

Analisis Sistem Drainase Di Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember
Analysis of the Drainage System at the Muhammadiyah University Jember
General Hospital

Risty Kaifa Fatimah¹⁾, Nanang Saiful Rizal²⁾, Totok Dwi Kuryanto³⁾

¹Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: kaifasyakilla@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: totokdwikuryanto@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pembangunan rumah sakit adalah aspek krusial dalam meningkatkan layanan kesehatan masyarakat, termasuk infrastruktur medis dan sistem drainase yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem drainase di Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember, yang menghadapi masalah kapasitas tidak memadai dalam mengelola limbah cair. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif yang mencakup kajian pustaka dan survei lapangan untuk mengetahui kondisi drainase dilapangan dan dianalisis menggunakan aplikasi HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan ekspektasi dengan periode ulang lima tahun adalah 116 mm, dengan intensitas curah hujan rata-rata 208,04 mm/jam. Debit banjir rencana dengan periode ulang dua tahun adalah 0,27 m³/detik. Berdasarkan perhitungan, saluran drainase mampu menampung debit air yang diperlukan tanpa mengalami masalah signifikan seperti penumpukan sampah atau ketidaksesuaian dimensi saluran. Oleh karena itu, sistem drainase di rumah sakit ini dianggap berfungsi dengan baik, memastikan lingkungan yang bersih dan aman bagi pasien dan staf.
Kata Kunci: Analisis Kuantitatif, HEC-RAS, Kesehatan, Rumah Sakit, Sistem Drainase

Abstract

Hospital construction is a crucial aspect of improving public health services, including medical infrastructure and effective drainage systems. This research aims to evaluate the drainage system at the Muhammadiyah University Jember General Hospital, which faces the problem of inadequate capacity for managing liquid waste. The research method used is a descriptive quantitative method that includes a literature review and field survey to determine drainage conditions in the field and is analyzed using the HEC-RAS application. The research results show that the expected rainfall with a return period of five years is 116 mm, with an average rainfall intensity of 208.04 mm/hour. The planned flood discharge with a return period of two years is 0.27 m³/second. Based on calculations, the drainage channel is able to accommodate the required water discharge without experiencing significant problems such as the accumulation of rubbish or a mismatch in channel dimensions. Therefore, the drainage system in this hospital is considered to be functioning well, ensuring a clean and safe environment for patients and staff.
Keywords: Drainage Systems, HEC-RAS, Health, Hospitals, Quantitative Analysis

1. PENDAHULUAN

Pembangunan rumah sakit merupakan aspek krusial dalam peningkatan kualitas layanan kesehatan masyarakat. Secara global, rumah sakit didirikan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk kebutuhan kesehatan lokal, aksesibilitas, serta kapasitas pelayanan (Salsabila et al., 2023). Selain infrastruktur medis, sistem drainase rumah sakit juga memegang peranan penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan rumah sakit (Hamerlinck et al., 2023). Sistem drainase yang baik memastikan bahwa limbah cair, baik dari kegiatan medis maupun non-medis, dikelola dengan efektif untuk mencegah kontaminasi dan penyebaran penyakit. Di berbagai belahan dunia, penerapan teknologi canggih dalam sistem drainase rumah sakit terus dikembangkan guna mendukung upaya sanitasi yang optimal, menjaga lingkungan yang aman, serta meningkatkan standar kesehatan (Asih, 2015).

Jember merupakan kota dengan perkembangan paling menarik di antara kota-kota di Karesidenan Besuki pada pertengahan abad ke-19 hingga awal abad ke-20. Kota ini awalnya merupakan kota kecil yang damai dan terpencil, dan ditetapkan sebagai salah satu distrik Bupati Bondowoso (Sasmita, 2019). Dibandingkan dengan Kabupaten Panarukan, Bondowoso, dan Banyuwangi di Karesidenan Besuki, Kota Jember muncul sebagai yang terbesar dalam waktu yang relatif singkat. Jember awalnya merupakan lokasi pemukiman atau desa. Namun, kota ini diubah menjadi kota karena potensi pertumbuhannya yang berkelanjutan (Kuryanto et al., 2024). Sebaliknya pemekaran kota Jember ditandai dengan adanya perubahan status. Jember yang sebelumnya termasuk dalam salah satu kabupaten afdeling Bondowoso, kini menjadi afdeling tersendiri sejak tahun 1883 (Arifin, 2012).

Universitas Muhammadiyah Jember bermaksud membangun rumah sakit sebagai pendahuluan berdirinya Fakultas Ilmu Kedokteran dalam perkembangannya. Pentingnya drainase di Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember adalah untuk memastikan aliran air yang lancar,

mencegah penumpukan sampah dan vegetasi yang dapat menghalangi aliran air, serta menjaga lingkungan rumah sakit tetap bersih dan bebas dari genangan air yang dapat menyebabkan masalah kesehatan dan gangguan operasional. Sistem drainase kawasan Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember dirancang untuk mencegah terbentuknya kolam dengan cara menyalurkan debit air hujan yang turun di dalam rumah sakit. Siklus hidrologi dan penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh pembangunan rumah sakit (Kuryanto et al., 2021). Secara umum, rumah sakit dibangun di lokasi perkotaan yang padat penduduk dengan bangunan dan struktur. Meski demikian, Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember dibangun di kawasan yang belum padat bangunan dan bangunan, terletak di pinggiran Kota Jember (Rizal, 2011).

Pembangunan rumah sakit akan mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air hujan, sehingga berdampak pada meningkatnya limpasan air hujan dan berdampak buruk bagi wilayah sekitarnya jika limpasan air hujan tidak dikelola dengan baik. Untuk memitigasi dampak limpasan air hujan terhadap saluran drainase dan daerah sekitarnya, debit yang masuk ke saluran drainase akan dikurangi melalui penggunaan bak tampung dan pompa. Untuk mencegah luapan dan genangan di area rumah sakit seperti ini, penting untuk menerapkan sistem drainase yang efektif (Suparmanto et al., 2011).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan besar curah hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun di kawasan Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember, menentukan debit banjir rencana di daerah Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember untuk periode rancangan 2 tahun, serta menganalisis kemampuan saluran di Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember dalam menampung debit yang ada. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan yang mungkin terjadi, seperti keberadaan sampah, dimensi saluran yang tidak memadai, dan vegetasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

Istilah "drainase" berasal dari kata bahasa Inggris "drainage", dan mengacu pada tindakan mengalirkan, membuang, atau menyalurkan air (Asmorowati et al., 2021). Secara umum drainase adalah suatu tindakan teknis di bidang teknik sipil yang dirancang untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari curah hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan tertentu, guna mencegah terganggunya fungsi kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Secara umum drainase dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori:

1. Drainase permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengaturan pergerakan air permukaan.
2. Drainase Bawah Permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengaturan pergerakan air di bawah permukaan.

B. Analisa Hidrologi

Hidrologi merupakan disiplin ilmu yang menjelaskan keberadaan pergerakan air di alam. Hal ini mencakup berbagai bentuk air yang melibatkan perubahan wujud cair, padat, dan uap di atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah (A. Salsabila & Nugraheni, 2020). Hal ini juga mencakup air laut, yang berfungsi sebagai sumber dan penyimpanan air yang memungkinkan kehidupan di Bumi. Mayoritas rencana bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi, dan perencanaan drainase adalah salah satunya (Soemarto, 1999).

Hidrologi merupakan disiplin ilmu yang menjelaskan keberadaan pergerakan air di alam. Hal ini mencakup berbagai bentuk air yang melibatkan perubahan wujud cair, padat, dan uap di atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah (A. Salsabila & Nugraheni, 2020). Hal ini juga mencakup air laut, yang berfungsi sebagai sumber dan penyimpanan air yang memungkinkan kehidupan di Bumi. Mayoritas rencana bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi, dan perencanaan drainase adalah salah satunya (Soemarto, 1999).

Siklus hidrologi adalah proses abadi yang melibatkan pergerakan air dari bumi ke

atmosfer dan kembali lagi. Air permukaan di daratan dan permukaan laut berhamburan ke atmosfer. Uap air tersebut naik dan berpindah ke atmosfer, kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi tetesan air dalam bentuk awan. Selanjutnya partikel-partikel air tersebut turun sebagai hujan ke permukaan daratan dan lautan. Tumbuhan menahan sebagian air hujan, sedangkan sisanya diserap oleh tanah. Sebagian air akan meresap ke permukaan tanah (infiltrasi), sebagian lagi akan mengalir di atas permukaan tanah (surface debit), sehingga membanjiri cekungan daratan, danau, sungai, dan akhirnya laut (Triatmodjo, 1999).

Point rainfall merupakan data curah hujan yang diukur di satu tempat atau menggunakan alat pengukur hujan tunggal (N. S. Rizal & Priyono, 2013). Analisis curah hujan menggunakan metode rata-rata aljabar dengan mengalikan jumlah total pengukuran yang dilakukan di semua stasiun setelah itu dibagi dengan jumlah stasiun.

$$P = \frac{1}{n}(P_1 + P_2 + \dots + P_n) \quad (1)$$

Keterangan:

P	=	Curah hujan daerah
n	=	Jumlah titik stasiun
$(P_1 + P_2 + \dots + P_n)$	=	Curah hujan setiap titik pengamatan

Ilmu yang mempelajari kejadian yang berulang, termasuk jumlah kejadian per satuan waktu dan periode kejadian, dikenal sebagai analisis frekuensi (Morales & Bowers, 2022). Untuk menyelesaikan analisis frekuensi ini memerlukan pemahaman tentang parameter statistik. Istilah ini mencakup beberapa hal, yaitu:

1. Rata-rata (*mean*)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

2. Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

3. Koefisien variasi

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (4)$$

4. Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)\sigma^3} \sum (x - \bar{x})^3 \quad (5)$$

5. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)\sigma^4} \sum (x - \bar{x})^4 \quad (6)$$

Sejumlah teknik analisis distribusi tersedia untuk memperkirakan kejadian dengan frekuensi tertentu (Hayes, 1973). Dengan menggunakan Metode Gumbel, persamaan distribusi frekuensi empiris diterapkan untuk menentukan perkiraan curah hujan (Soemarto, 1999):

$$Y_T = \bar{X} + \frac{S}{Sn} (Y_T - Y_n) \quad (7)$$

$$S = \frac{\sum (X_t - \bar{X})^2}{n-1} \quad (8)$$

Keterangan:

Y_T = Nilai *reduced variate* yang lebih rendah diinginkan terjadi pada periode ulang T tahun.

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat (*reduce mean*) dengan nilai tergantung jumlah data (n)

S_n = Deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standart deviation*) dan nilai tergantung jumlah data (n)

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk menentukan apakah distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik dari sampel data yang diteliti dengan tepat. Metode ini penting untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil analisis data. Untuk melakukan uji kesesuaian distribusi terdapat dua cara, yaitu metode Chi-Square dan metode Sminov Kolmogrof.

Distribusi curah hujan merupakan faktor penting dalam perencanaan dan desain saluran, karena bergantung pada periode waktu yang dipertimbangkan. Metode rasional dapat digunakan untuk menentukan debit genangan yang diantisipasi. Selain itu, metode ini juga memperhitungkan intensitas curah hujan dan luas daerah tangkapan air. Persamaan metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q_t = 0,278 . C . I . A \quad (9)$$

Keterangan :

Q_t = Debit banjir (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$$A = \text{Luas Daerah Aliran}$$

C. Analisa Hidrolika

Hidrolika adalah subbidang hidromekanik yang mempelajari mekanika transportasi air. Hukum massa konstan, hukum energi konstan, dan hukum momentum konstan merupakan komponen analisis hidrolik. Hukum-hukum ini selanjutnya direpresentasikan dalam persamaan kontinuitas, persamaan energi, dan persamaan momentum (N. S. R. Rizal, 2014).

Penampang saluran merupakan faktor penting dalam menentukan efektivitas saluran drainase, yang juga dipengaruhi oleh ketersediaan lahan di lapangan. Faktor geometri penampang berpengaruh signifikan terhadap penampang saluran ideal (Rahmansyah, 2023). Sangat penting untuk menjaga kestabilan bentuk penampang saluran, karena kapasitas penampang akan tetap konstan terlepas dari perubahan apa pun pada bentuk penampang, sesuai dengan rencana banjir Q saat ini (Kuryanto, 2007). Dimensi penampang debit desain ditentukan oleh penggunaan berbagai bentuk saluran, termasuk bentuk trapesium, persegi, dan segitiga yang ada, rumus Manning diterapkan adalah:

$$Q = A \times V \quad (10)$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (11)$$

Keterangan

Q = Debit limpasan

A = Luas Penampang Drainase

n = Nilai kekasaran manning

R = Jari jari Hidraulik

S = Kemiringan Saluran

D. HEC-RAS

Program tambahan HEC-RAS (*Hydrologic Engineering System River Analysis System*) digunakan selama tahap analisis hidrolik. HEC-RAS adalah sistem perangkat lunak yang digabungkan dan dimaksudkan untuk penggunaan interaktif dalam beragam skenario tugas. Sistem ini terdiri dari antarmuka pengguna grafis, komponen analisis hidrolik yang berbeda, kemampuan manajemen dan penyimpanan data, serta fasilitas pelaporan grafis (Manual Referensi HEC-RAS v4.1).

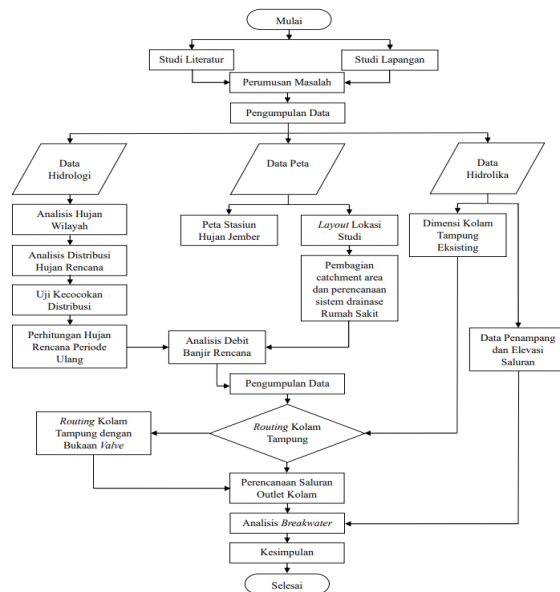
Analisis hidrolis dilakukan oleh HEC-RAS, yang menggunakan asumsi aliran konstan dan tidak teratur. Hasil analisis ini akan digunakan untuk mengembangkan suatu desain. Untuk melakukan analisis hidrolis dengan program bantu HEC-RAS, data berikut harus dimasukkan:

1. Data geometri saluran drainase meliputi penampang horizontal dan penampang berupa koordinat x dan y.
2. Koefisien *mannig*
3. Data aliran (debit pada setiap lokasi penampang)

Ketinggian permukaan air sepanjang aliran, profil aliran yang ditinjau, dan kecepatan aliran merupakan hasil analisis program tambahan HEC-RAS.

3. METODE PENELITIAN

Dalam rangka memahami dan memetakan langkah-langkah yang ditempuh selama penelitian ini, penting untuk menyajikan bagan alur penelitian. Bagan ini akan memberikan gambaran jelas mengenai proses dan tahapan yang dilakukan, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis, hingga penarikan kesimpulan. Dengan demikian, pembaca dapat mengikuti alur penelitian secara sistematis dan komprehensif.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian
 Sumber: Data Penelitian, 2024

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jln Wolter Mongisidi, Keranjingan, Jember, Jawa Timur. Pekerjaan pembangunan gedung rumah sakit tersebut adalah pekerjaan yang di rencanakan oleh Universitas Muhammadiyah Jember. Secara geografis letak proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember berlokasi di daerah Kabupaten Jember. Tepatnya didaerah Jl. Wolter Mongisidi, Kelurahan Kranjingan, Kecamatan Summersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68126 di koordinat 7°54'14.1"S113°48'14.5"E.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah
 Sumber: Data Skunder, 2024

Waktu penelitian ini akan dilangsungkan baik hari kerja dan hari libur. Untuk pengambilan data kuisoner dilakukan setelah dilakukan penelitian.

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tesis ini merupakan kajian pustaka yang meliputi penelaahan terhadap naskah-naskah yang berkaitan dengan perencanaan drainase wilayah guna memperoleh referensi untuk pemecahan masalah. Selain itu, studi lapangan juga dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan melalui survei langsung. Saluran pembuangan yang terletak di luar daerah penelitian menjadi subjek survei.

B. Analisis Data dan Perhitungan

1. Sumber Data

Penelitian ini mengandalkan beberapa jenis data utama, yaitu data hidrologi, data peta, dan data hidrolika. Data hidrologi mencakup curah hujan dari berbagai pos pengukur yang mempengaruhi area penelitian. Sementara itu, data peta terdiri dari dua bagian: peta stasiun

hujan di Kota Jember untuk evaluasi curah hujan rata-rata regional, dan layout lokasi studi yang digunakan untuk merencanakan jaringan drainase. Selain itu, data hidrolika yang digunakan meliputi data penampang dan elevasi muka air saluran yang ada di area tersebut.

2. Perhitungan dan Analisis Data

Analisis hidrologi adalah proses penting yang melibatkan berbagai langkah untuk mengkaji karakteristik curah hujan dan limpasan air. Langkah pertama dalam analisis ini adalah menghitung curah hujan rata-rata wilayah dengan menggunakan metode Thiessen Polygon, yang mengintegrasikan data dari beberapa stasiun hujan. Selanjutnya, distribusi hujan rencana dianalisis untuk menentukan kuantitas hujan yang mungkin terjadi dalam periode tertentu, menggunakan metode distribusi probabilitas seperti Gumbel, normal, log normal, dan log Person tipe III. Untuk memastikan akurasi, uji kecocokan parameter distribusi dilakukan dengan metode Chi Square dan Smirnov Kolmogorov. Setelah itu, waktu konsentrasi dihitung untuk memahami berapa lama air akan mencapai titik tertentu di saluran. Intensitas hujan rencana dihitung menggunakan rumus Mononobe, dan akhirnya, debit rencana dihitung dengan metode rasional, yang berfungsi sebagai acuan untuk merencanakan dimensi saluran yang diperlukan.

Analisis hidrolika, fokus pada perencanaan dimensi saluran drainase untuk mengatasi limpasan air. Salah satu langkah kunci adalah menentukan koefisien kekasaran Manning, yang berbeda-beda tergantung pada material dinding dan dasar saluran. Debit banjir yang diperoleh dari analisis hidrologi digunakan untuk menghitung dimensi saluran yang diperlukan. Selain itu, analisis hidrograf kolam tampung dilakukan untuk menentukan berapa lama kolam penampungan dapat menahan debit banjir sebelum dialirkan ke saluran. Pengaturan ketinggian air kolam dilakukan dengan fungsi perutean, untuk memastikan tidak melebihi batas yang diinginkan. Terakhir, analisis backwater dilakukan untuk mengkaji dampak kenaikan muka air di saluran kota terhadap saluran-saluran di wilayah tertentu, seperti rumah sakit, sehingga dapat diambil langkah-langkah mitigasi yang tepat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan hasil dan pembahasan ini dilakukan persiapan segala kebutuhan dan alat bantu, guna melancarkan pengambilan data. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini berupa GPS, Google Earth, dan roll meter. Berikut merupakan layout rencana drainase Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember.

A. Pengumpulan Data

1. Data Peta

Lokasi penelitian ini dilakukan di kawasan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember, Desa Kranjingan, Kabupaten Jember. Sampel penelitian ini adalah sistem drainase yang berada di kawasan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember. Pada gambar 2 garis berwarna merah merupakan saluran primer, garis kuning merupakan saluran primer dan garis putih merupakan saluran tersier.



Gambar 3. Peta Lokasi Drainase Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember

Sumber: Google Earth, 2024.

2. Data Dimensi Saluran

Data yang dikumpulkan langsung dari lapangan, meliputi dimensi saluran, kemiringan lahan, dan kondisi di lapangan.

Tabel 1. Dimensi Saluran

No	Nama Saluran	B m	y M	L (m)	ΔH (m)
1	1A	0,8	0,8	29,9	0,2
2	22	0,8	0,8	13,8	0,3
3	3A	0,8	0,8	14,2	0,15
4	4A	0,8	0,8	12,5	0,15
5	5A	0,8	0,8	14,6	0,15
6	6A	0,8	0,8	11,8	0,3
7	7A	0,8	0,8	12,5	0,4
8	8A	0,8	0,8	14,6	0,3
9	9A	0,8	0,8	75,3	1
10	10A	0,8	0,8	75,6	0,6

No	Nama Saluran	B m	y M	L (m)	ΔH (m)
11	11A	0,8	0,8	94,4	0,5
12	12A	0,8	0,8	84,3	0,6
13	13A	0,8	0,8	18,7	0,2
14	14A	1,2	1,2	25,4	0,2
15	15A	0,8	0,8	25,3	0,2
16	16A	1,2	1,2	102	0,4
17	17A	0,8	0,8	88,5	0,2
18	1B	0,8	0,8	86	2,2
19	2B	0,8	0,8	37,9	3,3
20	3B	0,8	0,8	86,8	6,4
21	4B	0,8	0,8	54,2	0,8
22	5B	0,8	0,8	33	1,2
23	6B	0,8	0,8	39,2	1,2
24	7B	0,8	0,8	130	8,7
25	8B	1,4	1,6	84,6	2,8
26	1C	0,8	0,8	39,7	0,6
27	2C	0,8	0,8	107	1,4
28	3C	0,8	0,8	10	0,4
29	4C	0,8	0,8	112	0,7

Sumber: Data Penelitian, 2024

3. Data Hujan

Data curah hujan harian yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari empat stasiun pencatat curah hujan selama satu dekade terakhir, antara tahun 2013 hingga 2023. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang serta Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air di Kabupaten Jember merupakan asal muasalnya. data curah hujan.

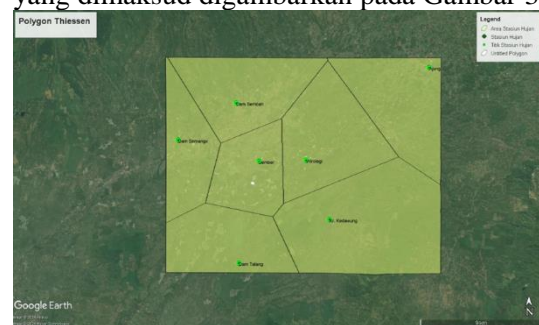
A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk mengetahui antisipasi curah hujan dan genangan pada periode ulang tertentu, diperlukan analisis hidrologi. Sistem drainase di kawasan RS Universitas Muhammadiyah Jember dirancang untuk menampung curah

hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun (R2) dan debit banjir dengan periode ulang 2 tahun (Q2)

1. Analisis Curah Hujan

Sebaran curah hujan pada wilayah sungai (DAS) sangat dipengaruhi oleh jumlah data curah hujan bulanan yang dianalisis, yang bersumber dari tujuh stasiun pemantau hujan yang dikelola Dinas Pekerjaan Umum dan Sumber Daya Air Binamarga di sekitar wilayah kajian. Stasiun-stasiun tersebut antara lain Stasiun Hujan Ajung, Stasiun Hujan Jember, Stasiun Hujan Wirolegi, Stasiun Hujan Karang Kedawung, Stasiun Hujan DAM Talang, Stasiun Hujan DAM Semangir, dan Stasiun Hujan DAM Sembah. Pengambilan data dilakukan pada tahun 2014 hingga tahun 2023. Jarak stasiun pemantau curah hujan dengan titik yang dimaksud digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Titik Stasiun Hujan

Sumber: Global Mapper & Google Earth, 2024

2. Curah Hujan Tahunan

Curah hujan tahunan dirangkum pada tabel 2, berdasarkan data dari tujuh stasiun di DAS Bedadung dan Mayang.

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Tahunan

No	Tahun	Ajung	Jember	Wirolegi	Kr Kedawung	Dam Talang	Dam Semangir	Dam Sembah	Jumlah
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
1	2014	2.331	2.547	1.331	1.862	1.863	2.273	2.509	14.716
2	2015	1.784	2.333	8.62	1.866	1.569	1.956	1.682	12.052
3	2016	2.665	3.075	1.838	2.508	2.343	3.732	3.169	19.330
4	2017	2.488	2.359	2.003	2.601	1.399	3.378	3.243	17.471
5	2018	2.065	2.183	1.702	2.063	1.966	3.074	2.115	15.168
6	2019	2.008	1.621	9.51	1.470	1.246	1.602	1.198	10.096
7	2020	2.554	2.478	2.168	2.276	2.209	2.860	2.347	16.892
8	2021	3.023	3.238	2.317	2.848	2.552	2.821	3.078	19.877

No	Tahun	Ajung	Jember	Wirolegi	Kr Kedawung	Dam Talang	Dam Semangir	Dam Sembah	Jumlah
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
9	2022	2.769	3.452	1.722	3.117	2.865	3.229	3.118	20.272
10	2023	1.943	1.933	7.97	1.614	1.309	1.923	2.202	11.721
	Rerata	2.363	2.522	1569	2.223	1.932	2.685	2.466	15.760

Sumber: Perhitungan Peneliti, 2024

Curah hujan rata-rata tahunan di stasiun hujan Ajung sebesar 2.363 mm, stasiun hujan Jember sebesar 2.522 mm, stasiun hujan Wirolegi sebesar 1.569 mm, stasiun Karang Kedawung sebesar 2.223 mm, stasiun hujan Dam Talang sebesar 1.932, stasiun hujan Dam Semangir sebesar 2.685 mm dan stasiun hujan Dam Sembah sebesar 2.466. Sehingga total keseluruhan curah hujan dari tahun 2014 hingga 2023 pada 7 stasiun hujan tersebut sebesar 15.760 mm.

3. Curah Hujan Harian Maksimum

Tabel 3 berikut ini merupakan data curah hujan tahunan maksimal pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 pada Stasiun Hujan Ajung, Stasiun Hujan Jember, Stasiun Hujan Wirolegi, Stasiun Hujan Karang Kedawung, Stasiun Hujan DAM Talang, Stasiun Hujan DAM Semangir dan Stasiun Hujan DAM Sembah.

Tabel 3. Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Ajung	Jember	Wirolegi	Kr. Kedawung	Dam Talang	Dam Semangir	Dam Sembah	Hujan Rerata Daerah
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
1	2014	312	107	173	215	208	96	81	170
2	2015	92	115	67	83	130	75	86	93
3	2016	91	91	76	83	69	92	128	90
4	2017	123	80	98	125	68	95	113	100
5	2018	190	69	83	129	174	122	141	130
6	2019	133	67	67	98	95	93	95	93
7	2020	98	98	107	111	80	92	95	97
8	2021	101	100	100	102	98	127	100	104
9	2022	87	110	70	171	87	120	145	113
10	2023	122	99	71	87	94	111	105	98

Sumber: Perhitungan Peneliti, 2024

4. Curah Hujan Rerata Daerah

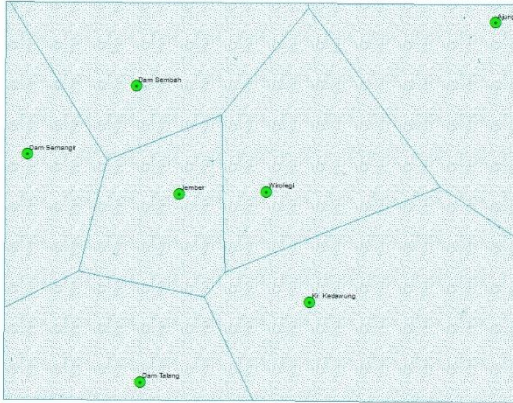
Sebelum melakukan perhitungan curah hujan rerata daerah, maka perlu menganalisis polygon Thiessen terlebih dahulu. Analisis polygon Thiessen penting karena metode ini membagi area pengamatan menjadi beberapa zona berdasarkan lokasi stasiun curah hujan.

Dengan cara ini, setiap zona akan mendapatkan bobot berdasarkan jaraknya dari stasiun yang bersangkutan. Hal ini memungkinkan perhitungan curah hujan yang lebih akurat dan representatif untuk setiap zona,

karena memberikan penekanan pada data yang lebih dekat dan relevan dengan setiap area yang dianalisis.

Setelah analisis polygon Thiessen dilakukan, langkah selanjutnya adalah menerapkan metode interpolasi untuk menghitung curah hujan rerata pada seluruh area yang diteliti. Metode interpolasi ini menggunakan data dari stasiun-stasiun curah hujan yang telah dianalisis untuk memprediksi nilai curah hujan pada titik-titik lain yang tidak memiliki data langsung. Dengan

mengintegrasikan hasil dari analisis polygon Thiessen dengan teknik interpolasi, dapat diperoleh gambaran yang lebih lengkap dan akurat mengenai distribusi curah hujan di wilayah tersebut.



Gambar 5. Polygon Thiessen
 Sumber: ArcGis, 2024

Pada tahun 2013 hingga 2023, rumus poligon Thiessen dinilai lebih akurat dalam menghitung curah hujan maksimum harian karena menggunakan area penimbangan yang mencakup tujuh stasiun pengukur hujan: Ajung, Jember, Wirolegi, Kedawung, Semangir, Talang, dan DAM Sembah.

Curah hujan yang didapatkan setelah melakukan analisis polygon Thiessen didapatkan curah hujan rata-rata kawasan stasiun hujan ajung sebesar 134,9 mm, stasiun Jember sebesar 93,6 mm, stasiun Wirolegi sebesar 91,2 mm, stasiun Karang Kedawung sebesar 120,4 mm, stasiun Dam Talang sebesar 110,3 mm, stasiun Dam Semangir sebesar 102,3 dan stasiun Dam Sembah 108,9 mm.

4. Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi untuk curah hujan adalah cara untuk menggambarkan seberapa sering berbagai tingkat curah hujan terjadi dalam suatu periode waktu tertentu. Dalam penelitian ini distribusi frekuensi disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan frekuensi (jumlah kejadian) dari interval curah hujan yang berbeda.

Metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi pola curah hujan, seperti periode intensitas tinggi atau rendah, serta membantu dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Dengan menganalisis data dari tabel distribusi frekuensi, peneliti dapat

membuat prediksi yang lebih akurat tentang curah hujan di masa mendatang dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan untuk mengurangi dampak negatif dari banjir atau kekeringan.

Berikut merupakan tahapan yang digunakan untuk menghitung analisis frekuensi pada contoh tahun 2014 pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Distribusi Frekuensi

Perhitungan	Rumus	Hasil
Kolom 3	(Ri) curah hujan harian maksimum tahun 2014, 170 mm	
Kolom 4 (Plotin)	$P = \left[\frac{m}{(n+1)} \right] \times 100$ $= \left[\frac{1}{(10+1)} \right] \times 100$	= 9,09%
Kolom 5	$= R_i - R = 119,30 - 103,90$	= 15,45
Kolom 6	$= (R_i - R)^2 = 15,45 \times 15,45$	= 238,69
Kolom 7	$= (R_i - R)^3 = 15,45^3$	= 3.688
Kolom 8	$= (R_i - R)^4 = 15,45^4$	= 56.974,21
Nilai Rata-Rata (mean)	$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{1.038,50}{10}$	= 103,9
Standar Deviasi	$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$ $= \frac{1.569}{9}$	= 13,20
Koefisien Variasi	$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{13,20}{103,9}$	= 0,13
Koefisien Skewness	$C_s = \frac{(n-1)(n-2)Sd^3}{10 \times 14.48t}$ $= \frac{(10-1)(10-2) \cdot 15,45^3}{10^2 \sum (X - \bar{X})^4}$	= 0,87
Koefisien Curtosis	$C_k = \frac{(n-1)(n-2)Sd^4}{10^2 \times 606.077}$ $= \frac{(10-1)(10-2) \cdot 15,45^4}{10^2 \times 606.077}$	= 3,96

Sumber: Perhitungan Peneliti, 2024

Nilai rata-rata curah hujan yang didapatkan dari Analisa frekuensi yaitu 103,9 mm, sedangkan nilai standar deviasi yaitu 13,20, nilai koefisien variasi yaitu 0,13, nilai koefisien skewness yaitu 0,87 dan nilai koefisien curtosisnya yaitu 3,96.

5. Debit Banjir Rencana

Persamaan Metode Rasional dengan contoh perhitungan pada saluran 1A sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Debit banjir maksimum (m}^3/\text{dtk)} \\
 C &= \text{Koefisien pengaliran/limpasan tata guna lahan} = 0,505 \\
 I &= \text{Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam) Intensitas hujan rancangan 2 tahun} = 171,14 \text{ mm/jam} \\
 A &= \text{Luas daerah pengaliran (km}^2\text{) luas daerah DAS saluran 1A} = 0,019 \text{ km}^2 \\
 Q &= 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= 0,2778 \cdot 0,505 \cdot 171,14 \cdot 0,019 \\
 &= 0,27 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

B. Analisis Hidrolika

1. Kemiringan Dasar Saluran

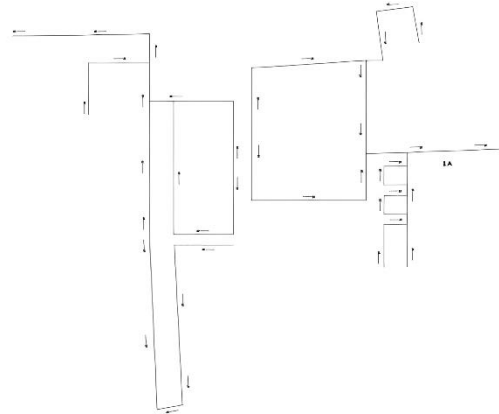
Upaya yang dilakukan untuk menentukan kemiringan dasar saluran adalah dengan mengikuti kemiringan kontur tanah pada permukaan pada daerah rencana. Contoh komputasi yang dilakukan pada saluran 1A menggunakan data yang sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L &= 29,90 \text{ m} \\
 \Delta H &= 0,20 \text{ m} \\
 S &= \frac{29,90}{0,20} \\
 &= 0,007
 \end{aligned}$$

2. Penentuan Unsur Geometrik

Sebelum melakukan penilaian jaringan drainase di wilayah metropolitan Kabupaten

Jember, penting untuk menentukan kapasitas maksimum saluran yang ada untuk menampung aliran air. Jika debit maksimum saluran saat ini kurang dari debit yang diharapkan. Untuk menentukan debit maksimum suatu saluran, harus diperhatikan arah aliran di dalam saluran. Ketika suatu saluran menerima aliran dari saluran lain, debit dari saluran sebelumnya ditambahkan terlebih dahulu.



Gambar 6. Pola Arah Aliran

Sumber: Pengolahan Data, 2024

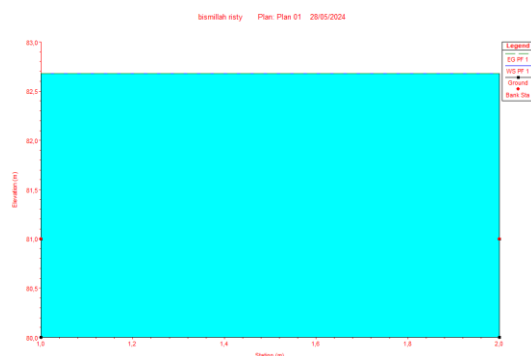
3. Pemodelan Saluran Program HEC-RAS

Memodelkan dimensi saluran persegi. Gambar 7 merupakan model yang menunjukkan dimensi saluran persegi pada saluran 11A dengan durasi debit 10 tahun.

Tabel 5. Pemodelan HEC-RAS Dimensi Eksisting Persegi

No	Nama Saluran	b	y	A	P	R	n	I	V	Fr	Qsaluran	Qrencana	Keterangan
		m	m	m ²	m	m			m/s		m ³ /s	m ³ /s	
11	11A	0,8	0,8	0,64	2,4	0,27	0,03	0,01	1,206	0,43	0,77	0,85	Re-design

Sumber; Pengolahan Data, 2024



Gambar 7. Ketinggian Muka Air Dimensi Eksisting Persegi

Sumber: Program HEC-RAS, 2024

Debit pada saluran 11A adalah 0,77 m³/s dengan Debit rencana 0,85 m³/s. Debit yang direncanakan tersebut tidak dapat tertampung oleh dimensi Saluran 11A yang ada saat ini. Oleh karena itu, diperlukan desain ulang untuk mencapai dimensi yang sesuai dengan debit yang direncanakan.

Kapasitas baru pada dimensi eksisting ini, saluran tidak hanya memenuhi standar teknis yang ditetapkan, tetapi juga meningkatkan efisiensi sistem drainase secara keseluruhan. Penambahan kapasitas ini diharapkan dapat mengurangi risiko banjir di area sekitar dan memastikan aliran air yang lebih stabil selama

musim hujan. Pengawasan dan pemeliharaan rutin akan tetap diperlukan untuk memastikan

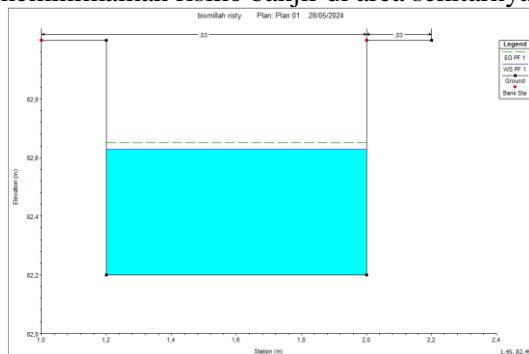
saluran berfungsi optimal sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan.

Tabel 6. Pemodelan HEC-RAS Perencanaan Dimensi Persegi

No	Nama Saluran	b	y	A	P	R	n	I	V	Fr	Qsaluran	Qrencana	Keterangan
		m	m	m ²	m	m					m ³ /s	m ³ /s	
11	11A	0,9	0,8	0,72	2,5	0,29	0,03	0,01	1,270	0,45	0,91	0,85	Aman

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Setelah desain ulang selesai, Saluran 11A mampu menampung debit sebesar 0,91 m³/s atau setara dengan debit rencana sebesar 0,85 m³/s. Hal ini sesuai dengan hasil pemodelan seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8. Setelah desain ulang selesai, Saluran 11A mampu menampung debit sebesar 0,91 m³/s atau setara dengan debit rencana sebesar 0,85 m³/s. Hal ini sesuai dengan hasil pemodelan seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8. Dengan kapasitas tersebut, saluran ini dapat mengatasi aliran air yang lebih besar dan meminimalkan risiko banjir di area sekitarnya.



Gambar 8. Ketinggian Muka Air Dimensi Eksisting Persegi

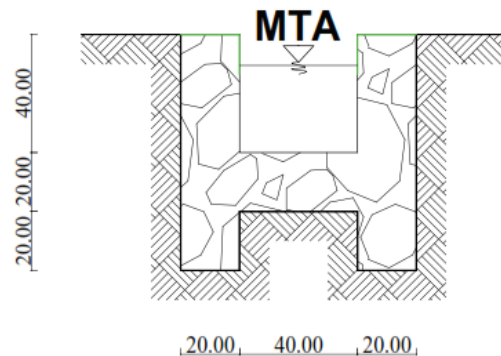
Sumber: Program HEC-RAS, 2024

Debit rencana dengan elevasi 82,2 m yang diperoleh dari aplikasi HEC-RAS tidak dapat tertampung dengan dimensi lapangan saat ini yaitu lebar 0,80 m dan tinggi 0,80 m berdasarkan data hasil perhitungan saluran 11A dengan menggunakan debit banjir kala ulang 10 tahun sebesar 1,33 m³ /detik. Lebar dan tinggi masing-masing disesuaikan menjadi 0,80 dan 0,90 meter untuk memungkinkan debit yang dimaksudkan dengan ketinggian air 32,6 meter yang berasal dari aplikasi HEC-RAS.

4. Cross Section Saluran

Pada saluran 11A didapatkan B (lebar) = 0,80 meter, H (Tinggi) = 0,90 meter, tinggi

jagaan 1/3 H = 0,30 m. Dengan tebal plesteran t= 0,20 m, pasangan batu kali 1 PC : 4 pasir.



Gambar 9. Konstruksi Saluran Trapesium Saluran

Sumber: AutoCad, 2024

5. Evaluasi Kriteria Kinerja Sistem Drainase
 Dengan menggunakan kriteria evaluasi kinerja drainase dan rumus berikut, bobot masing-masing komponen drainase dihitung:

Kriteria Presebtase

$$= \frac{\Sigma \text{memenuhi}}{\Sigma \text{memenuhi} + \Sigma \text{tidak memenuhi}} \times 100\%$$

$$\text{Kriteria Presebtase} = \frac{27}{27 + 2} \times 100\%$$

$$\text{Kriteria Presebtase} = 0,93 = 93\%$$

Dari hasil perhitungan di dapatkan 93% sehingga saluran di Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember dapat dikatakan saluran bisa menampung debit dan tidak ada permasalahan seperti sampah, dimensi saluran, vegetasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Curah hujan ekspektasi dengan periode ulang lima kali adalah 116 mm, yang ditentukan dengan menggunakan teknik Distribusi Gumbel. Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam) yang terjadi di kawasan Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember periode kala ulang 5 tahun sebesar 208,04 mm/jam.
2. Dengan periode rencana 2 tahun, debit banjir rencana dengan metode rasional adalah 0,27 m³/detik.
3. Saluran drainase di Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Jember mampu menampung debit air dengan baik tanpa masalah seperti penumpukan sampah, ketidaksesuaian dimensi, atau vegetasi yang menghalangi aliran air, sehingga dianggap berfungsi dengan baik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai sistem drainase di Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember, beberapa saran dapat diberikan untuk memperbaiki dan mengoptimalkan sistem drainase yang ada.

1. Menjadwalkan inspeksi berkala untuk memastikan bahwa tidak ada kerusakan pada struktur saluran drainase.
2. Memperbesar dimensi saluran drainase di area-area kritis yang sering mengalami genangan.
3. Memberikan edukasi kepada seluruh staf rumah sakit mengenai pentingnya menjaga kebersihan saluran drainase.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, E. B. 2012. Pertumbuhan Kota Jember dan Munculnya Budaya Pendhalungan. *Jurnal Literasi: Indonesian Journal of Humanities*, 2, 28–35.
- Asih, D. T. 2015. *Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak di Kota Bandung*. Perpustakaan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., Nugroho, M. W., & Findia. 2021. *Drainase Perkotaan*. Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI).

- Hamerlinck, H., Aerssens, A., Boelens, J., Dehaene, A., McMahon, M., Messiaen, A.-S., Vandendriessche, S., Velghe, A., Roels, I. L., & Verhasselt, B. 2023. Sanitary Installations and Wastewater Plumbing as Reservoir For The Long-Term Circulation and Transmission of Carbapenemase Producing *Citrobacter Freundii* Clones in a Hospital Setting. *Antimicrob Resist Infect Control*, 12(58), 1–13.
- Hayes, R. E. 1973. Identifying and Measuring Changes in the Frequency of Event Data. *International Studies Quarterly*, 17(4), 471–493.
- Kuryanto, T. D. 2007. Reduksi Jumlah Sampah Melalui Program Daur Ulang Sampah RUMah Tangga. *Jurnal Dimensi, Unmuh Jember*.
- Kuryanto, T. D., Alihudien, A., & Hamduwibawa, R. B. 2021. Identifikasi Potensi Tanah Ekspansi Pada Lokasi Pembangunan Rumah Sakit Unmuh Jember. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 6(2), 68–73.
- Kuryanto, T. D., Sanosra, A., Gunasti, A., Budi Satoto, E., Ana Mufarida, N., Abadi, T., Satria Bakti, B., Umarie, I., Dimas Pratama, A., & Ferdi Yanuar, S. 2024. Sosialisasi Pemanfaatan Teknologi Biopri Kepada Aktivistis Bidang Lingkungan IMM Kabupaten Jember Untuk Mengantisipasi Banjir dan Kekeringan. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian*, 8(1), 0001–0012.
- Morales, S., & Bowers, M. E. 2022. Time-frequency analysis methods and their application in developmental EEG data. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 54, 1–13.
- Rizal, N. S. 2011. Kajian Model Hidrograf Banjir Rencana Pada Daerah Aliran Sungai (DAS). *Prosiding Seminar Nasional APTW*.
- Rizal, N. S., & Priyono, P. 2013. Kajian Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Sebagai Antisipasi Kelangkaan Air Bersih Wilayah Perkotaan. *Jurnal Elevasi*, 4(18), 35–42.

- Rizal, N. S. R. 2014. *Aplikasi Perencanaan Irigasi dan Bangunan Air*. LPPM UM Jember.
- Salsabila, A., & Nugraheni, I. L. 2020. *Pengantar Hidrologi*. AURA CV. Anugrah Utama Raharja.
- Salsabila, T., Ramadini, S., Amanda Sari, D., & Pramita Gurning, F. (2023). Analisis Akses Terhadap Kualitas Pelayanan Kesehatan Bagi Masyarakat Miskin Dalam Perspektif Pembiayaan Kesehatan Era JKN di Indonesia. *JK: Jurnal Kesehatan*, 1(6), 902–912.
- Sasmita, N. 2019. Menjadi Kota Defenitif: Jember Abad 19-20. *Historia*, 1(2), 116–137.
- Soemarto. 1999. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga.
- Suparmanto, J., Bisri, M., & Wahyu Sayekti, R. 2011. Evaluasi Alternatif Penanggulangan Genangan Berbasis Konservasi Air di Kota Kupang DAS Dendeng-Merdeka Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(2), 1–13.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.