

STRATEGI MITIGASI BANJIR BERDASARKAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI KELURAHAN JAGALAN

Elang Rahma Palawa¹, Rintis Hadiani² dan Adi Yusuf Muttaqien³

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: elangrahma23@gmail.com

ABSTRACT

Flood mitigation is an important step in maintaining the sustainability and safety of urban environments. One key factor that affects the capacity of drainage channels is the flow rate of water through the channels. Therefore, this research aims to assess flood mitigation strategies based on the flow rate in drainage channels using the HSS SCS method. The study was conducted in Jagalan Sub-District, which frequently experiences flooding due to inadequate drainage channel capacity. The HSS SCS method was used to estimate the maximum flow rate that can be accommodated by the drainage channels. Hydrological and topographic data of the study area were collected and analyzed to identify relevant hydrological characteristics and physical parameters.

The analysis results showed the planned flood discharge values in Jagalan Sub-District through the Kali Boro Watershed, which were 3.1154 mm³/dt for a 2-year return period, 3.8297 mm³/dt for a 5-year return period, 4.3025 mm³/dt for a 10-year return period, and 4.7501 mm³/dt for a 20-year return period. The existing discharge values were 14.5243 mm³/dt for Surya Road, 19.1823 mm³/dt for Rejosari Road, 8.7376 mm³/dt for Kali Kepunton Road, 66.0338 mm³/dt for Kali Sim pang Road, 21.7882 mm³/dt for Bororejo Road, and 42.2077 mm³/dt for Ir. Juanda Road. From these values, it can be concluded that the drainage channels in Jagalan Sub-District have sufficient capacity to accommodate the maximum flow rate during high-intensity rainfall.

Keywords: Flood, Drainage capacity, HEC-RAS, SCS

ABSTRAK

Pengendalian mitigasi banjir merupakan langkah penting dalam menjaga keberlanjutan dan keamanan lingkungan perkotaan. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kapasitas saluran drainase adalah debit aliran air yang mengalir melalui saluran tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengendalian mitigasi banjir berdasarkan debit di saluran drainase dengan menggunakan metode HSS SCS.

Studi dilakukan di Kelurahan Jagalan, yang sering mengalami banjir akibat kapasitas saluran drainase yang tidak memadai. Metode HSS SCS digunakan untuk mengestimasi debit aliran maksimum yang dapat ditampung oleh saluran drainase. Data hidrologi dan topografi wilayah studi dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik hidrologi dan parameter fisik yang relevan.

Hasil analisis menunjukkan nilai debit banjir rencana yang terjadi di Kelurahan Jagalan melalui DAS Kali Boro yaitu untuk Q₂ tahun sebesar 3,1154 mm³/dt, untuk Q₅ tahun yaitu sebesar 3,8297 mm³/dt, untuk Q₁₀ tahun yaitu sebesar 4,3025 mm³/dt, dan untuk Q₂₀ tahun yaitu sebesar 4,7501 mm³/dt, sedangkan nilai debit pada eksisting yaitu untuk Jalan Surya sebesar 14,5243 mm³/dt, untuk Jalan Rejosari sebesar 19,1823 mm³/dt, untuk Jalan Kali Kepunton yaitu 8,7376 mm³/dt, untuk Jalan Kali Sim pang sebesar 66,0338 mm³/dt, untuk Jalan Bororejo sebesar 21,7882 mm³/dt, dan untuk Jalan Ir. Juanda yaitu sebesar 42,2077 mm³/dt. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa saluran drainase di Kelurahan Jagalan memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung debit aliran maksimum saat curah hujan intensitas tinggi.

Kata kunci: Banjir, Kapasitas Drainase, HEC-RAS, SCS

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Kota Surakarta sudah mengidentifikasi beberapa penyebab terjadinya banjir dan genangan di beberapa daerah, sebelumnya Pemerintah Kota Surakarta sudah memiliki 68 pintu air atau sarana pengontrol tinggi muka air. Hal itu sebagai penanda bahwa Kota Surakarta termasuk salah satu Kota yang sejak dulu dikenal sebagai kawasan rawan genangan dan banjir dan pemerintah susah untuk memprediksi kapan genangan dan banjir terjadi. Genangan dan banjir yang dialami Kota Surakarta banyak disebabkan oleh perubahan iklim yang mengakibatkan hujan ekstrem dan perubahan guna lahan baik di sekitar Kota maupun Kabupaten sekitar Kota Surakarta.

Selain itu, daya dukung lahan yang dimiliki Kota Surakarta sangat terbatas yang mengakibatkan kebutuhan akan pembangunan perumahan mengarah pada lahan-lahan kawasan lindung. Masalah banjir di Kota Surakarta juga disebabkan mulai menipisnya luas lahan akibat pembangunan hunian di atas saluran dan penutupan saluran terbuka, serta sedimen maupun sampah yang menggenangi. Hujan deras yang terjadi di Kota Surakarta juga menjadi penyebab utama bencana banjir dan genangan diperparah dengan keadaan aliran air yang tidak lancar.

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di daerah yang banyak dialiri oleh aliran sungai terdekat. Banjir dapat diartikan sebagai datangnya air di suatu kawasan sehingga menutupi permukaan tanah. Banjir dapat dilihat sebagai bagian dari siklus hidrologi bahwa volume air yang mengalir di permukaan bumi dipengaruhi oleh tingkat curah hujan dan kemampuan tanah untuk meresap air yang ada di permukaan tanah. Negara Indonesia masih termasuk negara dengan tingkat kejadian banjir yang cukup tinggi, masih banyak kota besar mengalami banjir yang diakibatkan beberapa penyebab. Kota Surakarta menjadi salah satu Kota di Jawa Tengah yang masih bergulat untuk mengatasi banjir di beberapa daerah.

2. LANDASAN TEORI

Saluran drainase adalah infrastruktur penting dalam mengurangi risiko banjir di daerah perkotaan. Analisis kapasitas saluran drainase penting dilakukan untuk menentukan apakah saluran drainase sudah mampu menampung aliran air yang dihasilkan oleh curah hujan yang tinggi atau masih memerlukan perbaikan dan peningkatan kapasitas. Beberapa studi telah dilakukan tentang analisis kapasitas saluran drainase sebagai mitigasi banjir di berbagai kota di Indonesia, termasuk Surakarta.

Salah satu studi yang telah dilakukan di Surakarta yang bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase di Jagalan, Surakarta menggunakan metode Rasional. Metode Rasional digunakan untuk menghitung debit aliran maksimum yang dapat ditampung oleh saluran drainase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase di Jagalan masih rendah, yaitu hanya mampu menampung debit aliran sebesar 12,73 m³/detik, sementara debit aliran maksimum yang dihasilkan oleh curah hujan 100 tahun di Jagalan mencapai 32,11 m³/detik. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan adanya peningkatan kapasitas saluran drainase di Jagalan (Harjoko, A., & Wardhani, P. D, 2018).

Drainase

Drainase merupakan suatu sistem pengelolaan air yang penting dalam pengembangan kota dan wilayah. Sistem ini bertujuan untuk mengalirkan air berasal suatu area ke area lainnya dengan tujuan mengurangi potensi banjir dan genangan air pada suatu wilayah, drainase artinya sistem pengelolaan air bagian atas yg bertujuan untuk memindahkan air berasal suatu area ke area yang lain. Fungsi asal sistem drainase yaitu mengurangi potensi banjir atau genangan air pada suatu wilayah. Selain itu, sistem drainase juga bisa dipergunakan untuk mengontrol kualitas air permukaan dan mengurangi erosi (Melinda dkk., 2018).

Strategi

Strategi adalah sikap manusia untuk menemukan pokok permasalahan yang dihadapi kemudian Menyusun solusi dan strategi secara runtut yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Strategi yang akan digunakan biasanya sudah dipersiapkan secara matang dan bersifat kompleks.

Mitigasi Banjir

Mitigasi banjir adalah serangkaian langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi risiko dan dampak banjir. Ini melibatkan tindakan pencegahan, persiapan, dan respons terhadap ancaman banjir. Mitigasi banjir yaitu ada mitigasi banjir struktural dan non struktural. Mitigasi struktural seperti pembangunan tanggul, pembuatan sudet, dll. Sedangkan non struktural seperti pembuatan lembaga swadaya masyarakat, pembuatan mapping, dll. (UNISDR, 2007).

Sungai

Sungai adalah saluran air yang mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dan menjadi bagian penting dalam siklus hidrologi. Sungai berfungsi sebagai sumber air bagi kehidupan manusia dan satwa liar, serta memiliki potensi untuk menghasilkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air. Sungai memiliki struktur dan fungsi yang kompleks, mulai dari aliran air permukaan, dasar sungai, tepi sungai, hingga daerah sekitarnya. Oleh karena itu, pengelolaan sungai harus dilakukan dengan memperhatikan aspek ekologis, sosial, dan ekonomi (Nugroho dkk, 2017).

Banjir

Banjir adalah suatu rendaman air setinggi lebih dari 40 cm dan bertahan selama lebih dari 1 hari. Sedangkan genangan adalah rendaman air yang tingginya kurang dari 40 cm dan bertahan kurang dari 1 hari (Peraturan Pemerintah No 1 Tahun 2014). Banjir dapat terjadi karena berbagai faktor seperti intensitas hujan yang tinggi, kondisi topografi yang rendah, dan pengelolaan lingkungan yang buruk. Untuk mengurangi dampak banjir, perlu dilakukan peta bahaya banjir menggunakan metode analisis multi-kriteria dan sistem informasi geografis (SIG). Analisis ini dapat memberikan informasi mengenai tingkat risiko banjir pada suatu wilayah sehingga dapat diambil tindakan pengurangan risiko bencana banjir yang tepat dan efektif (Muin, A, 2020).

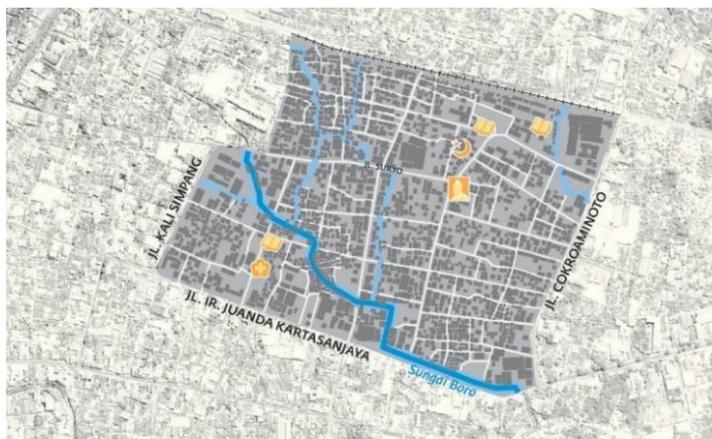
DAS (Daerah Aliran Sungai)

DAS atau Daerah aliran sungai adalah daerah daratann yang menerima dan menampung air hujan kemudian dialirkan dari anak sungai menuju sungai utama dan menuju laut yang wilayahnya dibatasi oleh gunung, jalan bukit tanggul maupn batuan. Wilayah daratan yang dibatasi tersebut dinamakan daerah tangkapan air yang unsur utamanya terdiri dari air, vegetasi, dan sumber daya manusia dimana daerah tangkapan air memiliki banyak manfaat yaitu mempertahankan kelestarian sumber daya air di suatu wilayah itu.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu kelurahan yang terletak di Kota Surakarta yaitu Kelurahan Jagalan. Secara geografis luas Kelurahan Jagalan adalah 65 ha. Pada bagian utara dan barat berbatasan langsung dengan Kelurahan Purwodiningratan, sedangkan pada bagian timur berbatasan dengan Kelurahan Pucangsawit, dan pada bagian selatan berbatasan dengan Kelurahan Sewu. Lokasi Kelurahan Jagalan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sungai yang dihitung debit alirannya yaitu Sungai Boro yang mengalir di daerah Kelurahan Jagalan. Langkah pertama sebelum menghitung debit aliran adalah menentukan Peta Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai (DAS) didapat berdasarkan peta DEM (Digital Elevation Model). Selanjutnya peta DEM diolah untuk mendapatkan batas daerah aliran sungai Boro menggunakan software ARC-GIS.

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder berupa curah hujan. Data sekunder yang digunakan adalah :

- 1) Data curah hujan yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- 2) Peta DEM Kelurahan Jagalan dalam format tif.
- 3) Koordinat stasiun hujan yang digunakan.
- 4) Data dimensi eksisting saluran drainase di Kelurahan Jagalan.

Tahapan Analisis

1) Mengumpulkan Data dan Informasi

Tahap pertama dalam penelitian adalah mengumpulkan data dan informasi. Cara dalam mengumpulkan data yaitu dengan mencari jurnal dan karya ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian yang nantinya akan dijadikan referensi dalam penulisan laporan dan melakukan survei lapangan untuk mendapatkan data dimensi eksisting saluran.

2) Menganalisis Data Hujan

- Menguji kepenggahan data curah hujan harian maksimum.
- Menghitung hujan tahunan maksimum.
- Mengelola hujan titik menjadi hujan wilayah.

3) Pengolahan Hidrograf Debit dan Kapasitas Saluran

- Menghitung nilai CN DAS dan hujan efektif,
- Menghitung waktu konsentrasi,
- Mengubah hujan harian menjadi jam-jaman.
- Menghitung hidrograf satuan sintesis dengan metode HSS SCS ,
- Menghitung Kapasitas Saluran Drainase Rancangan.

4) Analisis Genangan

- Mencari luas, tinggi, waktu genangan dengan HEC-RAS.

5) Analisa Keefektifan Drainase Rancangan dengan Hasil Genangan

- Menghitung debit volume genangan pada tiap hujan periode ulang.
- Mencari debit kapasitas drainase untuk tiap banjir periode ulang.
- Mengurangkan hasil debit genangan dengan debit kapasitas drainase dan melihat apakah masih ada genangan atau tidak.

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika tentang banjir akibat kapasitas drainase melibatkan pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas drainase dan dampaknya terhadap banjir. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat dilakukan dalam melakukan analisis tersebut:

- 1) Mengumpulkan data: Kumpulkan data yang relevan, seperti peta drainase, data hujan, topografi daerah, karakteristik fisik drainase (ukuran saluran, kemiringan, dll.), dan data hidrologi historis jika tersedia.
- 2) Mengidentifikasi kapasitas drainase: Tentukan kapasitas drainase yang ada pada daerah yang dianalisis. Hal ini dapat melibatkan pengukuran langsung kapasitas saluran drainase atau menggunakan metode perhitungan berdasarkan ukuran saluran, jenis material, dan geometri saluran.
- 3) Mengestimasi debit banjir: Gunakan data hujan dan metode hidrologi yang tepat (seperti metode Rasional, SCS-CN, atau HSS) untuk mengestimasi debit banjir yang dihasilkan dari curah hujan tertentu pada daerah yang dianalisis. Ini memungkinkan untuk membandingkan debit banjir yang dihasilkan dengan kapasitas drainase yang ada.
- 4) Analisis kelebihan kapasitas: Bandingkan debit banjir yang dihasilkan dengan kapasitas drainase yang ada. Jika debit banjir melebihi kapasitas drainase, maka akan terjadi kelebihan kapasitas dan berpotensi menyebabkan banjir.
- 5) Identifikasi titik-titik kritis: Identifikasi titik-titik dalam sistem drainase yang paling rentan terhadap kelebihan kapasitas. Hal ini dapat melibatkan pemetaan daerah-daerah rawan banjir atau saluran yang sering tersumbat.
- 6) Evaluasi solusi: Tinjau solusi yang mungkin untuk mengurangi risiko banjir, seperti perbaikan atau perluasan saluran drainase, pengaturan aliran air, atau penerapan metode pengendalian permukaan. Gunakan analisis hidrolika untuk memperkirakan dampak dari solusi-solusi ini.

- 7) Penyusunan rekomendasi: Berdasarkan hasil analisis, buat rekomendasi tentang tindakan yang perlu diambil untuk mengurangi risiko banjir akibat kapasitas drainase yang tidak memadai. Rekomendasi ini dapat mencakup perbaikan infrastruktur, perencanaan tata ruang yang lebih baik, atau langkah-langkah pengelolaan air yang berkelanjutan.

Penting untuk dicatat bahwa analisis hidrolika yang lebih mendalam dan spesifik mungkin memerlukan bantuan ahli atau penggunaan perangkat lunak khusus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Daerah Aliran Sungai

Hasil pengolahan Daerah Aliran Sungai dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Peta Daerah Aliran Sungai Boro

Berdasarkan gambar Peta Daerah Aliran Sungai Boro diatas, luasan Daerah Aliran Sungai Boro adalah sebesar 1,2197 km².

Curah Hujan Maksimum

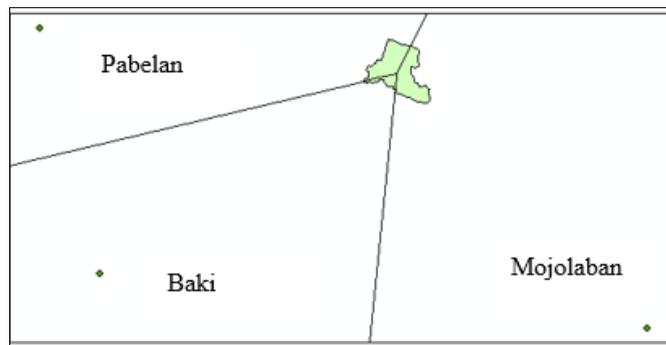
Berikut akan disajikan tabel rekapitulasi data curah hujan maksimum stasiun hujan Sungai Boro.

Tabel 1. Rekapitulasi data curah hujan maksimum

No	Tahun	Data hujan (mm)		
		Pabelan	Baki	Mojolaban
1	2000	1529	2327	1788
2	2001	1399	1367	1728
3	2002	1015	1888	835
4	2003	1354	1592	1656
5	2004	2526	1597	1701
6	2005	2087	1838	1603
7	2006	2240	1290	2054
8	2007	2381	1946	3703
9	2008	2426	1998	2494
10	2009	2045	2031	1020
11	2010	3136	2835	877
12	2011	2243	2125	842
13	2012	2241	1629	1041
14	2013	2646	2094	278
15	2014	1475	1788	1745
16	2015	2317	1690	1695
17	2016	4219	1021	1581
18	2017	2929	2125	1329
19	2018	1563	1689	1650
20	2019	2063	1344	1207

Hujan Wilayah

Untuk dapat diolah hujan titik harus diubah menjadi hujan wilayah. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menganalisis hujan wilayah, namun pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Polygon Thiessen.



Gambar 4. Hasil Polygon Thiessen

Dari ketiga hasil hujan rerata wilayah tersebut dipilih yang paling besar, yaitu hujan rerata wilayah ditinjau dari Mojolaban sebesar 49,1498 mm yang selanjutnya digunakan sebagai hujan rerata wilayah pada tahun 2000.

Tabel 2. Rekapitulasi hujan wilayah

No	Tahun	Tanggal	Kedakaman Hujan (mm/dt)			P Wilayah (mm/dt)	R24 (mm/dt)
			Mojolaban	Baki	Pabelan		
			0,4322	0,0999	0,4679		
1	2000	24-Feb	93	69	1	47,5520	
		22-Jan	7	83	56	37,5223	49,1498
		17-Jan	0	47	95	49,1498	
2	2001	25-Jan	74	0	0	31,9791	
		22-Jan	71	78	80	75,9108	75,9108
		22-Jan	71	78	80	75,9108	
3	2002	20-Apr	71	5	15	38,2013	
		22-Jan	0	103	55	36,0276	42,4305
		18-Nov	0	50	80	42,4305	
4	2003	22-Mar	99	69	16	59,0357	
		29-Jan	86	93	10	51,1363	59,0357
		17-Nov	20	47	85	53,1135	
5	2004	20-Jan	85	0	16	44,2197	
		27-Dec	0	90	0	8,9923	49,9617
		30-Mar	3	0	104	49,9617	
6	2005	8-Mar	58	41	79	66,1281	
		6-Feb	0	66	15	13,6134	66,1281
		21-Jun	23	20	89	53,5840	
7	2006	20-Feb	73	63	27	50,4758	
		29-Dec	39	125	34	45,2530	57,1835
		27-Feb	26	29	92	57,1835	
8	2007	26-Dec	78	98	133	105,7347	
		26-Dec	78	98	133	105,7347	105,7347
		26-Dec	78	98	133	105,7347	
9	2008	17-Feb	67	7	0	29,6535	
		10-Mar	0	75	50	30,8904	59,4594
		31-Dec	0	5	126	59,4594	
10	2009	21-Apr	56	30	47	49,1908	
		19-Mei	32	98	50	47,0172	73,7405
		31-Jan	0	73	142	73,7405	

11	2010	17-Mar	31	22	22	25,8894	
		26-Apr	0	113	13	17,3735	53,3831
		28-Apr	12	0	103	53,3831	
12	2011	6-Mei	41	37	14	27,9661	
		5-Feb	14	91	50	38,5391	75,2941
		4-Dec	39	51	114	75,2941	
13	2012	2-Jan	78	68	75	75,5970	
		22-Feb	67	83	77	73,2780	75,5970
		22-Jan	8	32	99	52,9800	
14	2013	1-Jan	38	18	73	52,3794	
		3-Mar	0	68	0	6,7942	52,3794
		18-Apr	0	45	76	40,0592	
15	2014	6-Jan	58	0	1	25,5327	
		23-Feb	21	85	25	29,2663	77,8118
		18-Jun	33	60	123	77,8118	
16	2015	28-Mar	78	60	0	39,7026	
		10-Feb	33	82	28	35,5561	86,5623
		20-Mar	9	50	166	86,5623	
17	2016	29-Dec	130	0	47	78,1725	
		28-Sep	43	94	6	30,7821	78,1725
		15-Jul	0	0	138	64,5750	
18	2017	24-Apr	160	44	0	73,5403	
		28-Feb	35	75	7	25,8944	73,5403
		21-Dec	0	9	118	56,1156	
19	2018	11-Jan	70	45	29	48,3168	
		2-Mar	19	88	0	17,0034	69,0000
		8-Feb	41	28	69	69,0000	
20	2019	24-Jan	75	77	73	74,9284	
		24-Jan	77	75	73	74,9284	74,9284
		26-Mar	14	66	116	66,9249	

Distribusi Hujan dengan Log Pearson III dan Gumbel

Cara yang di gunakan untuk menentukan besarnya hujan rencana pada metode ini biasanya digunakan untuk analisis limpasan permukaan dan frekuensi banjir pada suatu DAS. Data yang dihasilkan menggunakan metode ini berupa data curah hujan maksimum periode tahunan.

Tabel 3. Rekapitulasi Log Pearson III

Kala Ulang	K	K.Sdev	Xt+K.Sd	Qt(mm)
2	0,0212	0,0021	1,8229	66
5	0,8494	0,0825	1,9033	80
10	1,2702	0,1234	1,9442	88
20	1,5632	0,1518	1,9727	93

Tabel 4. Rekapitulasi Gumbel

Kala Ulang	Yt	Qt(mm/hr)
2	0,3665	65,5415
5	1,4999	81,6205
10	2,2502	92,2647
20	2,9606	102,3429

Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan distribusi hujan dilakukan untuk mengetahui kecocokan antara metode perhitungan dengan data hujan.

Tabel 5. Smirnov Kolmogorov

m	Xi	Log Xi	f(t)	P(Xi)	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
1	105,73	2,0242	2,5180	0,0476	3,19969	27,4093	0,0365	-0,0111
2	86,56	1,9373	1,2464	0,0952	1,84824	4,4200	0,2262	0,1310
3	78,17	1,8931	0,6899	0,1429	1,25685	3,2895	0,3040	0,1611
4	77,81	1,8910	0,6660	0,1905	1,23143	3,9683	0,2520	0,0615
5	75,91	1,8803	0,5399	0,2381	1,09743	3,5451	0,2821	0,0440
6	75,60	1,8785	0,5191	0,2857	1,07531	3,4348	0,2911	0,0054
7	75,29	1,8768	0,4990	0,3333	1,05395	3,3854	0,2954	-0,0379
8	74,93	1,8746	0,4748	0,3810	1,02818	3,3258	0,3007	-0,0803
9	73,74	1,8677	0,3960	0,4286	0,94445	2,9483	0,3392	-0,0894
10	73,54	1,8665	0,3827	0,4762	0,93033	2,9251	0,3419	-0,1343
11	69,00	1,8388	0,0816	0,5238	0,61029	2,1317	0,4691	-0,0547
12	66,13	1,8204	-0,1089	0,5714	0,40785	1,9531	0,5120	-0,0594
13	59,46	1,7742	-0,5512	0,6190	-0,0622	1,5383	0,6501	0,0310
14	59,04	1,7711	-0,5793	0,6667	-0,0921	1,5120	0,6614	-0,0053
15	57,18	1,7573	-0,7022	0,7143	-0,2227	1,4033	0,7126	-0,0017
16	53,38	1,7274	-0,9542	0,7619	-0,4905	1,2422	0,8050	0,0431
17	52,38	1,7192	-1,0208	0,8095	-0,5613	1,2045	0,8302	0,0207
18	49,96	1,6986	-1,1811	0,8571	-0,7317	1,1136	0,8980	0,0408
19	49,15	1,6915	-1,2350	0,9048	-0,7889	1,1276	0,8868	-0,0179
20	42,43	1,6277	-1,6806	0,9524	-1,2626	1,0122	0,9879	0,0355
Xrata	67,77					derajat kepercayaan 5%	ΔP Kritis	0,2940
S.Deviasi	15,077486						ΔP Max	0,1611
Log Xrt	1,8310387						Kesimpulan	Diterima

Analisis Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan atau disebut juga Curve Number adalah suatu nilai yang menunjukkan seberapa efektif sebuah penutup lahan untuk mengalirkan dan menyerap air hujan. Besaran koefisien limpasan sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan. Sebelum analisis perhitungan, perlu diketahui dulu luasan-luasan setiap jenis lahan yang ada di daerah penelitian. Setelah itu tiap luasan dikalikan dengan koefisien penutup lahan pada Tabel Koefisien CN.

Tabel 6. Curve Number

Jenis Tata Guna lahan	CN	Luasan (ha)	%	CN*%
Perumahan	85	45	69,6895	59,2360
Jasa	92	5	8,5098	7,8291
Perusahaan	92	1	1,9341	1,7793
Industri	88	5	8,2623	7,2708
Lain-lain	69	7	11,6043	8,0070
Σ		65		84,1222

Analisis Hujan Efektif

Besarnya nilai hujan yang dapat dialirkan dan masuk ke sungai adalah definisi dari hujan efektif. Dari pengertian itu dapat dikatakan hujan efektif berhubungan erat dengan koefisien limpasan (CN).

Tabel 7. Hujan Efektif

Periode ulang		
Periode	P (mm/hari)	PxCN
2	65,5415	30,1339
5	81,6205	43,2481
10	92,2647	52,3312
20	102,3429	61,1489

Waktu Konsentrasi

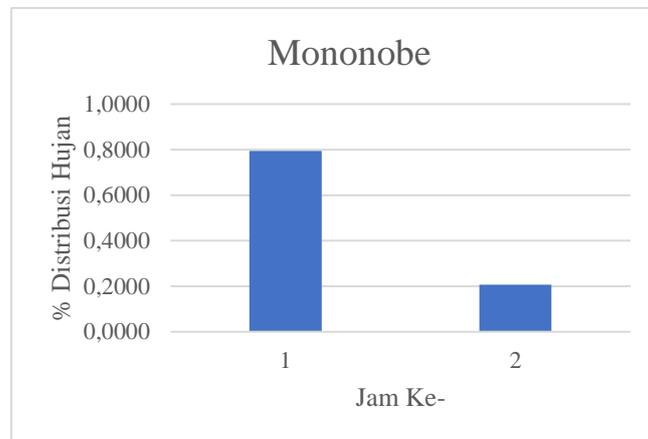
Waktu konsentrasi (tc) dalam penelitian ini adalah lamanya air hujan jatuh dan mengalir dari lokasi hulu sampe ke hilir sungai Boro. Dalam perhitungan waktu konsentrasi kemiringan sungai (s), panjang sungai, dan koefisien aliran sangat berpengaruh. lamanya air hujan jatuh pada lokasi didaerah hulu dan mengakir ke daerah hilir di Sungai Boro adalah 1,3798 jam.

Mononobe

Intensitas hujan (I) didefinisikan sebagai kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin,2004). Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Mononobe.

Tabel 8. Hujan Harian

T (jam)	Δt (jam)	R24	I (mm/jam)
1	1	65,5415	58,8725
2	1	65,5415	37,0874



Grafik 1. Mononobe

Periode Ulang

Setelah mendapatkan nilai distribusi jam-jaman hujan harian, selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk menghitungberapa nilai distribusi jam-jaman untukhujan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun.

Tabel 9. Distribusi hujan jam-jaman

Tahun / periode	P eff (mm/hari)	Distribusi Hujan Jam-Jaman	
		1	2
		0,7937	0,2063
Kala Ulang			
2	30,1339	23,9173	6,2166
5	43,2481	34,3261	8,9221
10	52,3312	41,5353	10,7959
20	61,1489	48,5339	12,6150

HSS-SCS

Metode untuk analisis perhitungan debit aliran sungai Boro adalah HSS-SCS, yaitu dengan menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda.

Tabel 10. SCS Q₂

Waktu	UH	Hujan Jam-Jam an		Q (m ³ /dt)
		23,9173	6,2166	
0	0,0000			0,0000
1	0,1157	2,7667		2,7667
2	0,0578	1,3834	0,3596	1,7429
3	0,0386	0,9222	0,2397	1,1619
4	0,0289	0,6917	0,1798	0,8715
5	0,0231	0,5533	0,1438	0,6972
6	0,0193	0,4611	0,1199	0,5810
7	0,0165	0,3952	0,1027	0,4980
8	0,0145	0,3458	0,0899	0,4357
9	0,0129	0,3074	0,0799	0,3873
10	0,0116	0,2767	0,0719	0,3486

Tabel 11. SCS Q₅

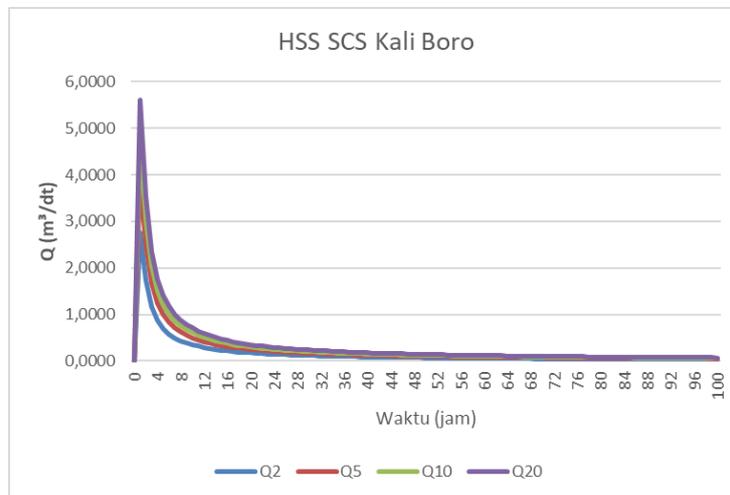
Waktu	UH	Hujan Jam-Jam an		Q (m ³ /dt)
		34,3261	8,9221	
0	0,0000			0,0000
1	0,1157	3,9708		3,9708
2	0,0578	1,9854	0,5160	2,5014
3	0,0386	1,3236	0,3440	1,6676
4	0,0289	0,9927	0,2580	1,2507
5	0,0231	0,7942	0,2064	1,0006
6	0,0193	0,6618	0,1720	0,8338
7	0,0165	0,5673	0,1474	0,7147
8	0,0145	0,4963	0,1290	0,6254
9	0,0129	0,4412	0,1147	0,5559
10	0,0116	0,3971	0,1032	0,5003

Tabel 12. SCS Q₁₀

Waktu	UH	Hujan Jam-Jam an		Q (m ³ /dt)
		41,5353	10,7959	
0	0,0000			0,0000
1	0,1157	4,8047		4,8047
2	0,0578	2,4024	0,6244	3,0268
3	0,0386	1,6016	0,4163	2,0179
4	0,0289	1,2012	0,3122	1,5134
5	0,0231	0,9609	0,2498	1,2107
6	0,0193	0,8008	0,2081	1,0089
7	0,0165	0,6864	0,1784	0,8648
8	0,0145	0,6006	0,1561	0,7567
9	0,0129	0,5339	0,1388	0,6726
10	0,0116	0,4805	0,1249	0,6054

Tabel 13. SCS Q₂₀

Waktu	UH	Hujan Jam-Jam an		Q (m ³ /dt)
		48,5339	12,6150	
0	0,0000			0,0000
1	0,1157	5,6143		5,6143
2	0,0578	2,8071	0,7296	3,5368
3	0,0386	1,8714	0,4864	2,3579
4	0,0289	1,4036	0,3648	1,7684
5	0,0231	1,1229	0,2919	1,4147
6	0,0193	0,9357	0,2432	1,1789
7	0,0165	0,8020	0,2085	1,0105
8	0,0145	0,7018	0,1824	0,8842
9	0,0129	0,6238	0,1621	0,7860
10	0,0116	0,5614	0,1459	0,7074



Grafik 2. HSS SCS

Kapasitas Saluran Drainase

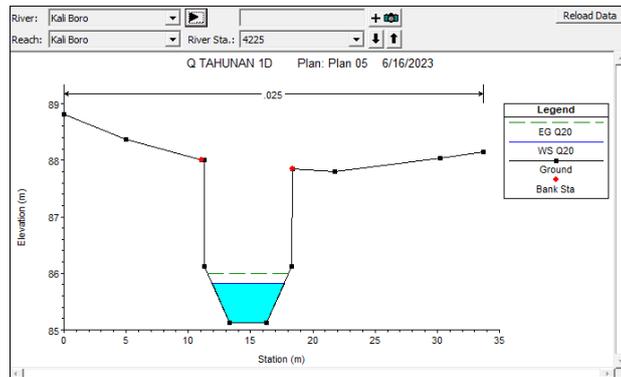
Menghitung kapasitas saluran drainase memerlukan ukuran dimensi saluran yang akan ditinjau, dimensi yang digunakan di Kelurahan Jagalan menggunakan beberapa jenis bentuk dimensi saluran drainase.

Tabel 14. Analisis saluran drainase

Lokasi	Bentuk			Dimensi			P (m)	A (m)
	▽	○	□	Atas	Bawah	Tinggi		
Jalan Surya	v			3,25	2,00	1,40	5,7041	3,675
		v		1,00	0,00	0,00	6,2800	0,785
			v	0,85	0,85	1,20	2,9000	1,020
Jalan Rejosari			v	2,82	2,82	2,20	7,8400	6,204
		v		0,40	0,00	0,00	2,5120	0,125
Jalan Kali Kepunton			v	3,50	3,50	1,20	8,2000	4,200
			v	0,50	0,50	0,60	1,6000	0,300
			v	0,50	0,50	0,60	1,6000	0,300
Jalan Kali Sim pang			v	5,00	5,00	2,50	12,5000	12,500
			v	0,50	0,50	0,60	1,6000	0,300
			v	0,50	0,50	0,60	1,6000	0,300
Jalan Bororejo	v			6,20	4,20	1,20	7,5941	6,240
			v	0,60	0,60	0,50	1,7000	0,300
			v	0,50	0,50	0,60	1,6000	0,300
Jalan Ir. Juanda	v			7,55	5,95	2,40	12,3899	16,200
			v	1,00	0,00	0,00	6,2800	0,785
			v	1,00	0,00	0,00	6,2800	0,785
			v	1,00	0,00	0,00	6,2800	0,785

HEC-RAS

Menghitung kapasitas saluran drainase memerlukan ukuran dimensi saluran yang akan ditinjau, dimensi yang digunakan di Kelurahan Jagalan menggunakan beberapa jenis bentuk dimensi saluran drainase.



Gambar 5. Cross section HEC-RAS

Pada hasil pemodelan genangan banjir Q10, daerah yang berwarna biru pada gambar diatas merupakan muka air yang terjadi saat periode ulang 10 tahun. Setelah mendapatkan Peta Banjir untuk Debit Periode Ulang, berikut disajikan Tabel rekapitulasi tinggi, durasi rata-rata, dan luasan genangan sesuai analisis HEC-RAS.

Tabel 15. Rekapitulasi HEC-RAS

No	Jenis Debit Banjir Penelitian	Tinggi Maksimum Genangan (m)	Durasi Rata-rata Genangan (Jam)	Luasan Daerah Genangan (ha)
1	20 Tahunan	0,82	62	0,1496
2	10 Tahunan	0,71	63	0,1314
3	5 Tahunan	0,65	66	0,1122
4	2 Tahunan	0,55	67	0,0833

Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir di Kelurahan Jagalan menggunakan bantuan metode rasional untuk menentukan perkiraan debit banjir yang terjadi. Nilai debit banjir dapat ditemukan dengan menentukan nilai koefisien pengaliran terlebih dahulu.

Tabel 16. Debit banjir rencana

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	Luas (ha)	Debit (mm ³ /dt)
2	0,522465999	30,1443	65	2,8438
5	0,522465999	37,5395	65	3,5415
10	0,522465999	42,4350	65	4,0033
20	0,522465999	47,0702	65	4,4406

Evaluasi Debit

Untuk mengetahui terjadinya banjir atau tidak diperlukan adanya perbandingan hasil debit banjir dengan hasil perhitungan debit yang terjadi di saluran eksisting Kelurahan Jagalan. Jika debit eksisting lebih besar dari debit hujan rencana, maka banjir atau genangan tidak akan terjadi, begitu juga sebaliknya, apabila debit di saluran eksisting lebih kecil daripada nilai debit hujan rencana, maka banjir atau genangan akan terjadi dan saluran tersebut perlu diadakan normalisasi saluran drainase.

Tabel 17. Evaluasi debit

No	Lokasi	Eksisting (mm ³ /dt)	Analisa Perhitungan (mm ³ /dt)	Kesimpulan
1	Jalan Surya	14,52432061	4,003395436	Aman
2	Jalan Rejosari	19,1823092	4,003395436	Aman
3	Jalan Kali Kepunton	8,737622093	4,003395436	Aman
4	Jalan Kali Simpang	66,03381797	4,003395436	Aman
5	Jalan Bororejo	21,78824588	4,003395436	Aman
6	Jalan Ir. Juanda	42,20773985	4,003395436	Aman

5. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi genangan di Kelurahan Jagalan dikarenakan kapasitas drainase yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta dapat menampung debit volume banjir limpasan yang terjadi akibat debit periode ulang Q2, Q5, Q10, dan Q20 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, M. H., Hendrawan, A. P., & Sisingih, D. (2022). Studi Perencanaan Tanggul Parapet dan Bronjong Sebagai Salah Satu Upaya Penanggulangan Banjir di Sungai Musi Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Jurnal Teknologi Dan <https://jtresda.ub.ac.id/index.php/jtresda/article/view/1>
- Azwarman, A. (2022). Kajian Drainase Kelurahan Rawasari Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi. Jurnal Talenta Sipil. <http://talentasipil.unbari.ac.id/index.php/talenta/article/view/111>
- Carsono, N. (2021). Analisis Debit Banjir Sungai Cijangkalok Di Desa Cibingbin Kecamatan Cibingbin Kabupaten Kuningan. Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia. <http://www.jurnal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate/article/view/2469>
- Dwi, A. M., & Achmad, S. (2019). Penggunaan Program Hecras 4.1.0 Pada Sub Das Aur Kota Palembang. Repository. Binadarma.Ac.Id. <http://Repository.Binadarma.Ac.Id/472/>
- Erwanto, N. H., Yulianti, E., & Surbakti, S. (2021). Perencanaan Boezem Dan Pompa Dalam Penangan Banjir Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. Sondir. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir/article/view/4194>
- Hanwar, S., & Munandar, A. (2017). Pengendalian Banjir Batang Kuranji Menggunakan Program Hec-Ras. Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil. <http://Ejournal2.Pnp.Ac.Id/Index.Php/Jirs/Article/View/115>

- Harjoko, A., & Wardhani, P. D. (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase di Kelurahan Jagalan Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(3), 257-266. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jts/article/view/20736>
- Haryono, S. (2021). Analisis reduksi bendungan Ciawi sebagai pengendalian banjir sungai Ciliwung. THESIS-2021. http://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detail_koleksi/0/THE/th_terbit/00000000000000104398/2012
- Helda, N. (2021). Analisis Pengaruh Pembangunan Bendungan Tapin Terhadap Debit Banjir Di Hilir Sungai Tapin Kabupaten Tapin. *Jurnal Rivet*. <http://jurnal.unidha.ac.id/index.php/RIVT/article/view/227>
- Kasmawati, K., Ali, M. Y., Pradana, D., & ... (2021). Analisis Gerusan Di Sekitar Pilar Jembatan Sungai Pappa' akibat Perubahan Kecepatan Aliran. *Jurnal Rekayasa* <http://jurnal.unmuhjembar.ac.id/index.php/HEXAGON/article/view/6093>
- Kopalit, T. N., Supit, C. J., & Dundu, A. K. T. (2020). Prediksi Banjir Di Sungai Ranomea Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statik*. <https://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/Index.Php/Jss/Article/View/29889>
- Matondang, M. A., Mulia, A. P., & ... (2022). Analisa Area Genangan Banjir Sungai Babura Berbasis Hec-Ras Dan Gis. *Jurnal Syntax* <https://Jurnalsyntaxadmiration.Com/Index.Php/Jurnal/Article/View/381>
- Melinda, D., Hisyam, E. S., & Gunawan, I. (2018). Analisis Kinerja Sistem Drainase Kelurahan Tanjung Kecamatan Muntok. ... AND COMMUNITY SERVICE. <https://www.journal.ubb.ac.id/snppm/article/view/625>
- Muetya, G. S., Rifai, M., & ... (2022). Upaya Penanggulangan Bencana Banjir Di Wilayah Desa Purwadana Kabupaten Karawang. *Nusantara: Jurnal Ilmu* <http://Jurnal.Um-Tapsel.Ac.Id/Index.Php/Nusantara/Article/View/4857>
- Muin, A. (2020). Analisa Banjir Tahunan Das Cisanggarung Kabupaten Cirebon. *Repository.mercubuana.ac.id*. <https://repository.mercubuana.ac.id/61685/>
- Mulyanto, T., & Madrapriya, F. (2021). Studi Perencanaan Kolam Retensi Sebagai Usaha Mereduksi Banjir Kota Kendari Menggunakan HEC-HMS. FTSP. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/download/570/459>
- Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Perbaikan Alur Sungai Akibat Debit Banjir:(Studi Kasus: Sungai Siwa, Kabupaten Wajo). *Journal Flyover (JFO)*. <http://pasca-umi.ac.id/index.php/flyover/article/view/871>
- Nugroho, A. A., Hadi, P., & Suprayogi, S. (2017). Sungai-sungai Indonesia: Geomorfologi, Hidrologi, dan Pemanfaatan. Penerbit Andi.
- Nusantara, D. A. D. (N.D.). Analisis Kapasitas Saluran Sistem Drainase Di Simo Katrungan Kidul Sawahan Surabaya. *Scholar.Archive.Org*. <https://Scholar.Archive.Org/Work/Jhdsxtprbcijgbqkcldoold64/Access/Wayback/https://Ejournal.Unitomo.Ac.Id/Index.Php/Gestram/Article/Download/2338/Pdf>
- Pranoto, R., & Suhirkam, D. (2022). Model Rancangan Zero Runoff Sistem (Zros) Integrasi Bangunan Penampung Hujan Dan Sumur Resapan. *Rona Teknik Pertanian*. <http://Www.Jurnal.Unsyiah.Ac.Id/Rtp/Article/View/23395>
- Pukan, M. A. G., Pattiraja, A. H., & ... (2022). Analisa Model Kapasitas Tampung Sungai Manikin Dengan Menggunakan Aplikasi Hec-Ras. *Eternitas: Jurnal Teknik* <https://Journal.Unwira.Ac.Id/Index.Php/Eternitas/Article/View/1601>
- Pulungan, D. M. P., Sarino, S., & Yuono, A. L. (2020). Analisis Curah Hujan Dan Runoff Pada Sub Das Enim Dengan Metode Scs Dan Koefisien Limpasan Persamaan Rasional. *Repository.unsri.ac.id*. <https://repository.unsri.ac.id/37673/>
- Rachmayanti, H., Musa, R., & ... (2022). Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software Hec Hms: Studi Kasus Das Saddang. *Jurnal Konstruksi: Teknik* <http://Pasca-Umi.Ac.Id/Index.Php/Kons/Article/View/925>
- Rusmawati, R., Amalia, M. I., & ... (2021). Analisis Debit Banjir Sungai Siwa Kabupaten Wajo. ... , Kendali Dan Listrik. <https://ummaspul.e-journal.id/Jutkel/article/download/3432/1193>
- Safitri, D., & Putra, R. A. M. (2022). Analisis Pola Aliran Banjir Pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten Dengan Menggunakan HEC-RAS. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil* <https://jim.teknokrat.ac.id/index.php/jice/article/view/1764>
- SATRIA, K. B. (2021). Penerapan Simulasi Analisis Debit Aliran untuk Memprediksi Banjir pada DAS Citanduy provinsi Jawa Barat. *Repository.unsoed.ac.id*. <http://repository.unsoed.ac.id/8885/>
- Sentosa, A. K., Asdak, C., & Suryadi, E. (2021). Estimasi Volume Limpasan dan Debit Puncak Sub DAS Cikeruh Menggunakan Metode SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis* ...
- Shifa, F. Q. (2022). Survei, Investigasi dan Desain Masterplan Sistem Drainase Mikro Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Boro Kecamatan Jebres Kota Surakarta. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/91760/Survei-Investigasi-dan-Desain-Masterplan-Sistem-Drainase-Mikro-Daerah-Aliran-Sungai-DAS-Kali-Boro-Kecamatan-Jebres-Kota-Surakarta>
- Syofyan, Z. (2020). Analisis Normalisasi Pengendalian Banjir Di Sungai Batang Ulakan Kabupaten Padang Pariaman. *Ensiklopedia Of Journal*. <https://Jurnal.Ensiklopediaku.Org/Ojs-2.4.8-3/Index.Php/Ensiklopedia/Article/View/560>

- Tebai, M., Hunaini, F., & Mukhsim, M. (2022). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Portable Menggunakan Metode Archimedes Screw Pada Daerah Pedalaman Papua. *JASEE Journal of ...* <https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/article/view/3>
- Ulum, M. B., & Wibisono, R. E. (2021). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Jalan Di Ketintang Madya Kota Surabaya. *NJTS: Narotama Jurnal Teknik Sipil*. <https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/njts/article/view/1385>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2007). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Focus on Urban Risk*. Retrieved from <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/1037>
- Usnaini, H. (2022). Pengurangan Potensi Banjir Dengan Menggunakan Konsep Ekohidrolik Pada Pertemuan 2 (Dua) Sungai Di Das Sumbawa. *Repository.Upnjatim.Ac.Id*. [Http://Repository.Upnjatim.Ac.Id/Id/Eprint/9021](http://Repository.Upnjatim.Ac.Id/Id/Eprint/9021)
- Utama, T. S., Saves, F., & Patriadi, A. (2022). Perencanaan Saluran Irigasi Pada Area Persawahan Desa Mejoyo–Kecamatan Bangsal–Kabupaten Mojokerto. *Ge-STRAM: Jurnal ...* <https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/gestram/article/view/4700>
- Wijaya, S., & Novratrilova, L. (2022). Tinjauan Ulang Dimensi Saluran Drainase Pasar Bawah Bangko Kabupaten Merangin. *Jurnal Komposits*. <https://Ojs.Umb-Bungo.Ac.Id/Index.Php/Jkts/Article/View/781>
- Wijayanto, A., & Saraswati, I. K. (2019). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perkotaan di Surakarta. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 1-8. <https://ejournal.unisba.ac.id/index.php/SS/article/view/5471>
- Yuliani, A. (2019). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sebagai Solusi Pengendalian Banjir di Kelurahan Sewu. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/70127/Analisis-kapasitas-saluran-drainase-sebagai-solusi-pengendalian-banjir-di-Kelurahan-Sewu-Surakarta>
- Yusuf, R. M., Rachmat, B., Barkah, M. N., & ... (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten ... *Geoscience ...* [Http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/download/35243/16120](http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/download/35243/16120)