

Peningkatan Ketahanan Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri Terhadap Ancaman Hidrometeorologi Melalui Rencana Pengelolaan Drainase

Muchamad Arif Budiyanto^{1*}, Ratih Nurmala Saridewi¹, Hendra sufarjo¹

¹Teknik Sipil, Universitas Cokroaminoto Yogyakarta, Indonesia

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Diserahkan 02/05/2026 Direvisi 11/05/2026 Diterima 19/05/2026 Diterbitkan 24/05/2026	<i>Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri di Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta, merupakan situs bersejarah dan budaya yang sangat penting, menarik ribuan peziarah dan wisatawan setiap tahunnya. Keberadaan kompleks makam ini, yang terletak di lereng bukit dengan topografi berundak, menjadikannya rentan terhadap dampak peristiwa hidrometeorologi, khususnya curah hujan ekstrem. Kondisi lerengnya yang labil akibat infiltrasi air permukaan dan air tanah, ditambah dengan kemungkinan sistem drainase eksisting yang belum optimal atau kurang terpelihara, meningkatkan risiko destabilisasi. Pengabdian kepada Masyarakat ini secara spesifik bertujuan untuk membantu mitra, yaitu pengelola Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri dan masyarakat sekitar, dalam merencanakan serta merumuskan desain pembuatan sistem drainase yang efektif. Dalam rangka penanganan potensi longsor akibat intensitas hujan yang lebat, maka perlu dibangun saluran drainase lereng untuk mengurangi dampak yang tidak diharapkan. Pertama, Tahap Survei dan Identifikasi Masalah, serta menginventarisasi infrastruktur drainase yang sudah ada. Tahap selanjutnya, Perencanaan Desain Drainase Penangkapan Air Hujan, di mana tim bersama mitra akan merumuskan konsep dan desain rinci sistem drainase penangkap air hujan yang efektif untuk lereng curam. Berdasarkan hasil kajian dan diskusi, saluran drainase direncanakan dengan Kala Ulang Hujan 10 Tahunan dan menggunakan material U-ditch dengan dimensi saluran untuk Saluran 1 dengan dimensi 60 x 70 cm, Saluran Rencana A dengan dimensi 40 cm x 40 cm, Saluran Rencana B dengan dimensi 40 cm x 40 cm dan peningkatan kapasitas Saluran Eksisting 3 (Sal C) dengan dimensi 40 cm x 60 cm</i>
Kata Kunci: Cagar budaya Hidrometeorologi Drainase lereng	
Corresponding author email: arifbudiyanto.sipil@gmail.com	 Copyright © Author (2026). Published by Alesha Media Digital. This is an open access article under the CC BY SA license. All writings published in this journal are personal views of the author and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions.

1. PENDAHULUAN

Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri di Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta, merupakan situs bersejarah dan budaya yang sangat penting, menarik ribuan peziarah dan wisatawan setiap tahunnya. Keberadaan kompleks makam ini, yang terletak di lereng bukit dengan topografi berundak, menjadikannya rentan terhadap dampak peristiwa hidrometeorologi, khususnya curah hujan ekstrem [1] [2]. Infiltrasi hujan yang tinggi dapat melemahkan struktur tanah, Dimana ikatan dan sudut gesek tanah yang berkurang akibat pori tanah terisi oleh air. Meskipun situs ini merupakan cagar budaya vital dan destinasi peziarahan yang ramai [3], kondisi lerengnya yang labil akibat infiltrasi air permukaan dan air tanah, ditambah dengan kemungkinan sistem drainase eksisting yang belum optimal atau kurang terpelihara, meningkatkan risiko destabilisasi [1] [4]. Kawasan Imogiri secara geografis memiliki karakteristik hidrologi yang memerlukan perhatian khusus, mengingat efektivitas infrastruktur air di wilayah ini sangat bergantung pada pemeliharaan dan evaluasi kinerja

yang berkelanjutan [5]. Mitra utama kami, yaitu pengelola kawasan makam dan masyarakat sekitar yang sering berinteraksi dengan situs, menghadapi permasalahan nyata dalam menangani potensi longsor ini [6]. Kejadian longsor terjadi pada Tahun 2019 yang dipicu oleh hujan lebat yang terjadi sehari penuh, mengakibatkan sisi timur kompleks pemakaman ambrol. Longsoran membentuk tebing menganga selebar sekitar 50 meter dengan kedalaman curam mencapai lebih dari 100 meter. Mereka sering kali belum memiliki pemahaman teknis yang memadai mengenai prinsip-prinsip perencanaan dan pengelolaan drainase lereng yang efektif. Selain itu, keterbatasan sumber daya, baik dari segi alat, anggaran, maupun tenaga ahli untuk melakukan inspeksi rutin dan intervensi struktural preventif, menjadi kendala signifikan [7]. Akibatnya, belum ada rencana pengelolaan drainase yang terpadu dan adaptif terhadap kondisi lereng yang spesifik, sehingga respons terhadap kejadian hidrometeorologi masih bersifat reaktif ketimbang preventif [4]. Situasi ini mengancam keberlangsungan fisik kompleks makam, keamanan pengunjung dan pekerja, serta kelancaran aktivitas peziarahan, menegaskan urgensi intervensi melalui PKM ini untuk meningkatkan ketahanan kawasan melalui rencana pengelolaan drainase yang komprehensif.

Pengabdian kepada Masyarakat ini secara spesifik bertujuan untuk membantu mitra, yaitu pengelola Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri dan masyarakat sekitar, dalam merencanakan serta merumuskan desain pembuatan sistem drainase yang efektif. Perencanaan ini akan difokuskan pada penanganan air hujan yang jatuh dan mengalir deras di lereng-lereng curam kawasan makam [4]. Melalui pendampingan ini, diharapkan mitra memiliki pemahaman dan rencana konkret untuk membangun drainase penangkap air hujan yang mampu mengurangi kecepatan aliran permukaan, mencegah erosi tanah, meminimalkan potensi genangan, dan secara signifikan mereduksi risiko longsor [1]. Pada akhirnya, tujuan ini akan berkontribusi langsung pada peningkatan ketahanan fisik kawasan makam terhadap ancaman hidrometeorologi, menjaga kelestarian situs cagar budaya [3], serta menjamin keamanan dan kenyamanan bagi peziarah maupun masyarakat yang beraktivitas di sekitarnya.

2. METODE PELAKSANAAN

Dalam rangka mencapai tujuan peningkatan ketahanan kawasan melalui perencanaan pengelolaan drainase, pelaksanaan pengabdian ini akan dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis dan kolaboratif [8]. Pertama, Tahap Survei dan Identifikasi Masalah, di mana tim akan melakukan survei lapangan mendalam untuk mengidentifikasi kondisi topografi lereng, pola aliran air eksisting, lokasi-lokasi rawan erosi atau genangan, serta menginventarisasi infrastruktur drainase yang sudah ada [9]. Tahap ini juga mencakup diskusi intensif dengan pengelola Makam Raja-Raja Imogiri dan perwakilan masyarakat untuk memahami permasalahan yang mereka hadapi serta masukan-masukan strategis dari perspektif lokal [8]. Kedua, Tahap Pengumpulan dan Analisis Data, yaitu mengumpulkan data hidrologi (intensitas hujan) dan topografi lebih detail yang relevan untuk perencanaan [10] [11]. Data ini kemudian dianalisis untuk memprediksi volume aliran air dan potensi dampak yang ditimbulkan pada lereng [12] [13]. Ketiga, Tahap Perencanaan Desain Drainase Penangkapan Air Hujan [14], di mana tim bersama mitra akan merumuskan konsep dan desain rinci sistem drainase penangkap air hujan yang efektif untuk lereng curam. Tahapan perencanaan dihitung dengan menggunakan program hidrologi dan hidraulika dengan bantuan Microsoft excel. Desain ini akan mempertimbangkan aspek teknis [15], keberlanjutan, estetika situs, dan kelayakan implementasi oleh mitra. Keempat, Tahap Sosialisasi dan Peningkatan Kapasitas Mitra, yakni menyelenggarakan lokakarya atau pelatihan bagi pengelola dan masyarakat mengenai prinsip-prinsip dasar hidrologi lereng, pentingnya drainase, serta tata cara operasional dan pemeliharaan sistem drainase yang telah direncanakan. Kelima, Tahap Evaluasi dan Penyusunan Rekomendasi, di mana tim akan melakukan evaluasi terhadap proses perencanaan dan memberikan rekomendasi teknis serta manajerial untuk implementasi drainase jangka panjang oleh mitra [9], sehingga masalah potensi longsor dapat ditangani secara holistik dan berkelanjutan. Dalam tahapan penyusunan

rekomendasi dilakukan diskusi yang mendalam dan interaksi dari mitra dan pengelola terkait rencana penanganan yang akan dilakukan.

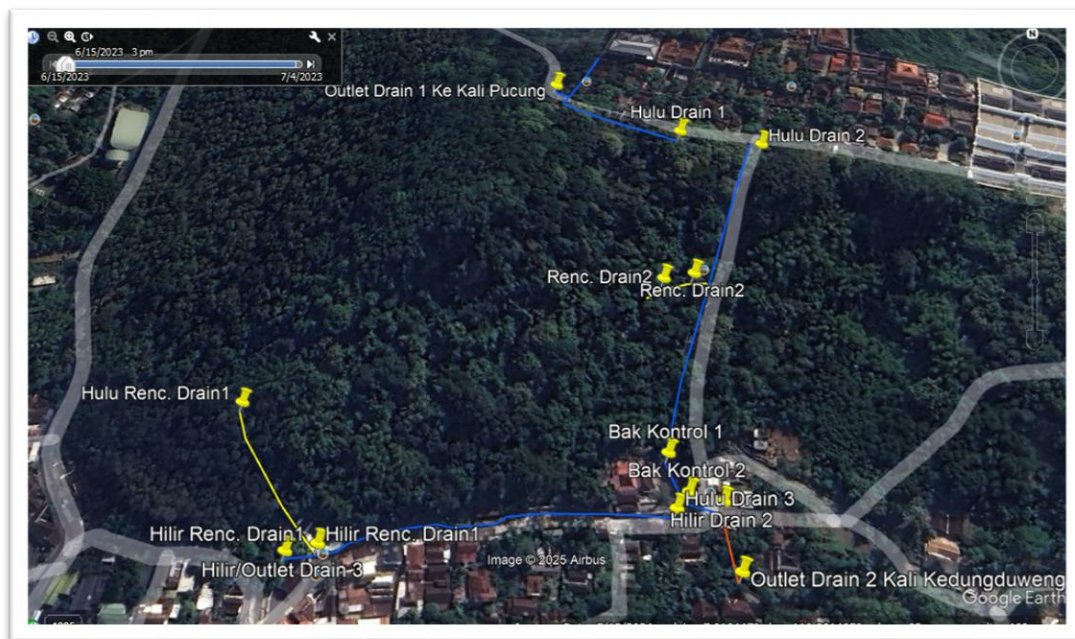
Peningkatan ketahanan kawasan makam raja-raja imogiri terhadap ancaman hidrometeorologi melalui rencana pengelolaan drainase. Sebelum merancang sistem drainase yang efektif dan tepat guna, langkah mendasar yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi dan memahami secara mendalam kondisi yang ada di lapangan. Penilaian kondisi yang ada ini mencakup berbagai aspek fisik, hidrologi, geologi, dan sosial-ekonomi yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi perilaku udara di kawasan studi.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kondisi Eksisting

Tabel Identifikasi ini krusial untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai karakteristik lereng Gunung Merak, pola aliran udara alami, keberadaan infrastruktur yang ada, serta potensi dan kendala yang mungkin timbul. Data dan informasi yang dikumpulkan dari tahapan ini akan menjadi dasar utama dalam menentukan jenis, dimensi, dan penempatan elemen drainase yang paling sesuai. Tanpa pemahaman yang akurat tentang kondisi yang ada, setiap upaya perencanaan drainase berisiko tidak optimal, tidak efisien, atau bahkan membiarkan kondisi yang sudah ada. Oleh karena itu, bagian ini akan menguraikan secara rinci kondisi aktual di lokasi studi untuk menjadi landasan bagi perancangan sistem drainase yang berkelanjutan.

Survei Drainase Eksisting dan pemetaan Rencana trase jaringan drainase di Kawasan Gunung Merak, Makam Raja Imogiri Kabupaten Bantul dipetakan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Trase Jaringan Drainase Eksisting dan Rencana

1) Drain 1

Posisi berada di sebelah kiri jalan dengan bentuk trapesium, dimensi Tinggi 0,6 m Lebar atas 0,8m dan lebar bawah 0,2m, konstruksi saluran pasangan batu kali, Hilir/ Outlet saluran di kali pucung



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 2 Saluran Penuh Sedimen



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 3 Hilir Saluran

2) Drain 2

Posisi berada di sebelah kanan jalan yang berbatasan langsung dengan DPT dan pagar samping tangga dengan bentuk persegi, dimensi Tinggi 0.2 m dan lebar 0.9 m, konstruksi saluran pasangan batu kali, di hilir saluran sudah di pasang u-ditch sebanyak 4 buah, Outlet saluran di kali kedung duweng.



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 4 Hulu Saluran



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 5 Hilir Saluran

3) Drain 3

Posisi berada di sebelah kanan berupa saluran tertutup dengan bentuk persegi, dimensi Tinggi 0.4 m dan lebar 0.4 m hulu sampai tengah saluran dan Tinggi 0.6 m dan lebar 0.4 m di tengah sampai hilir saluran, konstruksi saluran terbuat dari beton bertulang dan tutup saluran berupa tutup uditch



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 6 Saluran Drain 3

Selama pengumpulan data kondisi dilapangan terdapat beberapa bangunan makam Masyarakat yang dikuburkan diarea rencana menjadikan kendala trase yang direncanakan harus menyesuaikan dengan ketersediaan lahan. Sehingga perlu penyesuaian jalur dengan menghindari Lokasi makam eksisting.

3.2 Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data hujan dari stasiun yang berlokasi di sekitar Gunung Merak Kabupaten Bantul. Kabupaten Bantul sendiri terletak di Pulau Jawa, memanjang antara $110^{\circ}12'34''$ hingga $110^{\circ}31'08''$ Bujur Timur (BT) dan $7^{\circ}44'04''$ hingga $8^{\circ}00'27''$ Lintang Selatan (LS). Informasi mengenai peta Kabupaten Bantul serta titik koordinat stasiun hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSSO). Stasiun-stasiun hujan yang diamati dalam penelitian ini meliputi Terong, Siluk, dan Bedugan. Data curah hujan harian maksimum dalam minimal 20 tahun terakhir.

Hasil analisis hidrologi didapatkan nilai Intensitas hujan dengan berbagai kala ulang tertentu Yang selanjutnya dapat dihitung debit aliraaan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas hujan dengan kala ulang tertentu

I_{1000}	=	453,10	mm/jam
I_{100}	=	356,35	mm/jam
I_{50}	=	327,07	mm/jam
I_{20}	=	287,61	mm/jam
I_{10}	=	256,56	mm/jam
I_5	=	223,41	mm/jam
I_2	=	171,46	mm/jam

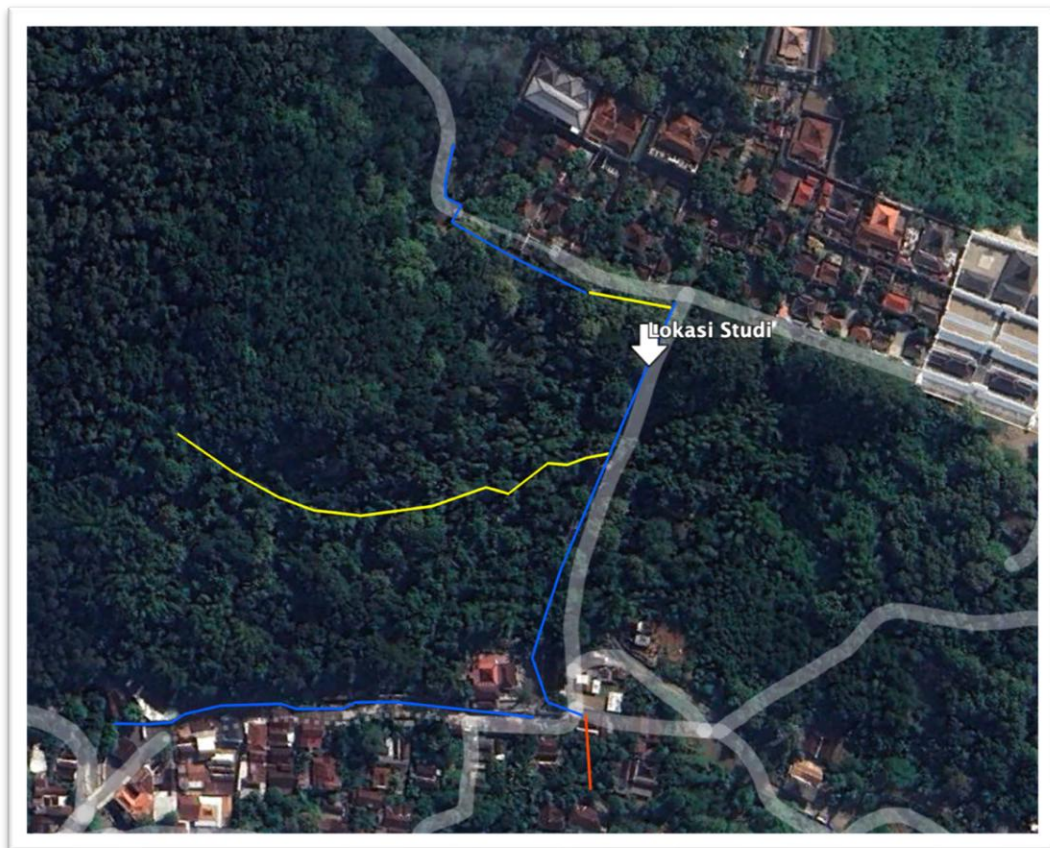
Sumber: Hasil analisis, 2025

3.3 Perencanaan

Tahap Perencanaan Desain Drainase Penangkapan Air Hujan, di mana tim bersama mitra akan merumuskan konsep dan desain rinci sistem drainase penangkap air hujan yang efektif untuk lereng curam. Desain ini akan mempertimbangkan aspek teknis, keberlanjutan, estetika situs, dan kelayakan implementasi.

1) Sistem Drainase Kawasan

Lokasi rencana mempunyai topografi yang curam. Hasil identifikasi sistem drainase di sekitar Lokasi rencana diketahui seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Sumber: Hasil analisis, 2025

Gambar 7 Sistem Drainase di Sekitar Kawasan Gunung Merak

2) Perhitungan Dimensi

Untuk menghitung dimensi saluran didasarkan dari debit aliran yang didapat dari perhitungan debit sebelumnya dan analisis perhitungan dimensi saluran pada perancangan saluran drainase ini, dihitung dengan cara analisis menggunakan persamaan hidraulika.

Dimensi saluran diperhitungkan dengan berbagai kala ulang, berdasarkan luas area Daerah Tangkapan Air dan Tipologi Kota, sesuai Peraturan Menteri PU Lokasi studi disarankan didesain dengan Kala Ulang Banjir 2 tahunan dengan intensitas Hujan rencana sebesar 171,46 mm/jam. Namun atas dasar keamanan dan pertimbangan mendatang, dari hasil diskusi disepakati menggunakan Desain dengan Kala ulang 10 Tahunan untuk mendesain saluran drainase dikawasan rencana.

Sebelum melakukan perencanaan saluran baru sesuai kebutuhan maka dilakukan Analisis kapasitas saluran eksisting di Kawasan Gunung Merak atau saluran drainase di sekitar area Makam-makam Raja Imogiri. Sebagaimana hasil inventarisasi diketahui terdapat 3 (tiga) saluran eksisting yaitu:

1. Saluran Eksisting 1

Saluran drainase memanjang mengelilingi Kawasan utama Makam Raja Bagian Kasunanan mengalir kearah barat terbuat dari pasangan Batu kali.

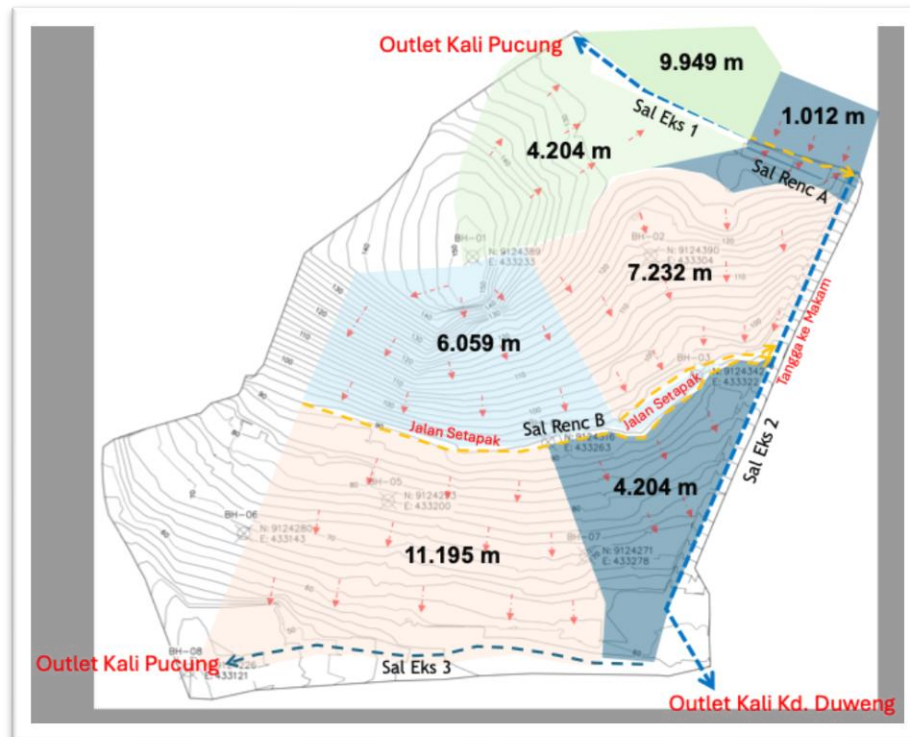
2. Saluran Eksisting 2

Saluran drainase utama yang berada di sebelah kiri (arah atas) tangga menuju Makam Raja terbuat dari pasangan batu.

3. Saluran Eksisting 3

Saluran drainase yang berada disamping pintu masuk utama (dari arah TK) menuju Tangga Utama.

Posisi Saluran Eksisting dan luasan Daerah Tangkapan Air masing-masing saluran dapat dilihat pada Gambar 8.



Sumber: Hasil analisis, 2025

Gambar 8 Jaringan Saluran dan Luas Daerah Tangkapan Air (DTA)

Berdasarkan jaringan saluran dan luasan DTA diatas maka dapat dilakukan sumulasi besarnya debit aliran yang diperkirakan mengalir/ dilayani masing-masing saluran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Debit Saluran Eksisting

Kode Saluran Penampung	Luasan Lahan Yang Ditampung (m ²)	Q ₂ (m ³ /dt)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)	Q ₂₀ (m ³ /dt)	Q ₅₀ (m ³ /dt)	Q ₁₀₀ (m ³ /dt)
Sal Eksisting 1	14.153	0,47	0,62	0,71	0,79	0,90	0,98
Sal Eksisting 2	18.507	0,53	0,69	0,79	0,89	1,01	1,10
Sal Eksisting 3	11.195	0,32	0,42	0,48	0,54	0,61	0,67

Sumber: Hasil analisis, 2025

Hasil analisis diatas dapat dibuat rangkuman kondisi muka air terhadap tinggi saluran sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi dan Tinggi Muka Air Eksisting pada Beberapa Kala Ulang Banjir

No	Nama Sal	Dimensi Saluran			Tinggi Muka Air					
		So	B (m)	H (m)	h ₂ (m)	h ₅ (m)	h ₁₀ (m)	h ₂₀ (m)	h ₅₀ (m)	h ₁₀₀ (m)
1	Sal Eksisting 1 (Uditch)	0,016	0,6	0,7	0,287	0,351	0,404	0,442	0,472	0,524
2	Sal Eksisting 2 (Pas Batu)	0,351	0,9	0,4	0,120	0,143	0,156	0,169	0,184	0,195
	Sal Eksisting 2 (Uditch)	0,133	0,8	0,8	0,117	0,139	0,153	0,165	0,180	0,191
3	Sal Eksisting 3 (Uditch)	0,072	0,4	0,6	0,185	0,226	0,251	0,274	0,303	0,325
4	Sal Renc A (Uditch)	0,02	0,4	0,4	0,060	0,072	0,079	0,085	0,093	0,099
5	Sal Rencana B1 (Uditch)	0,02	0,4	0,4	0,215	0,264	0,294	0,322	0,357	0,382
	Sal Rencana B2 (Uditch)	0,02	0,4	0,4	0,189	0,230	0,256	0,280	0,310	0,332

Sumber: Hasil analisis, 2025

3.4 Sosialisasi dan Penyusunan Rekomendasi

Tahap Sosialisasi dan Peningkatan Kapasitas Mitra, yakni menyelenggarakan lokakarya atau pelatihan bagi pengelola dan masyarakat mengenai prinsip-prinsip dasar hidrologi lereng, pentingnya drainase, serta tata cara operasional dan pemeliharaan sistem drainase yang telah direncanakan. Proses Sosialisasi dan dan Menampung Masukan untuk rencana pembuatan drainase ditunjukkan pada Gambar 9.

Tahap Evaluasi dan Penyusunan Rekomendasi, di mana tim akan melakukan evaluasi terhadap proses perencanaan dan memberikan rekomendasi teknis serta manajerial untuk implementasi drainase jangka panjang oleh mitra, sehingga masalah potensi longsor dapat ditangani secara holistik dan berkelanjutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 9 Sosialisasi dan Menampung Masukan untuk rencana pembuatan drainase



Sumber: Dokumentasi Kegiatan, 2025

Gambar 10 Evaluasi dan Penyusunan Rekomendasi

4. KESIMPULAN

Untuk mengurangi potensi longsor pada kawasan Makam raja-raja imogiri maka perlu dibuat pengaturan aliran air yang mengalir diatas permukaan lereng tanah. Pengendalian air tersebut dengan membangun saluran drainase yang bertujuan mengurangi infiltrasi air ke lereng Dimana dapat meningkatkan resiko longsor. Berdasarkan inventarisasi kondisi eksisting ada beberapa saluran yang dapat dipertahankan, tetapi ada beberapa saluran perlu ditingkatkan kapasitasnya. Serta dilakukan penambangan saluran berupa saluran sabuk drainase.

Berdasarkan hasil diskusi, saluran drainase direncanakan dengan Kala Ulang Hujan 10 Tahunan dan menggunakan material U-ditch. Maka didapatkan dimensi saluran untuk Saluran 1 dengan dimensi 60 x 70 cm, Saluran Rencana A dengan dimensi 40 cm x 40 cm, Saluran Rencana B dengan dimensi 40 cm x 40 cm dan peningkatan kapasitas Saluran Eksisting 3 (Sal C) dengan dimensi 40 cm x 60 cm.

Selain Pembangunan saluran drainase yang berfungsi sebagai sabuk. Perlu dilakukan perkuatan tebing yang lain seperti pemasangan geotextile. Dan untuk menjaga fungsi saluran drainase tersebut perlu dilakukan pemantauan dan pemeliharaan secara rutin baik dari sampah maupun sedimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Pihak Keraton Ngayogyakarta Hadiningrat, Masyarakat Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul yang telah bekerjasama dalam kegiatan pengabdian Masyarakat yang dilakukan oleh

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta. Serta kami ucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Cokroaminoto Yogyakarta yang telah mendukung pendanaan dalam rangka penyelesaian kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Hardiyatmo, Tanah Longsor dan Penanggulangannya, Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2012.
- [2] M. A. B. Ratih Nurmala Saridewi, "Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan EPA SWMM 5.1," *CivETech: Civil Engineering and Technology Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 36-53, 2024.
- [3] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, Jakarta: Sekretariat Negara, 2010.
- [4] D. Karnawati, Bencana Alam Dominan di Indonesia: Teori dan Mitigasi, Yogyakarta: Program Studi Teknik Geologi, FT UGM, 2005.
- [5] A. P. Muchamad Arif Budiyanto, "Evaluasi Kinerja Embung Song Bolong Selopamioro Imogiri, Bantul," *CivETech: Civil Engineering and Technology Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 37-43, 2020.
- [6] B. K. Bantul, "Laporan Tahunan Kejadian Bencana," Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Bantul, 2017.
- [7] d. Subagyo Pramumijoyo, "Analisis Kestabilan Lereng di Kawasan Makam Raja-Raja Imogiri," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 5, no. 2, p. 45-58, 2019.
- [8] d. K. S. J. Purnomo, "Metodologi Pengabdian Masyarakat Berbasis Partisipatif," *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 12-25, 2020.
- [9] Suripin, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [10] C. D. Soemarto, Hidrologi Teknik, Jakarta: Erlangga, 1999.
- [11] S. S. & S. Fauziah, "Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta," *Matriks Teknik Sipil*, pp. 82-89, 2013.
- [12] B. Triatmodjo, Hidrologi Terapan, Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [13] H. K. M. A. S. Muchamad Arif Budiyanto, "Analisis Aliran Banjir Sungai Gajah Wong Daerah Istimewa Yogyakarta," *Civil Engineering and Technology Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 30-40, 2022.
- [14] T. a. N. A. Widyasari, "Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Hujan Kabupaten Bantul Dengan Menggunakan Metode Mononobe," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 113-132, 2023.
- [15] D. J. C. Karya, Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan (SNI 02-2406-1991), Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1991.