

Evaluasi Komprehensif Saluran Drainase di Sepanjang Jalan Terpilih Kota Medan, Sumatera Utara

Hugo S. V. Pasaribu^{1*}, Nur Sakinah², Hanna Swesy Marbun³, Rachmat Mulyana⁴, Syahreza Alvan⁵, Nahesson Panjaitan⁶, Zhili Izzadati Khairuni⁷, M. Faisi Ikhwal⁸, Wisnu Prayogo⁹ 

^{1,2,3,4,5,6,7,9} Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

⁸ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received November 01, 2022

Revised November 03, 2022

Accepted March 14, 2023

Available online April 25, 2023

Kata Kunci:

Evaluasi, Drainase, Domestik, Medan

Keywords:

Evaluation, Drainage, Domestic, Medan



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk telah menyebabkan peningkatan debit limpasan hujan dan air limbah yang dialirkan ke saluran drainase. Penelitian ini maka bertujuan mengevaluasi volume drainase di Jalan Taud, Kota Medan, apakah tetap dapat menampung air buangan hingga perkiraan 50 tahun mendatang. Saluran yang diamati mulai dari Rumah Kosan (Jalan Taud No. 112) hingga unit usaha Gulo Pangkas (Jalan Taud No. 16) dengan panjang 1.000 m. Evaluasi ini mempertimbangkan pertambahan jumlah penduduk, debit air limbah domestik, debit limpasan hujan, timbunan sedimen, serta proses evapotranspirasi sebagai bagian dari siklus air. Berdasarkan investigasi, diketahui volume drainase di Jalan Taud saat ini masih dapat melayani masyarakat hingga tahun 2047. Hasil evaluasi yang dilakukan pada saluran drainase terpilih di Jalan Taud, Kota Medan, diperoleh kesimpulan bahwa drainase tetap dapat menampung air buangan dari campuran limpasan hujan dan air limbah domestik hingga 25 tahun mendatang. Intensitas curah hujan pada 10 tahun mendatang di tahun 2032 berkisar 5,87 mm/jam, 6,04 mm/jam di tahun 2047, dan 6,56 mm/jam di tahun 2072; sedangkan debit air limbah total yang dihasilkan dari aktivitas domestik adalah 10.71×10^{-2} L/orang/hari (2032), 12.24×10^{-2} L/orang/hari (2047), dan 17.24×10^{-2} L/orang/hari (2072). Dengan panjang saluran yang diamati 1.000 m, lebar saluran rata-rata adalah 0,82 m, dan kedalaman 0,90 m, didapatkan volume drainase eksisting adalah 590,4 m³. Perlu upaya pengelolaan rutin seperti pembersihan saluran dari sampah dan sedimen secara berkala, serta sosialisasi kepada masyarakat untuk menjadikan drainase tetap berfungsi sebagaimana mestinya.

ABSTRACT

Population growth has led to an increase in rain runoff and waste water flowing into drainage canals. This study therefore aims to evaluate the volume of drainage on Jalan Taud, Medan City, whether it can still accommodate wastewater for the next 50 years. The canal that was observed started from the boarding house (Jalan Taud No. 112) to the Gulo Pangkas business unit (Jalan Taud No. 16) with a length of 1,000 m. This evaluation considers population growth, domestic wastewater discharge, rain runoff discharge, sediment generation, and the evapotranspiration process as part of the water cycle. Based on the investigation, it is known that the current drainage volume on Jalan Taud can still serve the community until 2047. The results of the evaluation carried out on selected drainage channels on Jalan Taud, Medan City, concluded that the drainage can still accommodate waste water from a mixture of rain runoff and wastewater domestic for the next 25 years. Rainfall intensity for the next 10 years in 2032 is around 5.87 mm/hour, 6.04 mm/hour in 2047 and 6.56 mm/hour in 2072; while the total wastewater discharge resulting from domestic activities is 10.71×10^{-2} L/person/day (2032), 12.24×10^{-2} L/person/day (2047), and 17.24×10^{-2} L/person/day (2072). With an observed canal length of 1,000 m, an average canal width of 0.82 m, and a depth of 0.90 m, the existing drainage volume is 590.4 m³. Routine management efforts are needed, such as cleaning the canals from garbage and sediment on a regular basis, as well as outreach to the community so that the drainage continues to function as it should.

1. PENDAHULUAN

Kota Medan, kota metropolitan terbesar ke tiga di Indonesia, memiliki populasi penduduk mencapai 2,4 juta jiwa dengan total luas daratan 265 km². Kota ini telah berkembang pesat dalam dekade terakhir disebabkan transmigrasi dan urbanisasi. Apabila dibandingkan dengan data 2010, penduduk Kota Medan meningkat hampir 340 ribu jiwa, atau rata-rata mengalami pertambahan 15-20 ribu jiwa setiap tahunnya. Berdasarkan proyeksi penduduk secara global, diprediksi angka sebelumnya terus meningkat

*Corresponding author.

E-mail addresses: hugo12345sansez@gmail.com (Hugo S. V. Pasaribu)

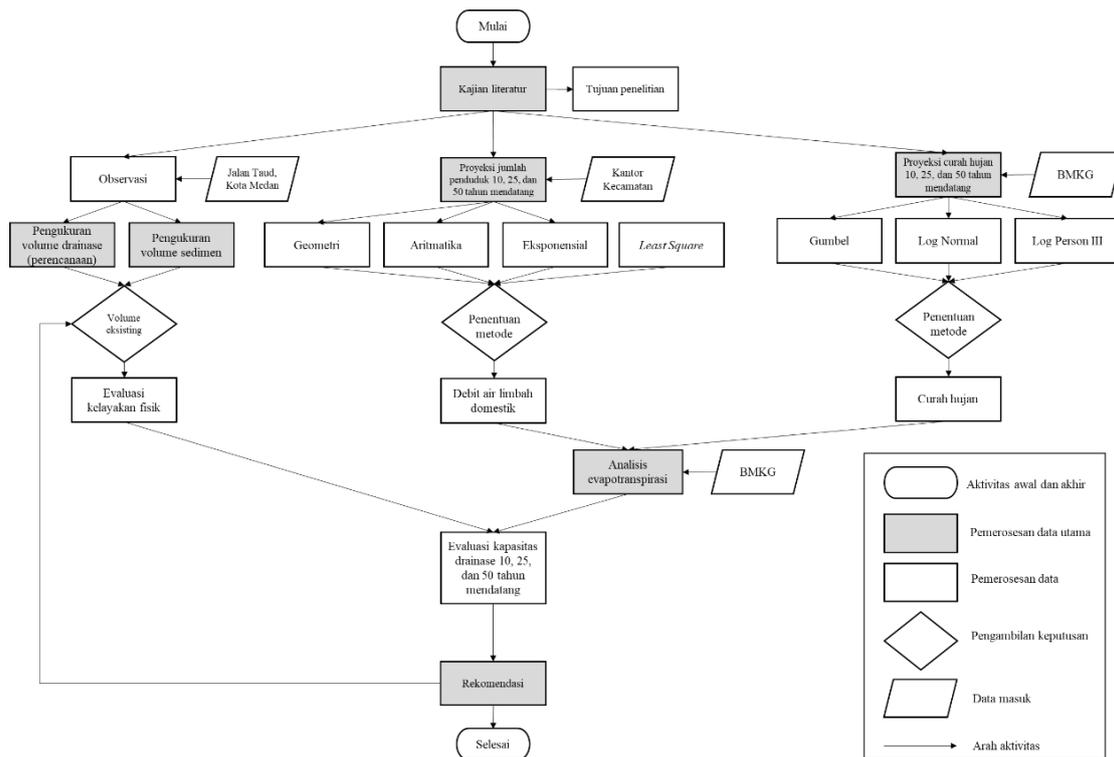
bahkan hingga tahun 2030. Kepadatan penduduk yang mencapai 9 ribu jiwa/km², sangat besar apabila dibandingkan dengan rata-rata kepadatan penduduk Indonesia yang hanya 161 jiwa/km². Secara spasial, Medan Tembung menjadi kecamatan dengan jumlah penduduk terbanyak ke enam dari total dua puluh satu kecamatan di Kota Medan, yaitu lebih dari 146 ribu jiwa di tahun 2020. Letaknya yang berada di pusat kota membuatnya turut menyumbang pada tingkat keberhasilan pengelolaan wilayah di Kota Medan. Namun kebalikannya, fakta-fakta ini pada kenyataannya justru membawa masalah baru yang belum tuntas ditangani (Aqsha & Harahap, 2022; Sholihah, Weraman, & Ratu, 2020). Pengurangan sumber daya hujan besar-besaran akibat perluasan lahan domestik menyebabkan permukaan kedap semakin luas dan mengubah siklus hidrologi alami yang ternyata dampaknya juga hingga mengganggu fungsi kerja sistem drainase permukiman (Carstensen et al., 2020; Giambastiani, Macciocca, Molducci, & Antonellini, 2020).

Saluran drainase pada hakikatnya dibuat sebagai upaya adaptasi permasalahan lingkungan di era permasalahan dan kerusakan lingkungan semakin marak terjadi (Novrianti, 2017; Widodo & Ningrum, 2015). Sistem drainase yang memadai serta terintegrasi dalam bagian prasarana perkotaan menjadi kebutuhan mutlak yang juga harus ditangani dengan bijak. Kebanyakan kota di Indonesia, tidak terkecuali di Kota Medan, mendesain drainase dengan tujuan hanya untuk mengalirkan air hujan (*run off*) secepat mungkin ke badan air terdekat, seperti sungai (Harahap, 2019; Syapawi, 2013). Drainase perkotaan menjadi lebih cepat terisi akibat volume air yang sangat besar dikumpulkan pada satu titik yang sama, sedangkan daya tampung drainase sangat terbatas bahkan cenderung terus berkurang akibat erosi dan sedimentasi (Rahman, Aziz, & Asmah Indrawati, 2020; Resmani, Andawayanti, & Cahya, 2017). Jalan Taud, Medan Tembung, Kota Medan, menjadi langganan terendam banjir setiap hujan turun. Banjir setinggi 20- 80 cm setiap tahun melanda dikarenakan saluran drainase yang tersumbat oleh sampah domestik. Saluran akhirnya tidak bisa mengalirkan air limpasan dengan baik. Pada tahun 2022, bencana banjir di Kota Medan tercatat telah merendam 56 kelurahan dengan 4.306 KK terkena dampak. Peristiwa ini tidak hanya mengakibatkan kerugian finansial yang fantastis mencapai Rp26 milyar, banjir terparah juga pernah menyebabkan meninggalnya 3 warga dan matinya puluhan hewan ternak, dimana jumlah ini belum dihitung kerusakan bangunan dan fasilitas umum.

Peneliti menyoroti dalam penelitian ini tentang pentingnya evaluasi saluran drainase di sepanjang Jalan Taud hingga 50 tahun mendatang untuk mengetahui apakah volume drainase eksisting masih dapat menampung limpasan hujan dan air limbah domestik. Dalam kajian ini, peneliti menggunakan empat metode yang umum digunakan untuk menghitung proyeksi pertambahan jumlah penduduk, hingga mengidentifikasi faktor-faktor evapotranspirasi yang berpengaruh terhadap reduksi air pada saluran. Beberapa penelitian yang serupa tentang evaluasi sistem drainase perkotaan terbatas hanya mengetahui jumlah limpasan air hujan yang menyebabkan genangan pada lokasi spesifik di suatu kawasan Perumahan di Kota Palembang (Fairizi, 2015; D. Pratiwi, Sinia, & Fitri, 2020). Penelitian lainnya hanya memprediksi debit banjir kala ulang 5 tahun bukan 50 tahun (Dwijaya, 2018; Zulkarnain & Dewi, 2020). Penelitian selanjutnya mengkaji debit limpasan yang masuk ke saluran drainase perkotaan di daerah Purwokerto tapi bukan untuk memprediksi kejadian kala ulang tertentu (Arifin, 2018). Metode yang digunakan oleh para peneliti terdahulu dirasa kurang komprehensif, sedangkan sebagian lainnya menggunakan sistem pemodelan banjir. Sejauh pengetahuan penulis, hingga saat ini belum ada artikel yang membahas evaluasi saluran drainase perkotaan yang dipublikasikan di Indonesia dengan proyeksi hingga 50 tahun mendatang, khususnya yang menjadikan Kota Medan sebagai lokasi studi. Oleh karena itu, analisis yang komprehensif akan membantu upaya evaluasi suatu saluran drainase perkotaan secara maksimal.

2. METODE

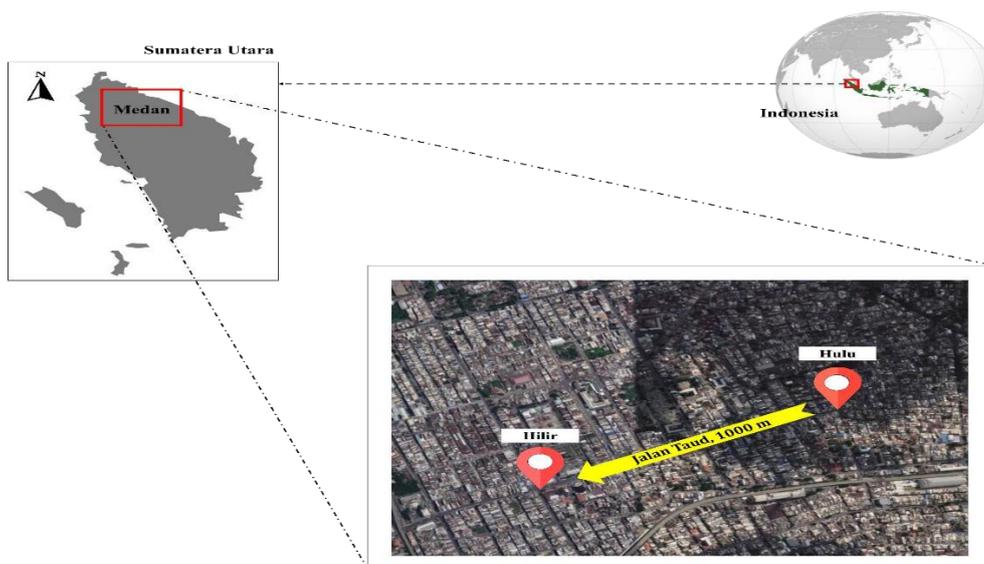
Metode deskriptif evaluatif digunakan untuk mengevaluasi saluran drainase terpilih dengan tahapan mulai dari pengumpulan data jumlah penduduk dan data curah hujan 10 tahun terakhir, pengukuran dimensi saluran drainase, proyeksi jumlah penduduk 10, 25, dan 50 tahun mendatang, analisis hidrologi dengan mempertimbangkan debit air limbah dari aktivitas domestik, limpasan hujan kala ulang 10, 25, dan 50 tahun, dan pengaruh evapotranspirasi serta infiltrasi, serta evaluasi saluran drainase. Tahapan prosedur evaluasi saluran drainase pada studi kasus ini diuraikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Evaluasi Drainase

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Lokasi studi merupakan saluran drainase di Jalan Taud, Kota Medan, Sumatera Utara, mulai dari Rumah Kosan Jalan Taud No. 112 (3°36'16.8912"N, 98°42'14.5512"E) sampai Unit Usaha Gulo Pangkas (3°36'17.7912"N, 98°41'45.2904"E) dengan total panjang saluran yang diamati 1.000 m, lokasi ini dapat dilihat pada Gambar 2. Daerah ini merupakan salah satu daerah padat penduduk dan hampir seluruh wilayahnya merupakan lahan terbangun. Letaknya yang berada di perbatasan Kota Medan dengan Kabupaten Deli Serdang menyebabkan wilayah ini sangat strategis karena berdampingan dengan kompleks perguruan tinggi, salah satunya adalah Universitas Negeri Medan. Diperkirakan ramai pelajar yang ikut bermukim, usaha kosan hingga kompleks perumahan, serta berbagai tempat usaha seperti cafe dan warung makan. Dengan kondisi aktivitas penduduk yang tinggi maka penting untuk dilakukan evaluasi terhadap kondisi kemampuan drainase pada daerah ini dengan memproyeksikan peningkatan jumlah penduduk dalam kurun waktu tertentu.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian di Jalan Taud, Kota Medan

Penentuan Volume Drainase Eksisting

Dimensi drainase eksisting digunakan dalam penentuan berapa banyak air buangan yang mungkin dapat ditampung oleh saluran. Dimensi drainase eksisting ditentukan berdasarkan selisih volume drainase perencanaan terhadap volume sedimen. Data ini menjadi penting sebagai salah satu bagian dari upaya evaluasi. Dalam studi ini, dimensi drainase perencanaan ditentukan berdasarkan pengukuran pada 10 titik yang berbeda, dimana setiap titik berjarak 100 m. Jarak antar titik mempertimbangkan dimana pada sebagian saluran mengalami perubahan secara fisik karena menyatu dengan halaman rumah warga. Tidak sedikit warga menjadikan saluran menjadi saluran tertutup untuk mengurangi bau dan penyebaran vektor pembawa penyakit, sehingga ini membuat pengukuran saluran menjadi tidak mungkin dilakukan. Volume sedimen diukur pada titik yang sama dengan titik pengukuran volume drainase perencanaan.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk diperhitungkan dalam analisis total produksi air limbah yang mungkin dialirkan ke sistem drainase. Total air limbah domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk pada tahun berjalan dikalikan dengan estimasi buangan air limbah setiap orang per harinya. Proyeksi jumlah penduduk menggunakan berbagai metode untuk mendapatkan proyeksi yang paling mendekati karakteristik daerah yang ditinjau setelah analisis perbandingan masing-masing metode dilakukan. Adapun metode yang dipilih untuk memproyeksikan pertambahan jumlah penduduk adalah metode geometri ($P_n = P_0(1+r)^n$), aritmatika ($P_n = P_0(1+rn)$), eksponensial ($P_n = P_0.e^{rn}$), dan *least square* ($Y_n = a+b(x)$). Disini, P_n adalah proyeksi jumlah penduduk tahun ke- n , P_0 adalah data jumlah penduduk tahun dasar, r adalah nilai laju pertumbuhan penduduk, n adalah jumlah interval dengan tahun dasar, dan e adalah bilangan eksponensial 2,7182812. Metode *least square* menggunakan variabel Y_n untuk menggambarkan jumlah penduduk pada tahun proyeksi, dengan a dan b merupakan konstanta yang diperoleh dari perhitungan. Populasi di tahun ke- n akan selalu berubah, maka nilai r yang mewakili laju pertumbuhan penduduk masing-masing metode pada periode tertentu perlu ditentukan dengan menggunakan persamaan tertentu.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahap proses pengolahan data curah hujan dan air limbah dengan maksud untuk mengetahui total volume air yang mengalir dan mengisi ruang saluran drainase. Analisis dimulai dari tahap analisis frekuensi curah hujan, penentuan nilai intensitas curah hujan, hingga debit limpasan hujan serta air limbah. Analisis frekuensi curah hujan sendiri ditentukan dengan dari perbandingan tiga metode, yaitu gumbel, log normal, serta *log pearson type III*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Volume Drainase Eksisting

Kota Medan memiliki iklim tropis dengan suhu udara 21,2-35,6°C dengan rata rata 27°C, kelembaban udara 83%, kecepatan angin rata-rata 0,96 m/det, dan total laju penguapan rata-rata tiap bulannya 115,85 mm. Ketinggian wilayah kota 2,5–37,5 m di atas permukaan laut dan cenderung ke arah utara. Letaknya di dataran rendah ditambah banyaknya cekungan di daerah hilir menyebabkan wilayah Kota Medan sangat rawan dari terjadinya genangan/banjir ketika musim penghujan tiba, terlebih apabila sistem drainase tidak berfungsi dengan baik. Pada kajian ini, daerah yang dipilih adalah salah satu bagian kota yang paling cepat mengalami urbanisasi, yaitu di Jalan Taud. Hasil peninjauan lokasi saluran drainase di Jalan Taud, diperoleh data dimensi drainase eksisting yang diilustrasikan pada [Tabel 1](#). Dari sepanjang 1.000 m saluran yang menjadi lokasi pengamatan, diketahui lebar saluran rata-rata adalah 0,82 m dan kedalaman 0,90 m. Volume drainase pada perencanaan awal kota maka dapat diketahui, yaitu 738 m³.

Tabel 1. Dimensi Drainase di Titik Hulu, Tengah, dan Hilir

Lokasi	Lebar,l (m)	Kedalaman,D (m)	Ketinggian Sedimen, Ds (m)	Penampakan Fisik
Titik Hulu: Rumah Kosan, Jalan Taud No. 112 (3°36'16.8912"N, 98°42'14.5512"E)	0,82	0,90	0,08	

Lokasi	Lebar,l (m)	Kedalaman,D (m)	Ketinggian Sedimen, Ds (m)	Penampakan Fisik
Titik Tengah: Misop Warisan Halimah, Jalan Taud No. 65 A (3°36'17.928"N, 8°41'45.348"E)	0,82	0,94	0,11	
Titik Hilir: Gulo Pangkas, Jalan Taud No. 16 (3°36'17.7912"N, 98° 41'45.2904"E)	0,82	0,92	0,15	

Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Menurut data yang diperoleh dari Kantor Kelurahan Sidorejo-Kec. Medan Tembung, jumlah rumah di Jalan Taud pada sisi sebelah kiri diestimasikan berjumlah 50 rumah dengan skenario per rumah terdiri atas 4 orang. Diasumsikan jumlah penduduk pada tahun 2022 sebanyak 200 orang. Hasil yang diperoleh dari proyeksi jumlah penduduk 10, 25, 50 tahun mendatang dengan metode aritmatika, geometri, eksponensial, dan *least square* masing-masingnya ditunjukkan pada Tabel 2. Kelayakan metode yang dipilih ditentukan berdasarkan nilai standar deviasi mendekati nol (0) dan nilai korelasi mendekati satu (1,00) (Hartati, Indrawati, Sitepu, & Tamba, 2019).

Tabel 2. Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa) pada 10, 25, dan 50 Tahun Mendatang

Metode	Arimatika			Geometri			Eksponensial			Least Square		
Tahun	2032	2047	2072	2032	2047	2072	2032	2047	2072	2032	2047	2072
Hasil	226	256	355	227	259	365	226	255	354	195	205	235

Debit Air Limbah Domestik

Berdasarkan observasi di lokasi studi, rumah-rumah warga diidentifikasi rata-rata merupakan bangunan rumah jenis menengah dengan tipe I. Untuk jenis bangunan tersebut jumlah konsumsi air minum yang digunakan berdasarkan tabel kebutuhan air bersih adalah 150 L/orang/hari. Delapan puluh persen dari jumlah kebutuhan konsumsi air bersih tersebut pada akhirnya akan menjadi limbah cair domestik yang kemudian dialirkan ke saluran drainase. Selain jumlah penduduk, besaran debit air sangat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi (pendapatan) warga yang bermukim dan jenis kegiatan keseharian yang membutuhkan air bersih dalam prosesnya. Seseorang dengan pendapatan tingginya menghasilkan jumlah air limbah dari aktivitas mandi, cuci, dapur, dan beberapa aktivitas sejenis lebih banyak dibandingkan seseorang dengan pendapatan rendah. Berikut pada Tabel 3 menunjukkan proyeksi debit limbah cair domestik pada 10, 25, 50 tahun mendatang pada masyarakat di Jalan Taud. Dalam perhitungan debit total air limbah (QTotal), mempertimbangkan faktor puncak (fPeak=2.4) (R. S. Pratiwi & Purwanti, 2015). Debit air limbah total yang dihasilkan dari aktivitas domestik adalah 10.71 x 10⁻² L/orang/hari (2032), 12.24 x 10⁻² L/orang/hari (2047), dan 17.24 x 10⁻² L/orang/hari (2072).

Tabel 3. Produksi Limbah Cair Domestik 10, 25, dan 50 Tahun Mendatang

Periode (Tahun)	Tahun	Populasi (Orang)	QKebutuhanAir (L/orang/hari)	QAirlimbah (L/detik)	QPuncak (L/detik)	QTotal (L/detik)
0	2022	200	150	2.78 x 10 ⁻²	6.67 x 10 ⁻²	8.94 x 10 ⁻²
10	2032	227		3.15 x 10 ⁻²	7.56 x 10 ⁻²	10.71 x 10 ⁻²
25	2047	259		3.60 x 10 ⁻²	8.64 x 10 ⁻²	12.24 x 10 ⁻²
50	2072	365		5.07 x 10 ⁻²	12.17 x 10 ⁻²	17.24 x 10 ⁻²

Intensitas Curah Hujan

Data curah hujan yang diperoleh bersumber dari Stasiun Klimatologi Sampali-Kota Medan, selama 10 tahun terakhir dari tahun 2012-2021. Stasiun ini merupakan stasiun terdekat dengan lokasi kajian. Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh angka tertinggi terjadi pada Desember 2014, yaitu 165 mm. Pengujian chi-kuadrat curah hujan rencana pada periode ulang yang dipakai yaitu *log pearson type III* (Tabel 4). Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil dari parameter-parameter statistik curah hujan rata-rata 64,91 mm/jam (2032), 66,72 mm/jam (2047), dan 72,46 mm/jam (2072), dengan *coefficient of skewness* (C_s)=-7,11, dan *coefficient of variation* (C_k)=0,05. Metode ini memenuhi syarat untuk dipilih sebagai metode distribusi untuk menghitung curah hujan rencana karena nilai $C_s < C_v$ dan $C_v = 0,3$.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode (Tahun)	Rt (mm)					
	Gumbel		Log Normal		Log Pearson Type III	
10	59,50		58,04		64,91	
25	60,63	$C_s = -7,11$	59,61	$C_s = -7,11$	66,72	$C_s = -7,11$
50	62,08	$C_k = 340,79$	61,74	$C_v = 0,05$	72,46	$C_v = 0,05$
Status	Tidak Memenuhi		Tidak Memenuhi		Memenuhi	

Evapotranspirasi & Infiltrasi

Evapotranspirasi sangat berguna untuk tujuan perhitungan neraca air (Wirawan, Idkham, & Chairani, 2013). Penggabungan istilah proses kehilangan air dari tanah yang disebut evaporasi dan proses kehilangan air dari tumbuhan yang disebut transpirasi membentuk istilah yang disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi dilakukan dengan terlebih dahulu dihitung nilai I untuk seluruh bulan, kemudian hasilnya dijumlahkan menggunakan persamaan Thornthwaite, $ET_0((t < 26,5^\circ C) = 1,6(10t/I)^a$. Dimana ET adalah evapotranspirasi potensial bulanan, I adalah Indeks panas tahunan, T_m adalah suhu rata-rata pada bulan ke m, dan a adalah konstanta. Proses infiltrasi air pada drainase sangat dipengaruhi oleh kondisi drainase, termasuk material bangunannya. Pada penelitian ini struktur drainase terbuat dari beton, baik dasar dan dinding saluran. Oleh karena itu, proses infiltrasi air ke dalam tanah dianggap tidak ada. Kehilangan air lebih banyak akibat pengaliran ke daerah yang lebih rendah. Data temperatur rata-rata bulanan Kota Medan diperoleh dari Administrasi Kelautan dan Atmosfer Nasional (NOAA).

Tabel 5. Analisis Evapotranspirasi

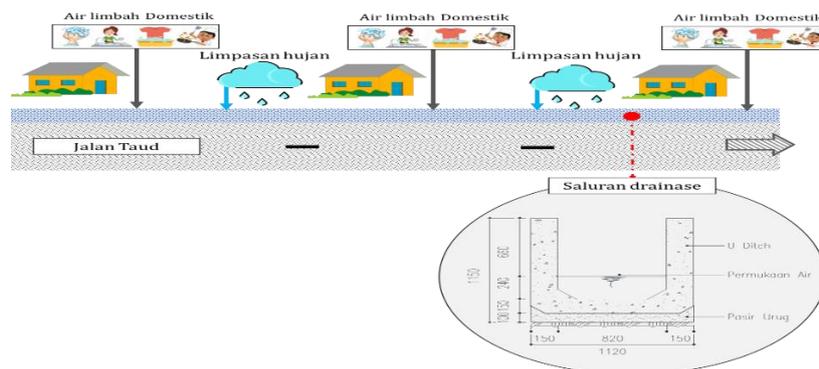
Bulan	T_m (°C)	I (mm/jam)	ET (cm)	T_m (°C)	I (mm/jam)	ET (cm)	T_m (°C)
Jan	31	12,56	18,44	Jul	32	11,99	20,01
Feb	32	12,92	19,08	Agt	32	12,06	19,94
Mar	32	12,7	19,3	Sep	31	12,35	18,65
Apr	32	13,07	18,93	Okt	31	12,63	18,37
Mei	33	12,78	20,22	Nov	31	12,42	18,58
Jun	33	12,35	20,65	Des	30	12,28	17,72

Pembahasan

Lebar saluran tersier 0.20-0,30 m dan kedalaman 0,15-0,25 m dari rumah-rumah warga dihubungkan ke saluran drainase di Jalan Taud untuk kemudian dikumpulkan ke saluran dengan dimensi yang lebih besar yang membawa seluruh limpasan dan air limbah di wilayah kota. Saluran berukuran kecil kebanyakan dibuat oleh masyarakat sendiri hampir di setiap rumah untuk mengalirkan air limbah setiap hari sepanjang tahun dari aktivitas mandi, cuci, dapur, dan beberapa aktivitas lain yang sejenis. Kemiringan lereng di Kota Medan tergolong datar (0-8%) dan landai (8-15%) menyebabkan Jalan Taud sering mengalami genangan 30-50 cm ketika hujan turun dengan intensitas tinggi berdurasi 2-4 jam. Saluran di Jalan Taud pada kajian ini merupakan saluran tipe sekunder, dimana kapasitasnya pasti lebih besar dibandingkan saluran tersier. Volume drainase perencanaan ($Q_{planning}$) di Jalan Taud yang diperoleh berdasarkan investigasi di lapangan adalah 738 m^3 . $Q_{planning}$ saluran sekunder di Kec. Singosari-Malang 959 m^3 (Kencana, Noerhayati, & Rokhmawati, 2021), Data tertinggi pada saluran di Kawasan Perumnas Talang Kelapa-Palembang mencapai 1.320 m^3 (Fairizi, 2015), Saluran di Kec. Ponorogo dan memperoleh data saluran di pemukiman masyarakat rata-rata memiliki volume 1.150 m^3 (Suryaman, 2013). Penelitian lain mendapatkan volume hingga 1.650 m^3 di Permukiman Soekarno Hatta-Malang (Suprayogi, Sujatmoko, Morena, & Ghofirin, 2017; Widodo & Ningrum, 2015). Berdasarkan perbandingan terhadap beberapa kota

lain di Indonesia dengan karakteristik yang mirip dengan Kota Medan maka Qplanning saluran drainase di Jalan Taud memiliki ukuran yang lebih kecil. Padahal masyarakat yang dilayani di lokasi penelitian terdahulu tidak melebihi 200 jiwa, sedangkan di Jalan Taud dengan 200 jiwa yang dilayani kapasitas drainase hanya separuh dari lokasi-lokasi lain di Indonesia.

Setelah dilakukan peninjauan pada saluran yang menjadi lokasi kajian, ditemukan sedimen di dasar saluran dengan ketebalan bervariasi. Partikel material yang dikenal sebagai sedimen biasanya memiliki karakteristik kimia dan fisik yang mirip dengan batuan. Partikel-partikel ini memiliki berbagai bentuk dan ukuran, dari yang sangat besar (batu besar) hingga sangat kecil (koloid). Biasanya, pengukuran sedimen dilakukan hanya berdasarkan jenis endapan lumpur dan beberapa jenis pengotor lain yang terkumpul di dasar saluran. Pengukuran pada 10 titik secara random mempertimbangkan banyaknya sedimen, diperoleh rata-rata ketebalan sedimen adalah 0,18 m, sehingga volume sedimen pada sistem drainase yang dikaji adalah 147,6 m³. Volume ini masih sangat kecil dibandingkan dengan hasil investigasi yang memperoleh sedimen 425 m³ dari 500 m saluran drainase di Jalan Lintas Tano-Sumbawa oleh (Wijaya, Arabia, & Basri, 2022). Pengukuran timbunan sedimen di lokasi lain, seperti di Jalan Srikoyo, Jember, mencapai 746-2.486 m³. Banyak kemungkinan menjadi faktor penyebab banyak-sedikitnya sedimen yang mengendap di dasar saluran drainase, seperti bisa ditinjau dari material yang digunakan oleh masyarakat yang berhubungan dengan buangan air limbah domestik, jenis tanah serta kecepatan aliran limpasan hujan, dan lama waktu proses pembentukan. Walau pun penelitian ini tidak berfokus pada masalah tersebut, namun diprediksi kecepatan aliran air terutama ketika musim hujan menyebabkan transfer sedimen menjadi merata di sepanjang saluran. Ini menjadi penyebab rata-rata hasil pengukuran volume sedimen menjadi lebih sedikit apabila dibandingkan dengan saluran di daerah lain. Hasil observasi terhadap kondisi drainase menunjukkan tidak ada bagian saluran yang mengalami kerusakan. Dengan demikian berdasarkan data rata-rata hasil pengukuran volume drainase sesungguhnya dan volume sedimen, diperoleh volume drainase eksisting adalah 590,4 m³. Curah Hujan 10, 25, dan 50 Tahun Mendatang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Curah Hujan 10, 25, dan 50 Tahun Mendatang

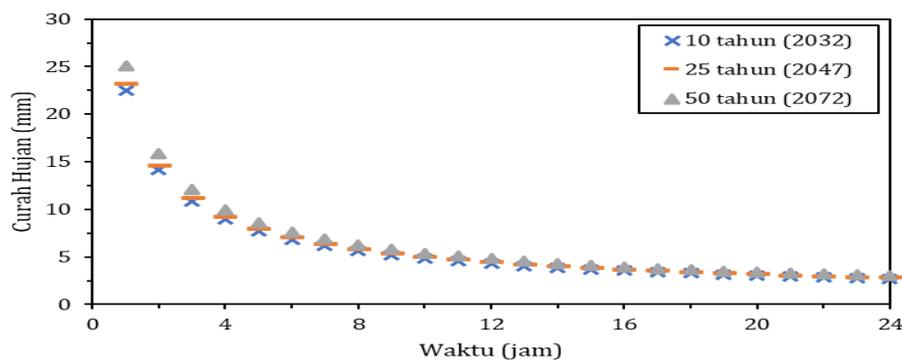
Penentuan metode memiliki kendala karena data jumlah penduduk terlalu kecil sehingga hasil proyeksi dari metode satu dengan yang lain tidak berbeda signifikan. Selain nilai r yang berbeda tipis, nilai standar deviasi dan korelasi hingga harus diidentifikasi pada 10-6. Pencocokan data hasil perhitungan dari Metode Least Square sepertinya tidak bisa digunakan untuk menggambarkan fluktuasi pertumbuhan dengan jumlah nilai kecil. Mungkin ini bisa berlaku untuk jumlah data besar seperti pada lokasi kajian yang lebih luas atau dengan kepadatan yang tinggi. Walau pun standar deviasi paling rendah dibanding tiga metode lainnya dan korelasi menunjukkan nilai yang mendekati 1, tapi hasil proyeksi terhadap data utama tidak menunjukkan keakuratan. Dengan demikian, studi kasus ini menggunakan data terbesar diantara ke empat metode, yaitu pada Metode Geometri. Proyeksi jumlah penduduk terbesar berturut-turut adalah 227, 258, dan 365 jiwa. Jumlah ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan produksi limbah cair domestik dari kegiatan mandi, cuci, dan dapur oleh warga setempat yang kemudian dialirkan ke saluran drainase di Jalan Taud.

Intensitas curah hujan terbesar diperoleh data 10 tahun mendatang di tahun 2032 berkisar 5,87 mm/jam, 6,04 mm/jam di tahun 2047, dan 6,56 mm/jam di tahun 2072 dapat dilihat pada Gambar 4. Disebabkan permasalahan akibat hujan di Kota Medan sangat sering terjadi, itu memicu berbagai peneliti melakukan investigasi intensitas curah hujan. Sebagai perbandingan dari hasil pada artikel ini, penelitian pertama menunjukkan hasil 415,91 mm/jam di 2020 (Aqsha & Harahap, 2022); Penelitian lainnya memperoleh intensitas curah hujan 249.4 mm/jam di 2017 (Andrian & Ningsih, 2017), Penelitian selanjutnya memperoleh angka 44,62 mm/jam di 2024 dan 44,79 mm/jam di 2039 (Sibagariang & Saputra, 2021). Hasil proyeksi intensitas hujan di Kota Medan oleh berbagai penelitian sangat beragam. Ini bisa

terjadi didasari oleh lokasi spesifik kajian yang berimplikasi terhadap stasiun pengamatan serta data curah hujan yang dijadikan sebagai dasar perhitungan. Metode yang digunakan untuk proyeksi juga bisa memberikan selisih hasil perhitungan dengan metode lainnya, karena kepekaan metode satu dengan lainnya berbeda-beda. Sebagai perbandingan diberikan data proyeksi intensitas hujan oleh berbagai peneliti terdahulu yang menjadikan Kota Medan sebagai lokasi kajian yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Intensitas Curah Hujan Kota Medan

Lokasi Spesifik	Metode	Jumlah Data	Intensitas Curah Hujan	Referensi
Kec. Medan Kota	Backpropagation neural network	10 tahun	249.4 mm/jam(2017)	Andrian & Ningsih (2017)
Kec. MedanPolonia	Backpropagation neural network	15 tahun	170.03 mm/jam(2017)	Andrian & Wayahdi (2017)
Kec. Medan Tembung	Log pearson type III	10 tahun	151.67 mm/jam (2075)	Sinaga & Harahap (2016)
DAS Deli	Gumbel	10 tahun	204.01 mm/jam(2075)	Zevri (2017)
Kec. MedanHelvetia	Mononobe	10 tahun	45,14 mm/jam (2064)	Lukman (2018)
DAS Sei Sikambing	Log pearson typeIII	10 tahun	233,76 mm/jam (2075)	Zevri (2019)
Kec. Medan Baru	Mononobe	10 tahun	44,79 mm/jam (2039)	Sibagariang dan Saputra (2021)
Kec. Medan Tembung	Mononobe	10 tahun	415,91 mm/jam (2020)	Aqsha & Harahap (2022)



Gambar 4. Curah Hujan 10, 25, dan 50 Tahun Mendatang

Berdasarkan analisis perhitungan debit pada saluran eksisting didapatkan data air limpasan yang dapat ditampung tidak lebih dari 0,164 m³/detik. Diketahui daya tampung saluran drainase lebih besar dari proyeksi debit limpasan hujan serta air limbah hanya hingga 25 tahun mendatang, yaitu pada tahun 2047, hal ini disajikan pada Tabel 8. Mengingat kondisi drainase yang terbuka dan tepat berada dipinggir jalan umum sehingga memungkinkan masuknya material alam yang dapat mengganggu fungsi kerja drainase, maka penting untuk menormalisasikan saluran secara berkala. Struktur konstruksi beton merupakan suatu struktur yang dapat mengalami proses penuaan sesuai umur beton serta juga bisa diakibatkan oleh adanya faktor lingkungan. Penyelidikan pada drainase di Jalan Taud ditemukan potensi kerusakan dinding saluran di beberapa titik, seperti 3°36'16.6968"N 98°42'15.138"E, 3°36'16.776"N 98°42'13.6476"E, dan 3°36'16.7472"N 98°42'12.9564"E. Penting untuk dilakukan renovasi dan penguatan material, seperti menggunakan balok penguatan dan pembersihan vegetasi. Upaya ini juga bisa mencegah pencemaran air tanah akibat air limbah yang meresap dari celah retakan dinding saluran drainase.

Tabel 7. Debit Banjir Rencana terhadap Daya Tampung Drainase

Periode	Tahun	QRencana	Qdrainase	Keterangan
		(m ³ /detik)		
10	2032	0,107575		<u>Memenuhi</u>
25	2047	0,122482	0,164	<u>Memenuhi</u>
50	2072	0,172489		Tidak Memenuhi

Permasalahan banjir/luapan air yang sering melanda kota-kota besar di Indonesia terutama terjadi ketika musim hujan tiba merupakan masalah yang harus ditangani dengan cepat dan tepat. Genangan air dapat merusak fasilitas umum dan struktur jalan yang pada akhirnya menimbulkan kerugian, baik dari segi sektor finansial hingga aspek kesehatan masyarakat. Banyak solusi yang bisa dipilih, akan tetapi faktor waktu, ketersediaan dana, sumber daya manusia, lingkungan sosial masyarakat, dan aspek teknis lainnya harus dipertimbangkan. Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi ramah lingkungan yang ditemukan sejak 1976 dan bermanfaat untuk mengurangi volume limpasan hujan yang akan dialirkan ke saluran drainase. Kawasan pemukiman di perkotaan yang sudah banyak berubah menjadi perkerasan menjadi penyebab tingginya volume limpasan karena berkurangnya area resapan air. Banyak peneliti telah meninjau efektivitas LRB dalam mengalirkan air limpasan, yang mengujicobakan suatu lubang galian dengan kedalaman 50 cm dan diameter 7 cm selama 28 hari pada tanah lempung yang tercampur oleh lanau (kadar air 38,42-40,52%), mendapatkan laju infiltrasi air 0,3- 6,40 mm/menit (Juliandari, 2013). Dengan estimasi volume air tangkapan oleh LRB 180 L/jam, maka untuk luas rumah 120 m² setidaknya dibuat 5 lubang dengan kedalaman berkisar 0,50-1,00 m dan diameter ≈0,20 m. Biaya yang dibutuhkan pembuatan satu LRB adalah Rp220.000 dengan rincian penggunaannya untuk investasi satu buah bor biopori, 1 m pipa paralon berpori, dan upah pekerja 60 menit/lubang (Karuniasuti, 2014). Perlu diadakannya juga sosialisasi secara berkala terhadap warga mengenai daerah sempadan saluran. Upaya ini bertujuan agar warga tidak membuat bangunan yang bisa mengganggu fungsi drainase karena letaknya yang dibuat di sekitar sempadan. Sosialisasi mengenai larangan membuang sampah pada saluran dan kegiatan pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan, pembentukan dan penguatan kelembagaan, serta pendampingan juga perlu dipertimbangkan. Semua ini dilakukan supaya masyarakat bisa menerima manfaat keberadaan jaringan drainase sehingga sistem dapat dioptimalkan dan berkesinambungan. Diharapkan cara ini bisa mengurangi total volume luapan yang mungkin akan terjadi pada 50 tahun mendatang pada tahun 2072.

4. SIMPULAN

Hasil evaluasi yang dilakukan pada saluran drainase terpilih di Jalan Taud, Kota Medan, diperoleh kesimpulan bahwa drainase tetap dapat menampung air buangan dari campuran limpasan hujan dan air limbah domestik hingga 25 tahun mendatang. Intensitas curah hujan pada 10 tahun mendatang di tahun 2032 berkisar 5,87 mm/jam, 6,04 mm/jam di tahun 2047, dan 6,56 mm/jam di tahun 2072; sedangkan debit air limbah total yang dihasilkan dari aktivitas domestik adalah 10.71×10^{-2} L/orang/hari (2032), 12.24×10^{-2} L/orang/hari (2047), dan 17.24×10^{-2} L/orang/hari (2072). Dengan panjang saluran yang diamati 1.000 m, lebar saluran rata-rata adalah 0,82 m, dan kedalaman 0,90 m, didapatkan volume drainase eksisting adalah 590,4 m³. Walau pun dimensi di Jalan Taud termasuk lebih kecil dibandingkan saluran sekunder di kota lain di Indonesia, tapi dimensi ini ternyata masih layak untuk melayani jumlah penduduk jumlah penduduk 258 jiwa di tahun 2047. Pendekatan aspek teknis dan non teknis perlu dilakukan untuk mendukung fungsi drainase bagi masyarakat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, Y., & Ningsih, E. (2017). Prediksi Curah Hujan di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *Seminar Nasional Informatika (SNIf)*, 1(1), 184–189.
- Aqsha, S., & Harahap, D. S. \. (2022). Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Pemukiman Penduduk di Jalan Air Bersih, Kelurahan Sudirejo I, Kecamatan Medan Kota. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, 1(1), 73–77. Retrieved from <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/JTSIP/article/view/5780>.
- Arifin, M. (2018). Evaluasi kinerja sistem drainase perkotaan di wilayah Purwokerto. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 53-65. <https://doi.org/10.47200/jts.v13i1.839>.
- Carstensen, M. V., Hashemi, F., Hoffmann, C. C., Zak, D., Audet, J., & Kronvang, B. (2020). Efficiency of Mitigation Measures Targeting Nutrient Losses from Agricultural Drainage Systems: A Review. *Ambio*, 49(11), 1820-1837. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01345-5>.
- Dwijaya, A. (2018). Evaluasi Drainase Perkotaan dengan Metode Hecras di Kota Nanga Bulik, Lamandau Propinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 2(2), 104–115. Retrieved from <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/1693>.
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 755-765.
- Giambastiani, B. M. S., Macciocca, V. R., Molducci, M., & Antonellini, M. (2020). Factors affecting water drainage long-time series in the salinized low-lying coastal area of ravenna (Italy). *Water*, 12(1), 256. <https://doi.org/10.3390/w12010256>.

- Harahap, R. (2019). Pekerjaan Drainase dan Penyebab Banjir Lingkungan Permukiman. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 2(1), 5–9. Retrieved from <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view%0A/1344>.
- Hartati, H., Indrawati, I., Sitepu, R., & Tamba, N. (2019). Metode Geometri, Metode Aritmatika dan Metode Eksponensial Untuk Memproyeksikan Penduduk Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika Dan Aplikasinya*, 4(4), 7 – 18.
- Juliandari, M. (2013). Efektivitas lubang resapan biopori terhadap laju resapan (infiltrasi). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1).
- Karuniastuti, N. (2014). Teknologi biopori untuk mengurangi banjir dan Tumpukan sampah organik. , 4(2), 60-68. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 4(2), 60–68. Retrieved from <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/76/68>.
- Kencana, A., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2021). Studi Evaluasi Drainase di Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 9(4), 312-321.
- Novrianti, N. (2017). Pengaruh Drainase Terhadap Lingkungan Jalan Mendawai dan sekitar Pasar Kahayan. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 2(1), 31–36. <https://doi.org/10.33084/mitl.v2i1.130>.
- Pratiwi, D., Sinia, R. O., & Fitri, A. (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus Yang Difungsikan Sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2). <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v1i2.844>.
- Pratiwi, R. S., & Purwanti, I. F. P. I. F. (2015). Perencanaan sistem penyaluran air limbah domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), D40-D44. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v4i1.8909>.
- Rahman, A., Aziz, R., & Asmah Indrawati, M. U. (2020). Pemanfaatan Beberapa Jenis Arang Aktif sebagai Bahan Absorben Logam Berat Cadmium (Cd) pada Tanah Sedimen Drainase Kota Medan sebagai Media Tanam. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 5(1). <https://doi.org/10.31289/agr.v5i1.4240>.
- Resmani, E., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2017). Analisa Kapasitas Tampung Saluran Drainase Akibat Pengaruh Limpasan Permukaan Kecamatan Kota Sumenep. *Jurnal Teknik Pengairan*, 8(2). <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2017.008.02.7>.
- Sholihah, N. A., Weraman, P., & Ratu, J. M. (2020). Analisis spasial dan pemodelan faktor risiko kejadian demam berdarah dengue tahun 2016-2018 di kota kupang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(1), 52. <https://doi.org/10.26714/jkmi.15.1.2020.52-61>.
- Sibagariang, Y., & Saputra, P. A. E. (2021). Analisis Drainase di Daerah Rawan Banjir dan Dampaknya di Kecamatan Medan Baru Kota Medan. *JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, 5(1), 66–80. <https://doi.org/10.36764/ju.v5i1.538>.
- Suprayogi, I., Sujatmoko, B., Morena, Y., & Ghofirin, K. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Saluran Drainase Jalan Dorak Berdasarkan Pola Rencana Tata Ruang Tata Wilayah Kabupaten Meranti Tahun 2013-2032 Menggunakan Model Epa Swmm 5.0. *JURNAL SAINTIS*, 17(1), 1–14. Retrieved from <https://migrasi.journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/view/1760>.
- Suryaman, H. (2013). Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(1), 1–8. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/24/article/view/2192>.
- Syapawi, A. (2013). Studi Permasalahan Drainase Jalan (Saluran Samping) Di lokasi Jalan Demang Lebar Daun Sepanjang ±3900 m (Lingkaran SMA Negeri 10 SD Simpang POLDA). *PILAR*, 9(2), 143-148. Retrieved from <http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/406>.
- Widodo, E., & Ningrum, D. (2015). Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Permukiman Soekarno Hatta Kota Malang dan Penanganannya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik*, 11(3), 6-8.
- Wijaya, I., Arabia, T., & Basri, H. (2022). Pengaruh Pengelolaan Drainase terhadap Sifat Kimia Tanah Histosol di Rawa Gambut Tripa Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(3). <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i3.20091>.
- Wirawan, J., Idkham, M., & Chairani, S. (2013). Analisis Evapotranspirasi dengan Menggunakan Metode Thornthwaite, Blaney Criddle, Hargreaves, dan Radiasi. *Rona Teknik Pertanian*, 6(2), 451–457. <https://doi.org/10.17969/rtp.v6i2.20429>.
- Zulkarnain, F., & Dewi, I. D. (2020). PKM Pembuatan Saluran Drainase Dusun I Jln Inpres Desa Tanjung Gusta Untuk Mengatasi Banjir. *Jurnal Prodikmas*, 5(2). <https://doi.org/10.30596/jp.v5i1.5731>.