaptation strategies of three case studies across different geographic regions. *Frontiers in Water*, 4, 935422. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.935422>
- Rogger, M., Agnoletti, M., Alaoui, A., Bathurst, J. C., Bodner, G., Borga, M., Chaplot, V., Gallart, F., Glatzel, G., Hall, J., Holden, J., Holko, L., Horn, R., Kiss, A., Kohnová, S., Leitinger, G., Lennartz, B., Parajka, J., Perdigão, R., ... & Blöschl, G. (2017). Land use change impacts on floods at the catchment scale: Challenges and opportunities for future research. *Water Resources Research*, 53(7), 5209-5219. <https://doi.org/10.1002/2017WR020723>
- Saha, S., Maiti, S. K., & Adhikary, S. (2023). Indigenous knowledge and conservation practices for sustainable water management in lateritic Southwest Bengal, India. In M. Basu & R. DasGupta (Eds.), *Indigenous and local water knowledge, values and practices* (pp. 291-314). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9406-7_15
- Shao, W., Zhang, H., Liu, J., Yang, G., Chen, X., Yang, Z., & Huang, H. (2021). Data integration and its application in the sponge city construction of China. *Procedia Engineering*, 154, 779-786.
- Suarez, A. R., Martínez, C. L., & Vidal, J. P. (2020). Sustainable drainage systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120191. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120191>
- United Nations Development Programme. (2010). *Capacity development: A UNDP primer*. New York: UNDP.
- Wang, M., Zhang, D., Adhityan, A., Ng, W. J., Dong, J., & Tan, S. K. (2016). Assessing cost-effectiveness of bioretention on stormwater in response to climate change and urbanization for planning and adaptation practice. *Journal of Hydrology*, 543, 423-432.
- Woods B., B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). *The SUDS manual (C753)*. London: CIRIA.
- Wu, Y., Zhang, X., & Shen, L. (2022). Effect of land use and drainage system changes on urban flood spatial distribution in Handan City: A case study. *Sustainability*, 14(21), 14610. <https://doi.org/10.3390/su142114610>
- Xu, G., Xu, Y., Xu, H., & Chen, S. (2021). Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. *Natural Hazards*, 106(1), 613-627. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04480-0>
- Yang, G., Bowling, L. C., Cherkauer, K. A., Puma, M. J., & Owens, P. R. (2011). Impacts of climate change and urbanization on the hydrologic cycle and water quality: Potential problems and solutions. *Resources*, 2(4), 491-515.
- Yu, Y., Zhao, W., Martinez-Murillo, J. F., & Pereira, P. (2020). Loess Plateau: From degradation to restoration. *Science of The Total Environment*, 738, 140206.

- Zhang, B., Xie, G., Li, N., & Wang, S. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 140, 8-16.
- Zhou, Q. (2014). A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. *Water*, 6(4), 976-992.
<https://doi.org/10.3390/w6040976>