



CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060



CivETech
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. VI

No. 1

Hal. 1 - 82

Yogyakarta
Februari 2024

P-ISSN 2798-4869
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



DAFTAR ISI

- <i>Erlina, Cahyaning Kilang P.</i> PENGARUH CURING MENGGUNAKAN AIR SUNGAI DAN AIR SUMUR TERHADAP KUAT TEKAN BETON	1 – 12
- <i>Muhammad Arifin, Muhammad Ryan Iskandar, Nurokhman</i> REVIEW SARANA PRASARANA LINGKUNGAN KAWASAN PARKIR NGABEAN YOGYAKARTA	13 – 26
- <i>Nurokhman, Hery Kristiyanto, Muchamad Arif Budiyanoto, Harjanto</i> STUDI IDENTIFIKASI DAN DESAIN SABO DAM OP-RRC3A DI SUNGAI OPAK KABUPATEN SLEMAN	27 – 35
- <i>Ratih Nurmala Saridewi, Muchamad Arif Budiyanoto</i> PEMODELAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN MENGGUNAKAN EPA SWMM 5.1 DI KABUPATEN TAPIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN	36 – 53
- <i>Singgih Subagyo, Namira Rosyada</i> ANALISIS LALU LINTAS HARIAN JALUR SATU ARAH (STUDI KASUS : JALAN LETJEN SUPRAPTO KOTA YOGYAKARTA)	54 – 65
- <i>Suryanto, Indra Suharyanto, Nasrul Arfianto</i> ANALISIS SIMPANG APILL PEREMPATAN PELEMGURIH DESA BANYURADEN KECAMATAN GAMPING, KABUPATEN SLEMAN PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	66 – 82



Vol. VI No. 1, Februari 2024

Pelindung:

Dekan Fakultas Teknik UCY

Pemimpin Redaksi:

Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

Redaksi Pelaksana:

Ir. Indra Suharyanto, M.T.

Ir. Erlina, M.T.

Ir. Singgih Subagyo, M.T.

Ir. Suryanto, M.T.

Muhamad Arifin, S.T., M.Eng.

Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.

Fajar Purwoko, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari:

Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T.

Dr.Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.

Dr. Adhy Kurniawan, S.T.

Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.

Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.

Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.

Ir. Nurokhman, M.T.

Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.

Ardian Alfianto, S.T., M.Eng.

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161

Telp. (0274) 372274

e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal **CivETech** terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal **CivETech** diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, , diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

STUDI IDENTIFIKASI DAN DESAIN SABO DAM OP-RRC3A DI SUNGAI OPAK KABUPATEN SLEMAN

Nurokhman¹, Hery Kristiyanto¹, Muchamad Arif Budiyan¹, Harjanto²
Email : nurokhman.jogja@gmail.com, arifbudiyan.sipil@gmail.com

ABSTRAK : Erupsi Gunung Merapi yang memiliki periode letusan tiap 3 – 7 tahun akan menyebabkan hamparan material lava letusan pada bagian hulu Sungai dan pada saat hujan dengan intensitas tinggi mengakibatkan timbunan material lava yang mengalir menjadi aliran debris. Beberapa kejadian aliran debris menjadi bencana yang merusak infrastruktur bahkan hingga timbul korban manusia. Sabo dam merupakan salah satu konstruksi untuk pengendalian aliran Sungai sekaligus pencegahan bencana aliran sediman. Salah satu Dam Sabo Sungai Opak adalah sabo dam OP-RRC3a di Kabupaten Sleman menuju Candi Prambanan. Dalam perencanaan telah dilakukan identifikasi kondisi eksisting lokasi, penetapan lokasi, desain konsep, perancangan dimensi dan tinjauan terhadap stabilitas bangunan. Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui identifikasi parameter desain bangunan sabo dam dan evaluasi opsi konsep desain bangunan sabo. Hasil identifikasi Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a memiliki panjang sungai 10,12 km dengan aliran Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak yang memiliki luas kurang lebih 6,74 km², elevasi sungai bagian hulu sebesar 1149,850 mdpl dan bagian hilir sebesar 465,20 mdpl serta memiliki kemiringan dasar sungai 0,068. Kondisi tata guna lahan sebagian besar masih berfungsi sebagai perkebunan dan ladang dengan dasar sungai berbatu dan lebar sungai sempit serta badan sungai masih ditutupi rerumputan. Hasil pengujian daya dukung tanah menurut Meyerhorf (1976) $q_a = 136,67 \text{ T/m}^2$ dan menurut modifikasi Meyerhorf (1976 dan 1974) $q_a = 144,42 \text{ T/m}^2$. Konsep desain sistem sabo dam pada OP-RRC3a dengan luas tangkapan 6,70 km², kemiringan 8,74%, tinggi 7 m, overflow 15 m dengan tipe konsolidasi dan tambahan fungsi untuk peningkatan intake irigasi Desa Wukirsari di sebelah kanan seluas 25 Ha dan di sebelah kiri Desa Argorejo seluas 15 Ha.

Kata Kunci : Gunung Merapi, Sabo Dam, Sungai Opak

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sabo Dam dibangun untuk mengendalikan dasar sungai, mengendalikan aliran lahar yang membawa material vulkanik (aliran debris) sehingga dapat meminimalisir risiko bencana banjir lahar di hilir sungai serta menjaga kelestarian lingkungan sekitar Gunung Merapi. Sampai saat ini telah dibangun sebanyak 272 unit sabo dam di wilayah DI. Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah dengan daya tampung sebesar 13,93 jt m³. dan pada rentang tahun 2018 hingga tahun 2020, telah dibangun tujuh Sabo Dam baru yang tersebar di Kabupaten Magelang dan Sleman.

Letusan dahsyat Gunung Merapi pada tahun 2010 mengakibatkan banjir lahar dingin di 15 sungai yang berhulu di Gunung Merapi. Erupsi Gunung Merapi yang memiliki periode letusan tiap 3 – 7 tahun akan menyebabkan hamparan material lava letusan pada bagian hulu sungai.

¹ Dosen Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

² Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Hujan yang terjadi dengan intensitas rata-rata 90 mm/jam pada ketinggian tersebut mengakibatkan timbunan material lava hasil letusan berubah menjadi banjir lahar dan akan mengalir hingga ke bawah menjadi aliran debris yang dapat menyebabkan timbulnya kerusakan infrastruktur yang dilalui debris folw bahkan dalam catatan bencana tersebut sering timbul korban manusia. Tindakan penanggulangan serta pencegahan kerusakan akibat kondisi alam tersebut salah satunya dengan pemanfaatan bangunan sabo. Salah satu sungai yang berada di selatan Gunung Merapi adalah Sungai Gendol yang bercabang ke Sungai Opak di Kabupaten Sleman menuju Candi Prambanan. Pemerintah pusat komitmen menanggulangi bencana debris flow dengan pembangunan sabo dam dan melalui BBWSO direncanakan dibangun 3 sabo dam di alur Sungai Opak yang diberi kode sabo dam OP-RRC3a, sabo dam OP-RRC3b, dan sabo dam OP-RRC3a. Dalam perencanaan telah dilakukan identifikasi kondisi eksisting lokasi, penetapan lokasi, desain konsep, perancangan dimensi dan tinjauan terhadap stabilitas bangunan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan studi untuk mengidentifikasi parameter dalam mendesain bangunan sabo dam dan mengevaluais konsep desain bangunan sabo yang menjadi pilihan.

2 LANDASAN TEORI

2.1. Indonesia Potensi Wilayah Rawan Bencana

Letusan atau erupsi gunungapi kerap terjadi di berbagai wilayah Indonesia. Dalam kurun waktu satu tahun terakhir ini (2013-2014), telah tercatat beberapa gunungapi mengalami peningkatan aktivitas atau bahkan berkembang hingga menjadi erupsi, sebut saja Gunungapi Rokatenda, Gunungapi Kelud, Gunungapi Sinabung, Gunungapi Slamet, dan terakhir Gunungapi Sangeang. Namun, tiga gunungapi yang aktivitasnya cukup mendapat perhatian adalah erupsi Gunungapi Merapi di perbatasan Yogyakarta dan Jawa Tengah, Gunungapi Kelud di Kediri, Jawa Timur, dan Gunungapi Sinabung di Karo, Sumatera Utara. Erupsi Gunungapi Merapi pada penghujung tahun 2010 merupakan erupsi Merapi terbesar dalam kurun waktu 80 tahun dengan total material vulkanik yang dilontarkan diperkirakan mencapai 150 juta m³.

Peristiwa erupsi Kelud juga menjadi perhatian nasional karena dampak letusannya, khususnya lontaran abu vulkanik yang mencapai Jawa Tengah dan Jawa Barat. Sementara erupsi Gunungapi Sinabung, terjadi dalam kurun waktu yang lama, sejak setahun yang lalu dan hingga saat ini belum dapat dipastikan kapan akan berakhir. Erupsi gunung api menimbulkan ancaman bencana primer dan bencana sekunder. Ancaman bencana primer merupakan ancaman bencana yang terjadi akibat peristiwa erupsi atau letusan langsung, seperti lontaran material vulkanik, aliran lava, dan aliran awan panas (*pyroclastic*). Sedangkan ancaman dari bencana sekunder, salah satunya adalah ancaman banjir lahar hujan. Banjir lahar hujan terjadi karena ada kejadian hujan dengan curah hujan cukup tinggi dan intensitas lama pada bagian hulu sungai sehingga membawa turun material hasil letusan yang terendap pada lereng-lereng melalui sungai-sungai yang berhulu di gunung api.

2.2 Bencana Gunungapi (Vulkanik)

Gunungapi merupakan lubang kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas atau cairan lainnya ke permukaan bumi (www.esdm.go.id). Dari perspektif proses pembentukannya, gunungapi atau volcano didefinisikan sebagai suatu pegunungan atau gunung yang dibentuk oleh akumulasi material-material bahan erupsi dan atau lelehan yang keluar dari dalam bumi melalui suatu pipa atau *vent* (www.esdm.go.id).

Bencana gunung api adalah bencana alam yang disebabkan oleh erupsi gunung api yang mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda serta dampak psikologis sehingga mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat (SNI13-4689-1998).

Bencana sekunder dapat berupa aliran lahar hujan atau yang biasa disebut banjir lahar hujan, banjir bandang maupun longsor vulkanik. Banjir lahar hujan terjadi apabila endapan material lepas hasil erupsi gunung api yang diendapkan di puncak dan lereng terangkut oleh hujan atau aliran permukaan menuruni alur lembah dan sungai di wilayah gunungapi. Banjir bandang dalam hal ini merupakan banjir yang terjadi akibat longoran material letusan lama pada lereng gunung api yang juga dipicu oleh curah hujan yang cukup tinggi sehingga membuat endapan material lama longsor atau runtuh secara bersamaan dalam jumlah besar. Berbeda halnya dengan bencana sekunder lainnya, longsor vulkanik biasanya tidak dipertimbangkan dalam peta kawasan rawan bencana karena jarang terjadi, umumnya dipicu oleh getaran letusan gunungapi yang cukup hebat, eksplosif uap air, dan alterasi batuan pada tubuh gunungapi sehingga menjadi rapuh atau terkena gempa bumi berintensitas kuat.

2.3 Bencana Sedimen

Banjir lahar hujan terjadi karena adanya material hasil letusan yang terdeposisi di lereng-lereng gunungapi dan terangkut oleh aliran permukaan akibat hujan dengan intensitas tertentu. Banjir lahar hujan adalah salah satu jenis aliran debris yang terjadi di daerah vulkanik. Aliran debris didefinisikan sebagai gerakan secara gravitasi dari campuran sedimen dan air, bentuknya seperti bubur dimana volume sedimen jauh lebih besar dari volume air (Takahashi dalam Sumaryono dkk, 2011). Aliran lahar hujan demikian pada level tertentu dapat dikategorikan sebagai *mudflow* dengan karakteristik umum berikut (Sabo Plan, 1983):

1. Konsentrasi material dasar berkisar antara 30-40%;
2. Berat jenis relatif tinggi, yaitu 1,8-2,2 ton/m³ sehingga energinya besar, khususnya gaya dampak oleh *boulders*;
3. Kecepatan tinggi, yaitu antara 10- 20 m/detik dan arah aliran lurus, sehingga terkadang dapat terjadi aliran keluar dari alur sungai pada daerah kelokan.

Sebagai konsekuensi dari karakteristik tersebut, aliran banjir lahar hujan memiliki daya rusak yang tinggi karena memiliki kecepatan tinggi sehingga sulit dikendalikan atau diarahkan. Arah alirannya dapat meloncat keluar dari alur karena energinya yang tinggi dan dapat membawa material *boulders*. Banjir lahar hujan dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai akibat endapan material yang dibawa aliran, seperti pendangkalan (*degradasi*) atau kenaikan elevasi dasar sungai (*agradasi*). Hal ini berbahaya karena mengakibatkan kapasitas tampung palung sungai berkurang sehingga apabila terjadi banjir lahar hujan, besar kemungkinan akan terjadi limpasan pada titik dimana sungainya menjadi dangkal atau bahkan terjadi perubahan arah aliran sungai. Terjadinya perubahan arah aliran sungai tersebut, menyebabkan daerah yang semula dianggap aman oleh masyarakat menjadi daerah yang berbahaya.

Dampak banjir lahar hujan juga dapat melanda permukiman, khususnya permukiman yang berada pada daerah lembah atau bantaran sungai, maupun permukiman yang berada cukup dekat dengan tebing sungai.

2.4. Teknologi Sabo sebagai Elemen Pengendali Banjir Lahar Hujan

Pengendalian aliran sedimen, khususnya untuk aliran banjir lahar hujan, yang sudah diaplikasi pada daerah-daerah vulkanik di Indonesia adalah Teknologi Sabo. Teknologi Sabo pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970 di daerah gunungapi untuk penanganan aliran lahar hujan, seperti di kawasan Gunungapi Merapi, Kelud, Semeru, Agung, dan Galunggung. Namun demikian, sebenarnya konsepsi pengelolaan gerakan sedimen sudah diaplikasikan di Indonesia sejak zaman Pemerintahan Belanda yang ditandai dengan adanya bangunan berupa kantong lahar hujan di Sungai Woro dengan nama Woro Drie Hoek atau Segitiga Woro yang dibangun sekitar tahun 1930-an.

Pada waktu terjadi letusan Gunungapi Merapi pada tahun 1930, Sungai Woro mendapatkan aliran material yang cukup banyak dan pada waktu terjadi banjir terjadilah sebaran lahar hujan yang berbentuk kipas, sehingga perlu dibuat tanggul pembatas daerah lahar hujan yang berbentuk segitiga. Namun pada saat itu, penanganan banjir lahar hujan belum dilakukan secara komprehensif karena lebih bersifat penanganan lokal. Pada saat ini, meskipun sudah lebih dari 40 tahun implementasi Teknologi Sabo di Indonesia, konsep pengendalian aliran lahar hujan secara menyeluruh dari daerah hulu sungai hingga daerah hilir belum banyak dipahami sebagai konsep yang sesungguhnya sangat berbasis ramah lingkungan (*environmental friendly*). Dikatakan sebagai teknologi ramah lingkungan karena konsep ini tidak hanya menggunakan pendekatan struktural atau bangunan fisik, namun juga mengaplikasikan pendekatan nonstruktural, seperti pekerjaan vegetasi dan kontur (*vegetation and hillside works*) pada daerah sumber sedimen dengan potensi longsor lereng. Selain itu, konsep ini juga mengedepankan kesetimbangan angkutan sedimen hulu-hilir, hal ini dibuktikan dengan adanya fungsi bangunan sabo yang menahan sementara sedimen berlebih pada saat banjir dan mengalirkan sedimen tersebut ke hilir secara perlahan-lahan saat aliran normal. Konsep ini tentunya tidak hanya mendukung keselamatan manusia, namun juga kelangsungan suplai sedimen pada alur sungai untuk pemeliharaan lingkungan sungai.

Teknologi Sabo secara luas mempunyai arti penanggulangan bencana yang diakibatkan pergerakan tanah atau sedimen yang dibawa oleh aliran air. Penanggulangan bencana sedimen ini dilakukan dengan berbagai pendekatan, tergantung dari karakteristik pergerakan atau aliran sedimen. Berdasarkan karakteristik pergerakan tanah atau sedimen, daerah pengendalian dengan Teknologi Sabo dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Daerah sumber sedimen (*production area*).
2. Daerah transportasi sedimen (*transportation area*).
3. Daerah pengendapan sedimen (*sedimentation area*).

Daerah sumber sedimen merupakan wilayah dimana aliran sedimen atau debris (*debris flow*) mulai terbentuk akibat bercampurnya material hasil erupsi oleh air hujan atau erosi lereng yang cukup tinggi. Tindakan pengendalian yang perlu dilakukan, antara lain membuang material debris yang tersedia, menstabilkan material hasil erosi tetap berada di posisinya ketika curah hujan tinggi, membuat kemiringan dasar sungai curam (*torrent river*) lebih landai atau stabil, serta menahan material hasil erosi dan menjaga elevasi dasar sungai dengan bangunan sabo seri sebagai pengendali dasar sungai.

Teknologi Sabo dalam implementasinya sangat beragam dan bergantung pada perilaku aliran debris yang akan dikendalikan. Beberapa jenis Teknologi Sabo yang sudah berkembang luas, yaitu: (1) Pekerjaan vegetasi (*vegetation work*), (2) Dam seri tingkat (*stepped dam*), (3) *Checkdam*, (4) *Consolidation dam*, (5) Kantong lahar hujan (*sand pocket*), (6) Kanalisasi (*channel works*), (7) *Groundsi*, dan (8) Tanggul (*training dyke*).

3 METODOLOGI PENELITIAN

Salah satu lokasi studi adalah Rencana Pembangunan Sabo Dam OP-RRC3a di Sungai Opak di Desa Wukirsari dan Desa Argorejo, Pakunewon Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dalam pengumpulan diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang memungkinkan layaknya kualitas pembangunan konstruksi. Sebagai pendukung data sekunder merupakan sumber data penelitian dari BBWSO DIY dan referensi lain yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan.

Dalam analisis desain sabo dam, dilakukan langkah-langkah antara lain mengetahui atau mencatat data curah hujan maksimum harian pertahun, menghitung besar curah hujan harian rerata di lokasi perencanaan, menghitung intensitas hujan untuk setiap kala ulang T_r tahun, menghitung debit rencana dengan menggunakan harga-harga yang telah dihitung pada langkah sebelumnya dan membuat konsep gambar dimensi.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Sungai Opak Sleman

Sungai Opak memiliki panjang sungai sekitar 65 Km dimulai dari hulu melewati wilayah Pakunewon Cangkringan, Ngemplak, Kalasan, Prambanan, dan Berbah di Kabupaten Sleman, daerah Istimewa Yogyakarta. Kemudian Pakunewon Piyungan, Pleret, Jetis, Imogiri, Pundong dan berakhir di Kretek. Debit air rata rata bulanan Sungai Opak sekitar $12,35 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan debit maksimum sebesar $83,2 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan minimum sebesar $1,89 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Wikipedia.org). Dari hasil penelitian parameter kualitas air yang diukur meliputi fisik (suhu, salinitas, kedalaman), kimia (amonia, nitrat, fosfat), dan mikrobiologi (total koliform). Dari hasil yang diketahui kualitas air muara Sungai Opak parameter amoniak berkisar antara $0,02-0,06 \text{ mg/L}$, parameter nitrat berkisar antara $0,34-0,81 \text{ mg/L}$, parameter fosfat berkisar antara $0,06-0,46 \text{ mg/L}$, dan total koliform antara $30.825 \text{ koloni}/100\text{mL}$. Dengan demikian status mutu kualitas muara Sungai Opak tercemar sedang.

4.2 Hasil Identifikasi Rencana Perletakan OP-RRC3a

Hasil identifikasi Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a memiliki panjang sungai $10,12 \text{ km}$ dengan aliran Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak yang memiliki luas kurang lebih $6,74 \text{ km}^2$. Untuk elevasi sungai bagian hulu sebesar $1149,850 \text{ mdpl}$ dan bagian hilir sebesar $465,20 \text{ mdpl}$ serta memiliki kemiringan dasar sungai $0,068$. Adapun tata guna lahan sebagian besar masih berfungsi sebagai perkebunan dan ladang. Dari hasil identifikasi OP-RRC3a menunjukkan dasar sungai berbatu dan lebar sungai sempit serta badan sungai masih ditutupi rerumputan.

4.3 Curah Hujan

Curah hujan maksimum tahunan digunakan untuk analisis curah hujan rencana dengan kata ulang. Data ini dikumpulkan dari 13 stasiun hujan yang terpilih dan dari pencatatan 10 tahunana (2010-2019) sebagaimana disajikan dalam table. Curah hujan harian maksimum tahunan di Kabupaten Sleman dan sekitarnya tercatat berkisar antara 42 mm hingga 227 mm . Curah hujan harian maksimum yang tercatat tinggi yaitu pada stasiun Mungkid pada tahun 2008

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian maksimum tahunan

Tahun	Nama Pos Hujan						
	Sawangan	Mungkid	Mendut	Muntilan	Dukun	Bronggang	Seyegan
2010	140	126	75	202	86	38	74
2011	133	121	85	154	141	148	75
2012	98	100	100	100	84	147	110
2013	130	94	125	98	90	150	95
2014	82	76	100	111	81	72	119
2015	95	84	72	96	89	122	117
2016	154	127	92	95	157	98	128
2017	128	87	82	90	136	90	169
2018	103	82	200	130	93	46	115
2019	164	128	141	154	161	85	98

Penentuan hujan rencana dilakukan dengan cara sttaistik yaitu analisis frekuensi. Analisis sfrekuensi dimaksudkan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggnakan distribusi probabilitas. Kejadian ekstrim dalam studi ini adalah curah hujan ekstrim yaitu curah hujan harian maksimum setiap tahun yang diukur dalam ebeberapa tahun. Hasil analisis frekuensi untuk stasiun hujan Sawangan adalah jumlah data = 10, Nilai rerata (*mean*) = 122,68, Deviasi standar = 27,027, Koefisien *Skewness* = -0,030, Koefisien *Kurtosis* = 1,455, Koefisien Variasi = 0,22 , Nilai tengah = 129,00. Dengan karakteristik tersebut, dapat diketahui jika kecocokan karakteristik data hujan adalah menggunakan metode Log pearson III. Tetapi sebagai pembanding maka dihitung juga metode Gumbal & Log normal. Hasil perhitungan karakteristik curah hujan masing-masing stasiun berdasarkan sifat khas distribusi seperti pada table.

Tabel 2. Rekap Hasil Uji Dispersi Pemilihan Distribusi Hujan Lokal Rencana.

No.	Pos Hujan	Koef. Kepencengan, Cs	Koef. Kurtosis, Ck	Koef. Variasi, Cv	Jenis Sebaran			
					Normal	Log Normal	Gumbell	Log Pearson III
1	Sawangan	-0.030	1.455	0.220	Syarat : Cs ≈ 0	Syarat : Cs ≈ 3Cv Cs ≥ 0	Syarat : Cs ≈ 1,4 Ck ≈ 5,4	Syarat : Cs positif atau negatif dan tidak memenuhi syarat distribusi lain
2	Mungkid	0.197	1.081	0.204				
3	Mendut	1.694	3.336	0.366				
4	Muntilan	1.249	2.406	0.299				
5	Dukun	0.609	1.190	0.293				
6	Bronggang	-0.106	1.390	0.415				
7	Seyegan	0.779	2.673	0.251				
8	Jrakah	0.904	2.764	0.331				
9	Ketep	0.275	1.123	0.461				
10	Talun	1.105	1.681	0.731				
11	Ngandong	0.011	1.852	0.205				
12	Tunggularum	1.093	2.315	0.243				
13	Dadapan Gununganyar	2.547	5.190	0.413				

Sumber: Hasil Analisa, 2021

4.4 Data Geoteknik

Penyeidikan tanah/batuan untuk mengetahui karakteristik /sifat fisik dan keteknikan tanha/batuan di lokasi rencana pondasi bangunan sabo dam. Dengan diketahui data parameter tanah/batuan akan memudahkan dalam perhitungan perencanaan pondasi. Dari hasil pemeriksaan susunan lithologi, inisitu tes (SPT) dan pengambilan sampel tak terganggu (*undisturb sample*) seperti pada tabel.

Tabel 3. Lokasi Uji Bor Inti Lokal Rencana.

Lokasi Bor Inti Lokasi Rencana	Koordinat (Utm)					Kedalaman (m)			
	x		y		z				
	439682		9154286		478	10			
Hasil Uji N SPT Bor	Kedalaman (m)		Nilai N SPT			Total N SPT	L ₁ (m)	L ₁ *N	N
	Z ₁	Z ₂	N ₁	N ₂	N ₃				
	0	2	8	17	10	27	2	54	
	2	4	18	60	60	60	2	120	
	4	6	12	60	60	60	2	120	
	6	8	14	60	60	60	2	120	
8	10	12	60	60	60	2	120		
Hasil Uji Bor Tangan	Koordinat (Utm)					Kedalaman (m)			
	X		y		z				
	439731		9154305		477	2			
Hasil Uji Sondir	Koordinat (Utm)					Kedalaman (m)			
	X		y		z				
	439693		9154291		475	2,6			

Sumber: BBWS dioleh

Daya dukung tanah pasir untuk pondasi dangkal menurut Meyerhorf (1976) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$q_a = q_c / 33 * [(B + 0,3)/B]^2 * K_d$$

Dimana q_a = kapasitas dukung ijin tanh (ton/m^2), q_c = tahanan konus dari sondir (kg/cm^2), d = kedalaman pondasi (m), dan B = lebar pondasi (m). Dengan menggunakan persamaan di atas untuk lebar pondasi $B = 2$ m dan kedalaman pondasi $d = 3$ m, $K_d = 1,495$ dan diambil $K_d = 1,33$ maka :

$$q_a = 251,62 / 33 * [(2 + 0,3)/2]^2 * 1,495 = 134,18 \text{ kN/m}^2 = 136,67 \text{ T/m}^2$$

Daya dukung tanah menurut modifikasi Meyerhorf (1976 dan 1974) untuk meningkatkan daya dukug 50% (Bowles 1998(, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$q_a = (N_n / F_2) * [(B + F_3) / B]^2$$

dimana q_a = kapasitas dukung ijin tanh (ton/m^2), N_n = Nilai penetrasi standar terkoreksi diambil 53,4, maka hasilnya $q_a = 30,038 \text{ ksf} = 144,42 \text{ T/m}^2$

4.5 Konsep Desain Sabo Dam Kali Opak OP-RRC3a

Kerangka acuan yang digunakan dalam penentuan tipe bangunan sabo dam yang akan didesain pada beberapa kondisi, diantaranya kemiringan dasar sungai dan potensi aliran debris yang diestimasikan terjadi. Namun secara garis besar fungsi yang dioptimalkan sabo dam adalah menahan sedimen agar kemiringan dasar sungai stabil dapat dipertahankan. Garis besar acuan yang digunakan dalam perencanaan sabo dam pada kegiatan SID Sabo Dam Kabupaten Magelang. Berdasarkan dokumen masterplan Sabo Dam tahun 2017 disebutkan aturan pemilihan jenis bangunan berdasarkan kemiringan dasar sungai.

Desain Sabo dam di Kali Opak pada OP-RRC3a merupakan rencana desain dam pengendali psedimen dan perkuatan dasar sungai di Kali Opak yang merupakan satu system dari Kali Gendol di sisi Selatan Gunung Merapi. Rencana desain OP-RRC3a berada di Desa Wukirsari Pkenewon Cangkringan Kabuapten Sleman dan merupakan system series dengan sabo dam yang telah ada maupun dengan 2 rencana sabo dam lain di hilir

rencana bangunan ini, yaitu Sabu Dam OP-RRC3a berada 1300 meter ke hilir bangunan sabo dam OP-RRC3a.

Lokasi rencana bangunan sabo dam berada di bantaran banjir yang status lahannya diolah masyarakat sekitar sebagai sawah atau ladang. Kondisi topografi pada lokasi tersebut merupakan lembah sungai yang rendah, yang memungkinkan desain rencana Sabo Dam tipe konsolidasi dam sebagai fungsi stabilisasi dasar sungai. Diketahui juga bahwa di hulu rencana bangunan OP=RRC3a adalah jembatan provinsi, sehingga desain rencana bangunan ini juga sebagai perlindungan jembatan. Selain itu kebutuhan masyarakat terhadap irigasi sawah atau ladang membuat penyesuaian desain OP-RRC31 yang memiliki intake irigasi ke kiri dan kanan sungai untuk irigasi ke Desa Wukirsari, Pakenewon Cangkringan, Kabupaten Sleman. Desain konsep system sabo dam pada OP-RRC3a dengan luas tangkapan 6,70 km², kemiringan 8,74%, tinggi 7 m, overflow 15 m dengan tipe konsolidasi dan tambahan fungsi untuk peningkatan intake irigasi Desa Wukirsari di sebelah kanan seluas 25 Ha dan di sebelah kiri Desa Argorejo seluas 15 Ha.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil identifikasi Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a memiliki panjang sungai 10,12 km dengan aliran Sungai Opak pada lokasi OP-RRC3a berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak yang memiliki luas kurang lebih 6,74 km², elevasi sungai bagian hulu sebesar 1149,850 mdpl dan bagian hilir sebesar 465,20 mdpl serta memiliki kemiringan dasar sungai 0,068. Kondisi tata guna lahan sebagian besar masih berfungsi sebagai perkebunan dan ladang dengan dasar sungai berbatu dan lebar sungai sempit serta badan sungai masih ditutupi rerumputan. Hasil pengujian daya dukung tanah menurut Meyerhorf (1976) $q_a = 136,67 \text{ T/m}^2$ dan menurut modifikasi Meyerhorf (1976 dan 1974) $q_a = 144,42 \text{ T/m}^2$. Konsep desain sistem sabo dam pada OP-RRC3a dengan luas tangkapan 6,70 km², kemiringan 8,74%, tinggi 7 m, overflow 15 m dengan tipe konsolidasi dan tambahan fungsi untuk peningkatan intake irigasi Desa Wukirsari di sebelah kanan seluas 25 Ha dan di sebelah kiri Desa Argorejo seluas 15 Ha.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2009). *Konservasi tanah dan air*. PT Penerbit IPB Press.
- Arifin, M., Budiyanto, M. A., & Jaya, R. P. (2023). *Analisis Kapasitas Sungai Doho Dalam Rangka Penanggulangan Banjir*. CivETech, 5(2), 24-30.
- Arifin, M., Arruzzi, R. K., & Pramudianti, E. (2022). *Kajian Penentuan Laju Erosi Tahunan, Penetapan Status Tingkat Bahaya Erosi dan Muatan Sedimen di DAS Buntung, DAS Doho dan DAS Kedungjambal, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah*. CivETech, 4(2), 39-52.
- Asdak, C. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Yogyakarta.
- Budiyanto, M. A., Kristiyanto, H., & Savareno, M. A. (2022). *Analisis Aliran Banjir Sungai Gajah Wong Daerah Istimewa Yogyakarta*. CivETech, 4(1), 30-40.
- Balai Sabo, 2021, SID Sabo Dam Gunung Merapi Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang,
- Cahyono, Joko. 2012. "Penanggulangan Daya Rusak Aliran Debris", <https://www.jcpoweryogyakarta.blogspot.com>, diakses pada 07 Januari 2021 pukul 09.30
- Cahyono, Joko. 2013. Pengantar Teknologi Sabo 2013, Yayasan Sabo Indonesia Foster,

- G.R., and L.D.
Cindi, T. (2021). *Evaluasi Kapasitas Sabo Dam PA-RRD1 Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Kali Pabelan, Merapi* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Foster, G. R., & Meyer, L. D. (1977, December). Soil erosion and sedimentation by water-an overview. In *ASAE Publication No. 4-77. Proceedings of the National Symposium on Soil Erosion and Sediment by Water, Chicago, Illinois, December 12-13, 1977*.
- Mulyanto, H. R. (2008). Efek Konservasi dari Sistem Sabo untuk Pengendalian Sedimentasi Waduk. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Nurokhman, 2010, Mengenal Banjir Bandang di Indonesia, Buku JICA-PU.
Purwa Adilaras P. 2016. Evaluasi Kapasitas Sabo Dam dalam Usaha Mitigasi Bencana Sedimen Merapi (Studi kasus : Sabo Dam PA – C, Pasekan, Kali Pabelan). Skripsi. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Yogyakarta.
- Sena, S. A. (2016). Evaluasi Kapasitas Sabo Dam Dalam Usaha Mitigasi Bencana Sedimen Merapi (Studi Kasus: Sabo Dam Pu-C Seloiring, Kali Putih, Merapi). *Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta*.
- Suripin (watervoorziening.). (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning* (No. 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.
- Wulandari, A., & Cahyono, B. K. (2020). Estimasi volume sedimentasi Waduk Sermo menggunakan metode RUSLE, batimetri dan angkutan sedimen. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(1), 39-48.