Drainage System Planning for RSGM Muhammadiyah Sidoarjo

Perencanaan Sistem Drainase RSGM Muhammadiyah Sidoarjo

Syafi'ah Raidah Arman[1], Atik Wahyuni[2]
{syafiahraidah@gmail.com [1], atikwahyuni@umsida.ac.id [2]}

[1,2] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background The establishment of the Dental and Oral Hospital (RSGM) of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) serves as a strategic initiative to advance healthcare quality and clinical education. Specific Background This development alters land use from open spaces to built areas, triggering higher surface runoff that risks waterlogging if not supported by proper drainage. Knowledge Gap Existing drainage networks require rigorous evaluation to determine their capacity to accommodate fluctuating runoff volumes driven by structural expansion. Aims This study aims to evaluate drainage capacity, analyze runoff changes, and recommend safe, effective, and sustainable drainage networks for the hospital area. Results Hydrological and hydraulic computations confirm that the planned U-ditch concrete channels yield a capacity of $0.537\text{ m}^3\text{/s}$, successfully accommodating design discharge values ranging from $0.015\text{ m}^3\text{/s}$ to $0.061\text{ m}^3\text{/s}$. Novelty The integration of Thiessen polygon spatial distribution with normal frequency analysis and hydraulic U-ditch routing optimizes institutional stormwater management. Implications These engineered drainage recommendations prevent local inundation while preserving environmental balance and uninterrupted medical facility operations.*
Keywords *Dental And Oral Hospital, Drainage Study, Surface Runoff, Drainage System, Land Use Change*

Abstrak. Latar Belakang Umum Pendirian Rumah Sakit Kedokteran Gigi dan Mulut (RSGM) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) berfungsi sebagai inisiatif strategis untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan pendidikan klinis. Latar Belakang Spesifik Perkembangan ini mengubah penggunaan lahan dari ruang terbuka ke area bangunan, memicu limpasan permukaan yang lebih tinggi yang berisiko tergenang air jika tidak didukung oleh drainase yang tepat. Kesenjangan Pengetahuan Jaringan drainase yang ada memerlukan evaluasi ketat untuk menentukan kapasitasnya dalam mengakomodasi volume limpasan yang fluktuatif, didorong oleh perluasan struktural. Tujuan Studi ini bertujuan mengevaluasi kapasitas drainase, menganalisis perubahan limpasan, dan merekomendasikan jaringan drainase yang aman, efektif, dan berkelanjutan untuk area rumah sakit. Hasil Perhitungan hidrologi dan hidrolik mengonfirmasi bahwa saluran beton U-ditch yang direncanakan menghasilkan kapasitas sebesar $0.53\text{ m}^3\text{/s}$, berhasil mengakomodasi nilai debit desain mulai dari $0.015\text{ m}^3\text{/s}$ hingga $0.061\text{ m}^3\text{/s}$. Kebaruan Integrasi distribusi spasial poligon Thiessen dengan analisis frekuensi normal dan pengrute U-ditch hidrolik mengoptimalkan pengelolaan air hujan institusional. Implikasi Rekomendasi drainase rekayasa ini mencegah banjir lokal sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan dan operasi fasilitas medis yang tidak terganggu.
Kata Kunci: Rumah Sakit Gigi dan Mulut, Studi Drainase, Limpasan Permukaan, Sistem Drainase, Perubahan Penggunaan Lahan

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur kesehatan di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas pelayanan kesehatan yang berkualitas dan mudah diakses. Salah satu bentuk pengembangan tersebut adalah pembangunan Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) yang berlokasi di Kelurahan Sekardangan, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. RSGM ini direncanakan sebagai fasilitas pelayanan kesehatan gigi dan mulut sekaligus sarana pendidikan klinis bagi mahasiswa Program Studi Kedokteran Gigi UMSIDA.

Sebagai fasilitas pelayanan publik, pembangunan RSGM Pendidikan UMSIDA berpotensi menimbulkan perubahan terhadap kondisi lingkungan sekitar, khususnya pada aspek hidrologi kawasan. Perubahan tata guna lahan dari area terbuka menjadi area terbangun, seperti bangunan rumah sakit, perkerasan, dan akses jalan, dapat meningkatkan luas permukaan kedap air yang berdampak pada meningkatnya limpasan permukaan (runoff). Peningkatan limpasan ini berpotensi menimbulkan genangan apabila tidak diimbangi dengan kapasitas sistem drainase yang memadai.

Dalam rangka memastikan bahwa pembangunan RSGM Pendidikan UMSIDA tidak menimbulkan gangguan terhadap sistem drainase lingkungan sekitar, diperlukan penelitian teknis drainase. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kecukupan kapasitas jaringan drainase eksisting, menganalisis perubahan debit limpasan sebelum dan sesudah pembangunan, serta merencanakan sistem drainase yang mampu mengalirkan limpasan secara aman dan efektif.

Penelitian Drainase RSGM Pendidikan UMSIDA mencakup beberapa aspek utama, yaitu:

1. **Analisis Hidrologi** – meliputi analisis data curah hujan, penentuan hujan rencana dengan periode ulang tertentu, serta perhitun gan debit limpasan menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik Kawasan.
2. **Analisis Hidrolika** – meliputi evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting dan perencanaan dimensi saluran yang mampu menampung debit limpasan rencana.
3. **Evaluasi Sistem Drainase Kawasan** – menilai kemampuan jaringan drainase di dalam dan di luar Kawasan dalam menerima limpasan akibat peembangunan RSGM.
4. **Perencanaan Fasilitas Drainase Pendukung** – meliputi perencanaan tampungan dan fasilitas pendukung lainnya guna mengendalikan debit limpasan agar tidak menimbulkan genangan.

Melalui penyusunan penelitian drainase ini diharapkan dapat diperoleh rekomendasi sistem drainase yang aman, efektif, dan berkelanjutan, sehingga pembangunan dan operasional RSGM Pendidikan UMSIDA dapat berjalan optimal serta tetap menjaga keseimbangan lingkungan di sekitarnya.

I. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi meliputi pengolahan data curah hujan dan perhitungan debit untuk menentukan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu. Penentuan debit banjir harus dilakukan secara proporsional agar kapasitas bangunan drainase mampu menampung debit rencana serta tetap mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomi.

1. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan yang digunakan dalam perencanaan drainase adalah curah hujan rata-rata wilayah. Curah hujan wilayah dihitung dari beberapa stasiun hujan yang berpengaruh terhadap daerah penelitian. Metode yang dapat digunakan antara lain metode aritmatik, Poligon Thiessen, Isohyet, dan Intersection Line Method.

Pada penelitian drainase ini, metode yang digunakan adalah Metode Poligon Thiessen dengan data hujan harian maksimum. Metode ini dilakukan dengan membagi wilayah pengaruh tiap stasiun hujan berdasarkan luasan poligon, kemudian menghitung curah hujan rata-rata wilayah dari hasil pembobotan luas tersebut.Cara indi dipakai jika letak stasiun pencatat hujan didaerah aliran Sungai tersebut tidak merata. Tumus yang digunakan sebagai berikut (Suyono, 1985)

$$R = \frac{R1.A1 + R2.A2 + \cdots + Rn.An}{A}$$

$$R = W1.R1 + W2.R2 + \cdots + Wn.Rn \qquad (1)$$

Dimana :

R = Curah hujan harian rerata maksimum

R_n = Curah hujan pada stasiun penakar hujan (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh stasiun penakar hujan (km^2)

W_0= Koefisien poligon (An/∑A)

2. Analisa Distribusi Frekuensi Hujan

Analisis distribusi frekuensi hujan bertujuan untuk mengetahui besarnya hujan rencana berdasarkan peluang kejadian pada periode ulang tertentu. Beberapa metode distribusi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi distribusi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Pemilihan metode distribusi dilakukan berdasarkan kesesuaian karakteristik data hujan yang dianalisis. Adapun sifat-sifat parameter statistic dari masing-masing distribusi teoritis dapat dilihat pada **Tabel 1** sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$, $Ck = 3$
Gumbel	$Cs \leq 1{,}1396$, $Ck \leq 5{,}4002$
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs = 0{,}2$, $Ck = 3{,}05$

2.1 Distribusi Normal

Data variable hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambarkan pada kertas grafik peluang, umumnya membentuk persanaab garis lurus sebagai berikut:

$$X = \bar{x} + \mathrm{K.Sd} \qquad (2)$$

Keterangan:
X = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun
$\bar{x}$ = Nilai rata-rata
Sd = Standar Deviasi
K = Faktor Frekuensi
Nilai K didapat dari **Tabel 2** berdasarkan periode ulang (tahun) yang ditentukan.

Tabel 2. Faktor frekuensi untuk sebaran normal

Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	Kr
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,99	-2,33
1,050	0,95	-1,64
1,110	0,9	-1,28
1,250	0,8	-0,84
1,330	0,75	-0,67
1,430	0,7	-0,52
1,670	0,6	-0,25
2,000	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,005	1,64
50	0,02	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

(Sumber: Suripin, 2004)

3. Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi Hujan

Uji kecocokan dimaksud untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada 2 jenis uji kecocokan yang akan dipakai pada penelitian ini yaitu, uji kecocokan Chi-kuiadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

3.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisi. Parameter Chi-Kuadrat dihitung dengan rumus:

$$Xh2 = \sum_{i=1}^{G} \frac{(oi-Ei)}{Ei} \qquad (2)$$

Keterangan:
Xh^2 = Parameter Chi-kuadrat terhitung
G = Jumlah sub kelompok
Oi = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i
Ei = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i
Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan Struges:
G = 1 + 3,332 Log n

Parameter Xh^2 merupakan variable acak. Peluang untuk mencapai Xh^2 sama atau lebih besar dari pada nilai chi-kuadrat yang sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada **Tabel 3.** Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat (uji satu sisi).

Tabel 3. Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat

Degres of Freedom	**Probability of a Deviation Greter then X^2**				
	20%	10%	5%	1%	0,10%
1	1,642	2,706	3,814	6,635	10,827
2	3,129	4,605	5,991	9,21	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	7,274	9,212	11,04	15,042	20,507
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,548
7	9,803	12,017	14,047	18,475	24,332
8	11,03	13,362	15,507	20,09	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,887
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	12,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,546	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,548	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32	39,252
17	21,615	24,796	27,587	33,469	40,79
18	22,76	25,98	18,869	34,805	42,312
19	23,9	27,204	30,144	36,191	43,82
20	25,038	28,412	31,41	37,566	45,315

(Sumber: Suripin, 2004)

3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

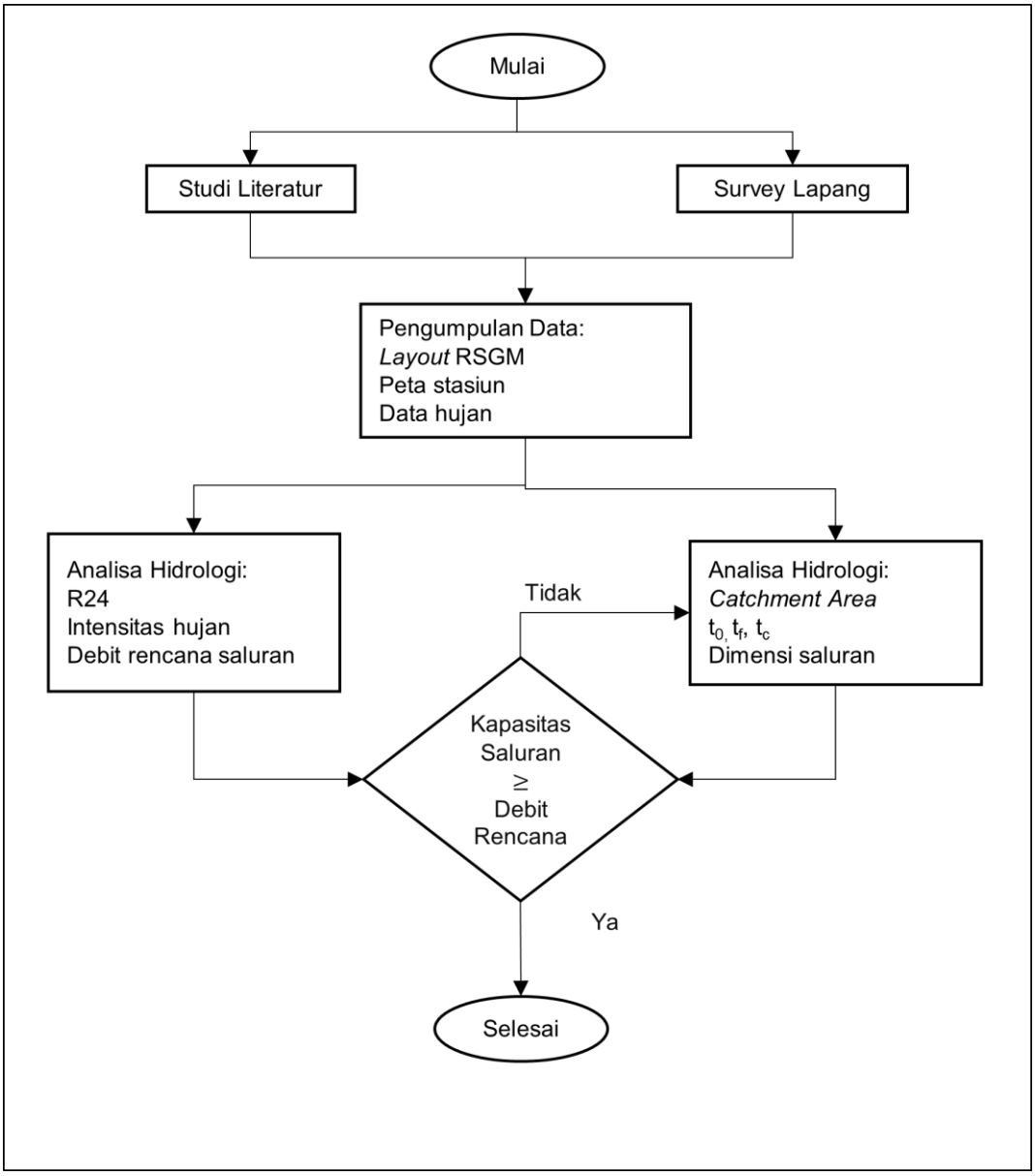
Uji kecocokan Smirnov-kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan *non parametic* karena pengujian ini tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Tabel 4. Nilai kritis (Do) untuk Uji keselarasan Smirnov-Kolmogorov

n	**Derajat Kepercayaan**			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N >50	$\frac{1,07}{N\text{^}0,5}$	$\frac{1,22}{N\text{^}0,5}$	$\frac{1,36}{N\text{^}0,5}$	$\frac{1,63}{N\text{^}0,5}$

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan studi literatur dan survey lapang. Data diperoleh melalui:



Gambar 1. Flowchart Pengerjaan Drainase

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Survey Lokasi

Survey Lokasi kegiatan adalah untuk mengetahui Lokasi Sungai pembuang dan ketinggian banjir yang diperoleh dari sesuai dengan arahan peil banjir. Kondisi awal rencana Kegiatan Pembangunan RSGM terletak di Kelurahan Sekardangan, Kecamatn Sidoarjo yang menghadap ke arah utara adalah berupa lahan kosong (bekas bangunan sekolah). Lokasi rencana Kegiatan Pembangunan Perumahan ini berbatasan dengan :

Sebelah Timur : Permukiman
Sebelah Barat : Permukiman
Sebelah Selatan : Lahan Kosong
Sebelah Utara : Jalan Desa



Gambar 2. Lokasi Kegiatan Pembangunan Rumah Sakit

1. Sistem Drainase Kawasan Eksisting

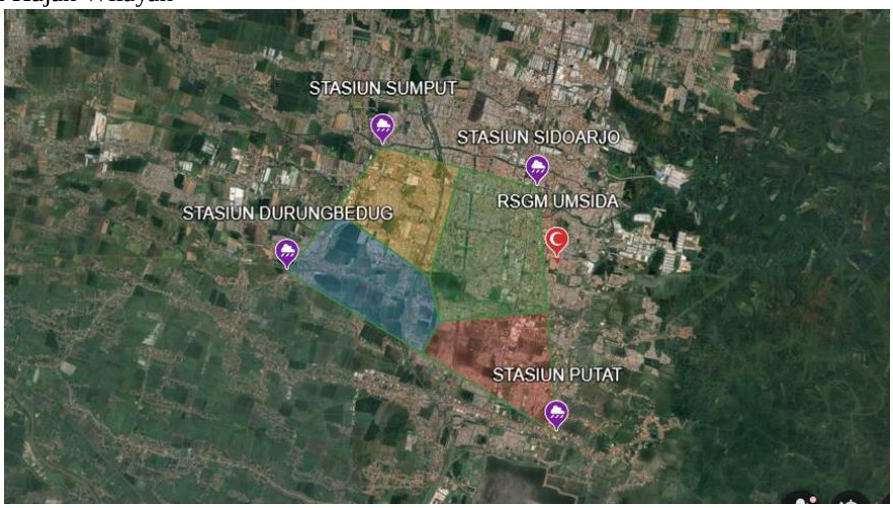
Berdasarkan hasil survey pengamatan dilapangan dapat diketahui bahwa saat ini kondisi eksisting Lokasi pekerjaan belum terbangun. Air limpasan dari Pembangunan Rumah Sakit Gigi dan Mulut akan mengalir ke utara menuju Patusan Tersier di utara Lokasi RSGM yang kemudian akan dialirkan menuju Afvoer Sidokare sesuai dengan Informasi Data Peil Banjir.



Gambar 3. Dokumentasi Lapang Kondisi Eksisting

B. Analisis Data Hujan

1. Penentuan Hujan Wilayah



Gambar 4. Hasil *Polygon Thiessen*

Pada Penelitian Drainase ini digunakan metode *Polygon Thiessen* untuk menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada Lokasi.
Luas Pengaruh DAS Afvoer Sekardangan adalah:

- Stasiun Sumput : 6,4 km^2
- Stasiun Sidoarjo : 9,8 km^2
- Stasiun Durungbedug : 7,37 km^2
- Stasiun Putat : 6,69 km^2

2. Analisis Distribusi Curah Hujan Maksismum Harian Rencana

Curah hujan harian rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode rencana yang akan ditentukan. Penentuan *return period* dapat dilihat pada **Tabel 5.** Penentuan *Return Period*

Tabel 5. Penentuan *Return Period*

No	Distribusi	PUH (Tahun)
1	Saluran Tersier	
	Resiko Kecil	2
	Resiko Besar	5
2	Saluran Sekunder	
	Resiko Kecil	5
	Resiko Besar	10
3	Saluran Primer (Induk)	
	Resiko Kecil	10
	Resiko Besar	25
	Atau:	
	Luas DAS (25-50)Ha	5
	Luas DAS (50-100)Ha	(5-10)
	Luas DAS (100-1300)Ha	(10-25)
	Luas DAS (1300-6500)Ha	

Sumber: Sofia, 2006

3. Analisis Frekuensi Hujan dan Uji Kecocokan

Analisis frekuensi hujan dilakukan guna mendapatkan hujan rencana melalui beberapa metode distribusi probabilitas. Hasil analisis frekuensi hujan didapatkan bahwa distribusi normal yang memenuhis syarat. Setelah dilakukan analisis frekuensi hujan, selanjutnya adalah melakukan uji kecocokan. Uji kecocokan dimaksudkan agar mengetahu apakah masing-masing distribusi probabilitas tadi dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Metode uji kecocokan yang digunakan adalah metode chi-kuadrat dan metode Smirnov-kolmogorov. Hasil dari uji kecocokan dengan metode chi-kuadrat dan Smirnov-kolmogorov dapat dilihat pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Kesimpulan Uji Kecocokan

Analisis Distribusi Frekuensi	
Uji Kesesuaian Distribusi	
Uji Chi-Kuadrat	
Xh^2	1,27
X^2	5,99148
Kesimpulan	Mewakili
Uji Smirnov-Kolmogorov	
Dmax	0,1199
D_0	0,396
Kesimpulan	Mewakili

Dari **Tabel 6** dapat diketahui bahwa distribusi probabilitas normal dapat diterima dan mewakili distribusi statistic sampel data hujan. Pada penelitian drainase ini untuk perhitungan curah hujan periode ulang yang digunakan adalah Distribusi Normal.

4. Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Perhitungan curah hujan periode ulang menggunakan persamaan distribusi normal.

- Pada perhitungan sebelumnya didapatkan :
  $\bar{x}$ = 91,23
  S = 19,43
  Cs = -0.298

- Nilai k untuk periode T = 5 tahun didapatkan dari Tabel Variable Reduksi Gauss adalah:
  K = 0.8942
- R24 maksimum periode ulang 5 tahunan:
  X = $\bar{x}$ + S.K
  = 91,23 + 19,43 . 0.842
  X_5 = 107,58

Tabel 7. Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Normal

Periode Ulang (Tahun)	Rata-Rata	S	Faktor Distribusi (K)	X_T
100	91,23	19,43	2,326	136,41
50	91,23	19,43	2,021	130,49
25	91,23	19,43	1,742	124,71
10	91,23	19,43	1,282	116,13
5	91,23	19,43	0,842	107,58
2	91,23	19,43	0	

C. Perhitungan Debit Rencana Saluran dalam Kawasan

1. Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c), diperlukan perhitungan waktu pengaliran pada lahan (t_0) dan waktu pengaliran pada saluran (t_r).

Tabel 8. Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c) rencana RSGM

No	Saluran	Panjang Saluran (L) m	Panjang Limpasan (L_0)	nd	Kemiringan Limpasan (S_0)	t_0 mnt	Kecepatan Aliran (V)	Kemiringan Saluran s	t_r mnt	t_c mnt
1	A1	62	10	0,10	0,01	4,22	1,00	1,00	0,537	0,02
2	A2	116	13	0,10	0,01	4,77	1,00	1,00	0,537	0,02
3	A3	80	34	0,10	0,01	7,47	1,00	1,00	0,537	0,02
4	A4	56	20	0,10	0,01	5,83	1,00	1,00	0,537	0,02

2. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qhidrologi)

Perhitungan debit banjir rencana ($Q_{Hidrologi}$) saluran RSGM :

Tabel 9. Perhitungan Debit Banjir Rencana PUH 5 Tahun di Lokasi RSGM

No	Saluran	Catchmen Area (CA) Km^2	Waktu Konsentrasi (Tc) (jam)	Intensitas Hujan (I)	Koefisien Pengaliran Rencana (C) C	Debit Rencana (Qhidrologi) (m^3/dt)
1	A1	0,0004	0,080	201,561	0,61	0,015
2	A2	0,0014	0,097	176,877	0,61	0,040
3	A3	0,0025	0,137	140,678	0,61	0,061
4	A4	0,0011	0,106	166,954	0,61	0,031

3. Analisis Kapasitas Saluran (Qhidrolika)

Pada rencana kegiatan Pembangunan RSGM, saluran yang dianalisis terbuat dari beton dengan bentuk persegi (U-ditch). Kapasitas/debit banjir pada saluran dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Lebar (b) = 1,00 m
Tinggi (h) = 1,00 m
Kemiringan = 0,0005
Koefisien *manning* (n) = 0,002 (beton)
Luas penampang (A) = b x h = 1,00 m^2
Keliling Penampang (A) = b + 2h = 3,00 m^2
Jari-jari hidrolis (R) = A/P = 0,033
Kecepatan aliran (v) = 1/n . $R^{2/3}$. $\sqrt{s}$
= 0,573 m/detik
Debit (Qhidrolika) = v x A = 0,537 m^3/detik

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan debit saluran (Qhidrolika) saluran adalah sebesar 0,537 m^3/detik.

Tabel 10. Rekapitulasi antara Qhidrologi dengan Qhidrolika

No	Saluran	Debit Rencana (Qhidrologi) (m^3/dt)	Kapasitas Saluran (Qhidrolika) (m^3/dt)	Kondisi
1	A1	0,015	0,537	Memenuhi
2	A2	0,040	0,537	Memenuhi
3	A3	0,061	0,537	Memenuhi
4	A4	0,031	0,537	Memnuhi

+

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penilaian drainase dalam proyek pembangunan Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, dapat dinyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan akibat konstruksi berpotensi untuk meningkatkan aliran permukaan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai hidrologi dan hidrolika untuk memastikan bahwa sistem drainase yang direncanakan dapat menampung volume aliran yang terjadi.

Analisis hidrologi menunjukkan bahwa pola hujan yang paling sesuai untuk kawasan penelitian adalah distribusi Normal, dengan periode ulang hujan yang direncanakan selama 5 tahun. Debit banjir yang diperkirakan dari perhitungan hidrologi untuk setiap saluran berada dalam rentang 0,015 m^3/detik hingga 0,061 m^3/detik.

Dari analisis hidrolika, kapasitas saluran drainase yang direncanakan dengan dimensi saluran beton berbentuk persegi (U-ditch) menunjukkan kapasitas debit sebesar 0,537 m^3/detik. Nilai ini lebih tinggi daripada debit banjir yang direncanakan di seluruh segmen saluran, sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran drainase yang direncanakan sudah memenuhi persyaratan teknis dan aman dalam menampung aliran air hujan.

Dengan demikian, sistem drainase yang direncanakan dalam pembangunan RSGM Pendidikan UMSIDA dianggap mampu mengalirkan air limpasan dengan efisien serta mengurangi kemungkinan terjadinya genangan, sehingga mendukung operasi rumah sakit dan menjaga keseimbangan lingkungan di sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penyusunan penelitian drainase ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo serta pihak terkait yang telah membantu dalam penyediaan data dan informasi yang diperlukan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil dan perencanaan drainase.

REFERENSI

[1] I. Saud, “Penelitian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat,” Surabaya, 2007.

[2] Suripin, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset, 2004.

[3] S. Suyono, Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita, 1985.

[4] V. T. Chow, D. R. Maidment, and L. W. Mays, Applied Hydrology. New York: McGraw-Hill, 1988.

[5] Direktorat Jenderal Cipta Karya, Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012.

[6] R. J. Kodoatie and R. Sjarief, Tata Ruang Air. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

[7] B. Triatmodjo, Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.

[8] M. R. Henderson and T. E. Lee, “Urban stormwater management and sustainable drainage systems in institutional developments,” Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 145, no. 4, pp. 210–222, 2019. doi: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001045.

[9] S. K. Sharma and R. Kumar, “Hydrological evaluation of land use change impacts on urban drainage capacity,” Urban Water Journal, vol. 17, no. 6, pp. 512–525, 2020. doi: 10.1080/1573062X.2020.1782341.

[10] D. W. Tapping, Sustainable Urban Drainage Systems: Design and Evaluation. Butterworth-Heinemann, 2018. doi: 10.1016/B978-0-12-812345-6.00001-2.

[11] A. B. Santos and J. C. Godinho, “Hydraulic performance analysis of U-ditch concrete channels in urban catchments,” Journal of Irrigation and Drainage Engineering, vol. 146, no. 8, pp. 4020–4035, 2020. doi: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001480.

[12] R. H. Womack and D. T. Jones, Urban Hydrology and Hydraulic Calculations. CRC Press, 2017. doi: 10.1201/9781315152346.

[13] P. K. Gupta and N. Verma, “Assessment of rainfall frequency distribution models for flood estimation in tropical catchments,” Hydrological Sciences Journal, vol. 65, no. 10, pp. 1650–1665, 2020. doi: 10.1080/02626667.2020.1775432.

[14] L. M. Zhao and H. Q. Wang, “Impact of urbanization on surface runoff generation and drainage infrastructure resilience,” Science of The Total Environment, vol. 720, p. 137540, 2020. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137540.

[15] T. S. Miller and J. R. Davis, “Design optimization of open channel drainage networks in campus expansions,” Water Resources Management, vol. 34, no. 12, pp. 3891–3905, 2020. doi: 10.1007/s11269-020-02645-8.