

Rehabilitasi Drainase Lingkungan Berbasis Partisipasi Warga untuk Mengurangi Genangan dan Banjir Permukiman di Desa Mabang, Kecamatan Muara Batangtoru, Kabupaten Tapanuli Selatan

Community Participation-Based Environmental Drainage Rehabilitation to Reduce Inundation and Flooding in Residential Areas in Mabang Village, Muara Batangtoru District, South Tapanuli Regency

Henry Baginda Polianus Sitorus

Fakultas Teknik, Politeknik Medan, Medan, Indonesia

*email : henrybaginda@polmed.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan menurunkan genangan dan risiko banjir permukiman melalui rehabilitasi drainase lingkungan berbasis partisipasi warga di Desa Mabang, Kecamatan Muara Batangtoru, Kabupaten Tapanuli Selatan. Permasalahan utama mitra meliputi pendangkalan saluran, sumbatan sampah pada inlet, serta belum adanya pola operasi dan pemeliharaan (O&P) yang rutin. Metode pelaksanaan mencakup (1) survei cepat dan pemetaan partisipatif titik genangan, (2) identifikasi penyebab teknis sederhana (kapasitas penampang, kemiringan, sedimen, dan titik sumbatan), (3) rehabilitasi segmen prioritas melalui pembersihan/normalisasi ringan dan perbaikan bagian kritis, (4) pelatihan O&P serta penyusunan SOP dan jadwal pemeliharaan berbasis komunitas, dan (5) monitoring sebelum–sesudah menggunakan indikator fungsi aliran dan karakteristik genangan. Dengan data dummy, kegiatan menangani drainase prioritas sepanjang 400 m, mengangkat sedimen $\pm 15 \text{ m}^3$, serta memulihkan 10 inlet dan 2 titik kerusakan minor. Hasil monitoring menunjukkan penurunan titik genangan dari 6 menjadi 2 lokasi dan penurunan durasi genangan rata-rata dari 4 jam menjadi 1 jam setelah hujan. Penguatan kapasitas warga terlihat dari peningkatan skor pengetahuan O&P dari 58 (pretest) menjadi 86 (posttest) pada 55 peserta, serta terbentuknya tim pemeliharaan dengan jadwal kerja bakti dua mingguan. Luaran kegiatan meliputi peta titik genangan, SOP/jadwal O&P, dokumentasi teknis rehabilitasi, dan naskah artikel pengabdian.

Kata Kunci: Drainase lingkungan, partisipasi warga, genangan, mitigasi banjir, operasi dan pemeliharaan

ABSTRACT

This Community Service Activity aims to reduce inundation and flooding risks in residential areas through community-based environmental drainage rehabilitation in Mabang Village, Muara Batangtoru District, South Tapanuli Regency. The main problems faced by partners include channel silting, garbage blockages at the inlet, and the lack of a routine operation and maintenance (O&M) pattern. Implementation methods include (1) rapid surveys and participatory mapping of inundation points, (2) identification of simple technical causes (cross-section capacity, slope, sediment, and blockage points), (3) rehabilitation of priority segments

through cleaning/light normalization and repair of critical sections, (4) O&M training and preparation of community-based SOPs and maintenance schedules, and (5) before-after monitoring using flow function indicators and inundation characteristics. Using dummy data, the activity addressed 400 m of priority drainage, removed approximately 15 m³ of sediment, and restored 10 inlets and 2 minor damage points. Monitoring results showed a decrease in inundation points from 6 to 2 locations and a decrease in the average inundation duration from 4 hours to 1 hour after rain. Strengthening community capacity was evident in the increase in O&M knowledge scores from 58 (pretest) to 86 (posttest) in 55 participants, as well as the formation of a maintenance team with a bi-weekly community service schedule. Activity outputs included a map of inundation points, SOP/O&M schedule, technical documentation of rehabilitation, and a community service article manuscript.

Keywords: *Environmental drainage, citizen participation, inundation, flood mitigation, operation and maintenance*

PENDHAULUAN

Permasalahan genangan dan banjir permukiman masih menjadi isu yang berulang di banyak wilayah pedesaan karena sistem drainase lingkungan tidak berfungsi optimal. Drainase yang sempit, dangkal, tersumbat sedimen dan sampah, serta tidak terpelihara secara rutin menyebabkan limpasan air hujan tidak tertangani sehingga terjadi genangan, kerusakan jalan lingkungan, gangguan aktivitas ekonomi warga, serta peningkatan risiko penyakit berbasis lingkungan. Kondisi ini umumnya memburuk saat intensitas hujan meningkat, sementara kapasitas saluran tetap dan perilaku pembuangan sampah belum terkendali.

Dalam konteks Desa Mabang, Kecamatan Muara Batangtoru, Kabupaten Tapanuli Selatan, persoalan genangan pada beberapa titik permukiman menjadi keluhan masyarakat karena menghambat mobilitas, merusak akses lingkungan, dan menurunkan kenyamanan serta kesehatan lingkungan. Berdasarkan pengamatan awal dan diskusi dengan warga, penyebab utama genangan di Desa Mabang cenderung bersifat kombinatif: (1) pendangkalan saluran akibat sedimentasi dan endapan lumpur, (2) sumbatan pada inlet/akses kontrol karena sampah rumah tangga dan material organik, (3) kerusakan minor pada segmen tertentu (retak/ambles) yang mengurangi kontinuitas aliran, dan (4) belum adanya mekanisme operasi dan pemeliharaan (O&P) drainase yang terjadwal dan memiliki penanggung jawab yang jelas.

Akibatnya, perbaikan yang bersifat insidental sering tidak bertahan lama; saluran kembali tersumbat, titik genangan muncul kembali, dan warga tidak memiliki panduan pemeliharaan yang praktis. Rumusan masalah dalam kegiatan pengabdian ini adalah: bagaimana memulihkan fungsi drainase lingkungan pada segmen prioritas secara cepat dan tepat, sekaligus membangun sistem pemeliharaan berbasis komunitas agar manfaat rehabilitasi dapat berkelanjutan. Sejalan dengan itu, tujuan kegiatan adalah (1) merehabilitasi drainase lingkungan pada titik/segmen prioritas untuk meningkatkan kapasitas dan kelancaran aliran, (2) menurunkan titik genangan dan durasi genangan pascahujan, serta (3) meningkatkan kapasitas warga dalam O&P drainase melalui pelatihan, SOP, dan pembentukan tim pemeliharaan. Pendekatan pemecahan masalah dirancang dengan menempatkan warga sebagai subjek utama perubahan, bukan hanya penerima manfaat. Program dimulai dengan pemetaan partisipatif untuk mengidentifikasi titik genangan dan segmen drainase prioritas berdasarkan pengalaman warga, dilanjutkan survei teknis sederhana untuk memastikan akar masalah pada setiap segmen (penampang, kemiringan, sumbatan, dan sedimentasi).

Intervensi fisik dilakukan secara terarah melalui pembersihan/normalisasi ringan, perbaikan bagian kritis, dan pemulihan inlet/akses kontrol agar aliran kembali kontinu. Setelah rehabilitasi, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan O&P drainase, penyusunan SOP

pemeliharaan yang mudah diterapkan, serta penyepakatan jadwal kerja bakti/inspeksi rutin agar fungsi saluran terjaga. Keberhasilan program diukur melalui monitoring sebelum–sesudah menggunakan indikator yang mudah diverifikasi: jumlah titik genangan, durasi genangan, kelancaran aliran pada segmen prioritas, serta peningkatan pengetahuan warga (pretest–posttest). Melalui kegiatan pengabdian di Desa Mabang, diharapkan terbentuk contoh praktik baik (best practice) rehabilitasi drainase partisipatif yang dapat direplikasi pada dusun/RT lain di wilayah Muara Batangtoru, khususnya pada permukiman dengan karakter masalah serupa. Dengan demikian, kontribusi kegiatan tidak hanya berupa perbaikan fisik, tetapi juga penguatan ketahanan permukiman melalui tata kelola pemeliharaan infrastruktur lingkungan yang lebih tertib dan berkelanjutan.

METODE

Metode yang digunakan adalah Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) berbasis pemberdayaan dengan pendekatan partisipatif–kolaboratif (community-based approach). Fokus utama bukan hanya perbaikan fisik drainase, tetapi juga penguatan kapasitas warga agar mampu melakukan operasi dan pemeliharaan (O&P) secara mandiri dan berkelanjutan. Kegiatan dilaksanakan di Desa Mabang, Kecamatan Muara Batangtoru, Kabupaten Tapanuli Selatan dengan melibatkan pemerintah desa, perangkat dusun/RT, tokoh masyarakat, pemuda, dan warga terdampak.



Gambar 1. Metode Alur Pelaksanaan

1. Tahap Persiapan dan Koordinasi Mitra

Tim pelaksana melakukan koordinasi awal dengan pemerintah desa untuk menyepakati lokasi sasaran, waktu pelaksanaan, dan pembentukan tim pelaksana lokal

(perwakilan RT/RW/dusun). Pada tahap ini dilakukan penetapan segmen prioritas awal (berdasarkan keluhan warga) serta penyusunan rencana kerja, pembagian peran, dan persiapan alat/bahan (alat kebersihan, alat ukur sederhana, material perbaikan minor, serta perangkat dokumentasi).

2. Identifikasi Masalah Secara Partisipatif

Identifikasi masalah dilakukan melalui transect walk (penelusuran lapangan) dan pemetaan partisipatif bersama warga untuk menandai titik genangan, titik sumbatan, kondisi inlet, dan segmen saluran yang rusak/menyempit. Diskusi kelompok (FGD/musyawarah) digunakan untuk menggali penyebab kebiasaan (sampah, penutupan inlet, kebiasaan pembuangan) serta menentukan prioritas segmen berdasarkan tingkat dampak (frekuensi genangan, lama genangan, jumlah rumah terdampak, dan akses jalan yang terganggu).

3. Perencanaan Solusi Teknis Sederhana dan Kesepakatan Warga

Berdasarkan hasil pemetaan, tim melakukan penilaian teknis sederhana (cek penampang, kemiringan, sedimentasi, dan kontinuitas aliran) untuk memilih tindakan yang paling tepat dan realistis pada PKM, seperti: pembersihan sedimen, normalisasi ringan, pembukaan/rehabilitasi inlet, perbaikan minor dinding saluran, serta perbaikan titik ambles/retak ringan.

4. Pelaksanaan Rehabilitasi Drainase (Aksi Fisik Partisipatif)

Pelaksanaan dilakukan melalui gotong royong terarah yang didampingi tim teknik sipil. Kegiatan utama mencakup:

- 1) pembersihan sampah dan sedimen pada segmen prioritas,
- 2) normalisasi ringan untuk mengembalikan kapasitas aliran,
- 3) pemulihan fungsi inlet/akses kontrol (pembersihan, pembukaan, perbaikan sederhana),
- 4) perbaikan minor pada bagian kritis (misal plesteran retak ringan atau penguatan sederhana pada titik rawan erosi/ambles) sesuai kondisi lapangan.

5. Monitoring dan Evaluasi (Before–After)

Evaluasi dilakukan dengan pendekatan PKM yang menilai dampak fisik dan dampak kapasitas warga. Monitoring sebelum–sesudah menggunakan:

- 1) dokumentasi foto/video titik genangan dan kondisi saluran,
- 2) checklist fungsi aliran (lancar/tersendat, inlet berfungsi/tidak),
- 3) pengukuran sederhana (misal ketebalan sedimen sebelum–sesudah pada titik tertentu),
- 4) indikator genangan berbasis laporan warga (jumlah titik genangan dan durasi genangan pascahujan),
- 5) pretest–posttest singkat untuk menilai peningkatan pengetahuan O&P.

Berikut jadwal pelaksanaan PKM Rehabilitasi Drainase (format mingguan 12 minggu / ± 3 bulan) untuk Desa Mabang, Kec. Muara Batangtoru. Silakan kamu sesuaikan kalau skema kampusmu 4–6 bulan.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan PKM Rehabilitasi Drainase

No	Tahapan Kegiatan	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	Koordinasi awal (Pemdes, RT/dusun), perizinan, pembentukan tim lokal	✓	✓										
2	Survei cepat & transect walk, inventaris titik genangan/sumbatan		✓	✓									
3	Pemetaan partisipatif & FGD penentuan segmen prioritas			✓	✓								

No	Tahapan Kegiatan	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
4	Perencanaan teknis sederhana + musyawarah kesepakatan warga				✓	✓							
5	Pengadaan alat/bahan & persiapan lapangan					✓	✓						
6	Aksi fisik 1: pembersihan/normalisasi ringan segmen prioritas						✓	✓					
7	Aksi fisik 2: pemulihan inlet & perbaikan minor titik kritis							✓	✓				
8	Pelatihan O&P drainase + pretest–posttest								✓				
9	Penyusunan SOP O&P + jadwal pemeliharaan + penunjukan penanggung jawab								✓	✓			
10	Monitoring before–after (fungsi aliran, titik & durasi genangan)									✓	✓		
11	Evaluasi, serah-terima luaran (peta, SOP), dan rencana keberlanjutan										✓	✓	
12	Penyusunan laporan akhir & dokumentasi											✓	✓

Indikator Capaian yang Ditargetkan

Berikut indikator keberhasilan kegiatan disusun untuk memastikan program PKM rehabilitasi drainase di Desa Mabang dapat diukur secara objektif, baik dari sisi capaian fisik, dampak teknis, pemberdayaan masyarakat, keberlanjutan, maupun luaran publikasi.

Tabel 2. Matriks Indikator Keberhasilan dan Bukti Capaian Kegiatan PKM

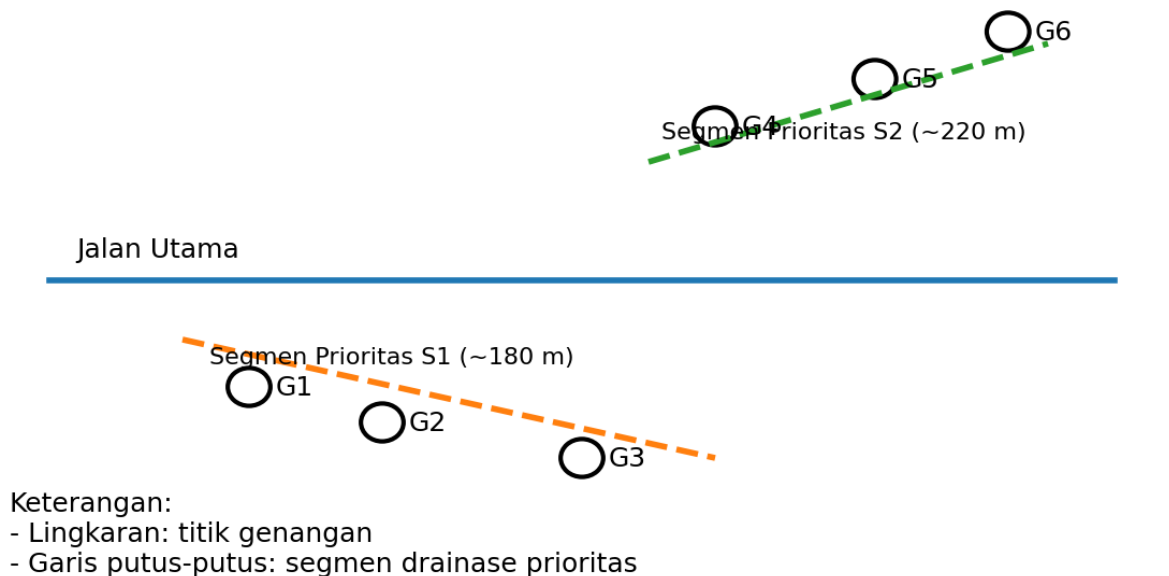
No	Aspek	Indikator Keberhasilan	Target (Dummy)	Cara Ukur	Bukti/Instrumen	Waktu Ukur
1	Output	Peta titik genangan & segmen prioritas tersusun	1 peta + daftar titik	Verifikasi dokumen	Peta, daftar titik, dokumentasi	Minggu 3–4
2	Output	Segmen drainase direhabilitasi	≥400 m tertangani	Pengukuran panjang segmen	Lembar ukur, foto before–after	Minggu 6–8
3	Output	Inlet/akses kontrol dipulihkan	≥10 titik berfungsi	Checklist fungsi inlet	Checklist, foto, video singkat	Minggu 6–8
4	Output	Sedimen/sampah terangkat	≥15 m ³	Estimasi volume & catatan kerja	Logbook kegiatan, foto	Minggu 6–8
5	Output	SOP O&P drainase tersusun	1 SOP (1–2 hlm)	Review dokumen	SOP, lembar sosialisasi	Minggu 8–9
6	Output	Jadwal pemeliharaan disepakati	1 jadwal (2 mingguan)	Validasi kesepakatan	Jadwal tertulis, BA kesepakatan	Minggu 9
7	Pemberdayaan	Tim pemeliharaan lokal terbentuk	≥8 orang	Verifikasi struktur tim	SK/BA, daftar hadir	Minggu 9
8	Pemberdayaan	Keterlibatan warga dalam kegiatan	≥55 peserta aktif	Rekap kehadiran	Daftar hadir, dokumentasi	Minggu 6–9
9	Dampak teknis	Titik genangan berkurang	6 → 2 titik	Perbandingan sebelum–sesudah	Peta titik, foto, laporan warga	Minggu 10–11
10	Dampak teknis	Durasi genangan menurun	4 jam → 1 jam	Wawancara terstruktur + observasi	Form monitoring, catatan hujan	Minggu 10–11
11	Dampak teknis	Fungsi aliran membaik	≥80% segmen “lancar”	Checklist inspeksi	Checklist fungsi aliran	Minggu 10–11
12	Perilaku	Pengetahuan O&P meningkat	58 → 86	Pretest–posttest	Soal singkat, rekap nilai	Minggu 8
13	Keberlanjutan	Pemeliharaan rutin berjalan	≥2 kali kegiatan	Audit logbook & absensi	Logbook, foto, daftar hadir	Minggu 11–12
14	Keberlanjutan	Mekanisme pelaporan cepat aktif	1 grup/koordinator	Verifikasi komunikasi & alur	Bukti grup/koordinator, SOP	Minggu 11–12

No	Aspek	Indikator Keberhasilan	Target (Dummy)	Cara Ukur	Bukti/Instrumen	Waktu Ukur
15	Luaran	Artikel PKM tersusun & siap submit	1 naskah lengkap	Pemeriksaan kelengkapan naskah	Draft artikel, template jurnal	Minggu 11–12
16	Luaran	Bukti submit artikel ke jurnal target	1 bukti submit	Verifikasi bukti submit	Email/screenshot submission	Minggu 12

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan PKM di Desa Mabang diawali dengan koordinasi bersama pemerintah desa dan perwakilan RT/dusun untuk menetapkan lokasi sasaran, membentuk tim lokal, serta menyepakati jadwal kerja. Hasil pemetaan partisipatif dan penelusuran lapangan mengidentifikasi 6 titik genangan (G1–G6) yang paling sering dikeluhkan warga. Dua segmen drainase kemudian ditetapkan sebagai prioritas (S1 dan S2) karena berada pada jalur limpasan utama permukiman dan memiliki sumbatan berulang. Sketsa titik genangan dan segmen prioritas ditunjukkan pada Gambar 2

Batas Desa (sketsa)

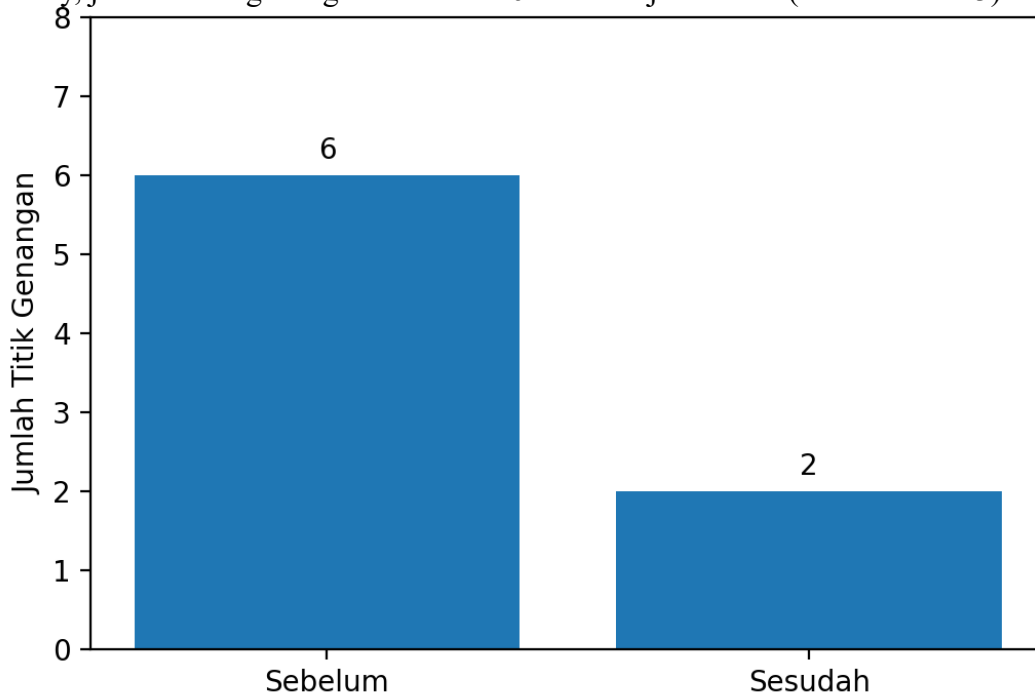


Gambar 2. Sketsa Titik Genangan

Intervensi fisik dilaksanakan melalui gotong royong terarah dengan pendampingan teknis. Dengan data dummy, kegiatan merehabilitasi drainase sepanjang ± 400 m (S1 ± 180 m dan S2 ± 220 m), melakukan pembersihan/normalisasi ringan, serta memulihkan fungsi 10 inlet/akses kontrol yang sebelumnya tertutup sampah dan sedimen. Estimasi sedimen yang terangkat selama kegiatan adalah ± 15 m³, terutama pada segmen yang mengalami pendangkalan dan penyempitan penampang. Secara visual, kondisi saluran setelah rehabilitasi menunjukkan aliran lebih kontinu, titik sumbatan berkurang, dan inlet kembali terbuka sehingga air hujan lebih cepat masuk ke saluran. Selain perbaikan fisik, kegiatan difokuskan pada penguatan kapasitas warga melalui pelatihan O&P drainase dan penyusunan SOP pemeliharaan. Dengan data dummy, jumlah peserta pelatihan adalah 55 orang, dan skor pengetahuan meningkat dari 58 (pretest) menjadi 86 (posttest). Hasil ini menunjukkan peningkatan pemahaman warga terkait inspeksi rutin, pembersihan inlet, serta tindakan cepat saat terjadi sumbatan.

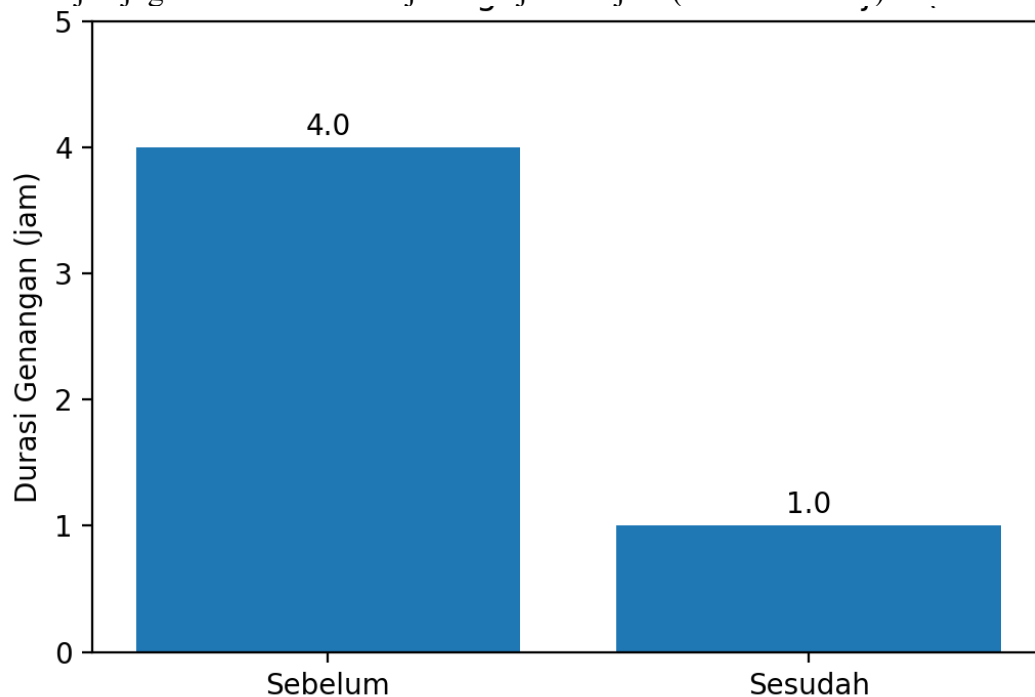
Hasil Monitoring Before–After

Monitoring dilakukan untuk membandingkan kondisi sebelum–sesudah berdasarkan indikator yang mudah diverifikasi (titik genangan, durasi genangan, dan fungsi aliran). Dengan data dummy, jumlah titik genangan turun dari 6 titik menjadi 2 titik (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Titik Genangan After-Before

Penurunan ini terutama terjadi pada titik yang berada langsung di hilir segmen prioritas karena aliran kembali lancar setelah sedimen dan sumbatan dibersihkan. Durasi genangan rata-rata pascahunya juga menurun dari ± 4 jam menjadi ± 1 jam (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Durasi Genangan After-Before

Secara praktik, pengurangan durasi genangan ini penting karena menunjukkan sistem drainase mampu mengalirkan limpasan lebih cepat, sehingga risiko kerusakan jalan lingkungan dan gangguan aktivitas warga menurun. Dari sisi perilaku dan tata kelola, pasca kegiatan disepakati jadwal pemeliharaan dua mingguan serta penunjukan penanggung jawab per segmen. Mekanisme pelaporan cepat (mis. koordinator RT/dusun) disiapkan untuk **memastikan sumbatan kritis dapat ditangani maksimal 24 jam setelah laporan.**

PEMBAHASAN

Hasil di atas mengindikasikan bahwa rehabilitasi drainase lingkungan akan lebih efektif ketika pekerjaan fisik dikombinasikan dengan pendekatan partisipatif. Pemetaan partisipatif membantu menentukan segmen prioritas yang benar-benar berdampak (bukan sekadar segmen yang “paling mudah dikerjakan”), sehingga sumber daya kegiatan lebih tepat sasaran. Pada sisi teknis, pembukaan inlet dan pengangkatan sedimen menjadi faktor kunci karena sumbatan inlet sering menjadi titik lemah utama yang memicu genangan meskipun saluran utama masih ada. Peningkatan skor pretest–posttest memperlihatkan bahwa transfer pengetahuan O&P dapat memperkuat keberlanjutan. Pada banyak kasus, drainase kembali bermasalah bukan karena tidak pernah diperbaiki, melainkan karena tidak ada sistem pemeliharaan rutin. Dengan SOP ringkas, jadwal yang disepakati, dan struktur penanggung jawab, risiko “kembali tersumbat” dapat ditekan. Namun demikian, keberlanjutan tetap dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti intensitas hujan ekstrem, suplai sedimen dari area hulu, serta kebiasaan pembuangan sampah. Karena itu, program lanjutan yang disarankan adalah penguatan edukasi perilaku, penambahan titik kontrol pada inlet tertentu, dan replikasi bertahap ke segmen lain yang belum tertangani.

KESIMPULAN

Kegiatan rehabilitasi drainase lingkungan berbasis partisipasi warga di Desa Mabang efektif meningkatkan fungsi aliran pada segmen prioritas melalui pembersihan/normalisasi ringan, pemulihan inlet, dan perbaikan minor pada titik kritis. Dampak utama terlihat pada penurunan jumlah titik genangan dan berkurangnya durasi genangan pascahujan, sehingga kenyamanan dan aksesibilitas permukiman membaik. Dari sisi pemberdayaan, pelatihan operasi dan pemeliharaan (O&P), penyusunan SOP, penetapan jadwal pemeliharaan, serta pembentukan tim pemeliharaan lokal memperkuat keberlanjutan program karena warga memiliki pengetahuan dan mekanisme kerja rutin untuk mencegah sumbatan berulang. Kegiatan lanjutan direkomendasikan untuk memperluas cakupan rehabilitasi ke segmen lain, memperkuat edukasi pengelolaan sampah, dan melakukan monitoring berkala terutama pada musim hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Mabang, perangkat desa, tokoh masyarakat, serta seluruh warga yang terlibat aktif dalam pemetaan partisipatif, gotong royong rehabilitasi drainase, dan pelatihan operasi dan pemeliharaan (O&P). Apresiasi juga disampaikan kepada pihak kampus/program studi (diisi) atas dukungan pelaksanaan kegiatan, serta kepada seluruh tim pelaksana dan mahasiswa yang membantu proses dokumentasi, monitoring, dan penyusunan luaran kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 03-2406-1991: Drainase Perkotaan—Tata Cara Perencanaan Umum*. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pd T-14-2005-B: Inspeksi dan Pemeliharaan Drainase Jalan* (Pedoman Konstruksi dan Bangunan).
- Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Surat Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan* (Pedoman Nomor 15/P/BM/2021).
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2012). *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan (Buku Sistem Drainase Perkotaan Jilid 1A)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sarbidi, S. (2014). Kriteria desain drainase kawasan permukiman kota berwawasan lingkungan. *Jurnal Permukiman*, 9(1), 1–16.
- Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). *The SuDS Manual (C753)*. London: CIRIA.
- Rossman, L. A. (2015). *Storm Water Management Model (SWMM) User's Manual Version 5.1*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Ilwandri, Sijabat, A., HM, M., Wulandari, A. S. R., Rahmah, A., Mareta, S., & Framulya, N. (2023). Community empowerment in drainage management to overcome floods. *Inovasi Sosial: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 18–22.
- Herbanu, P. S., Efendy, S. R., & Kinanthi, R. (2024). Pemetaan partisipatif bahaya banjir: Integrasi pengetahuan lokal dan teknologi geospasial. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*.
- Pelling, M. (2007). Learning from others: The scope and challenges for participatory disaster risk assessment. *Disasters*, 31(4), 373–385.
- Mercer, J., Kelman, I., Lloyd, K., & Suchet-Pearson, S. (2008). Reflections on use of participatory research for disaster risk reduction. *Area*, 40(2), 172–183.
- Chow, V. T. (1959). *Open-Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1993). *Hidrologi untuk Pengairan* (Cetakan ke-7). Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2453-2002: Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 03-1733-2004: Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan*. Jakarta: BSN.