

Perencanaan Sistem Drainase *Zero Run-Off* dengan Metode Sumur Resapan di Masjid Al Hijri II, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Arien Heryansyah, Mochamad Ikhsan Firdaus

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

E-mail: arien@uika-bogor.ac.id, mochikhsan21@gmail.com

ABSTRAK

Masjid Al Hijri II, bangunan seluas $\pm 2750 \text{ m}^2$ dan luas persil sekitar $\pm 5750 \text{ m}^2$ yang berlokasi di dalam lingkungan Universitas Ibn Khaldun Bogor, dalam pembangunannya menyebabkan potensi berkurangnya daerah resapan air sehingga berdampak pada timbulnya air baku, aliran air hujan yang besar, dan genangan air banjir pada waktu musim hujan maka tata air hujan *zero run off* (ZRO) yang merupakan konsep dalam mengupayakan konservasi air melalui pengelolaan limpasan dengan tujuan menurunkan limpasan permukaan sampai nol persen di suatu kawasan perlu diterapkan pada bangunan dan persilnya melalui tahapan metode penerapannya. Sistem drainase berkelanjutan yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu dengan metode sumur resapan. Data dan informasi hujan tersaji sebanyak 25 tahun hujan maksimum dari tahun 1992 sampai dengan 2016. Analisis frekuensi untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan distribusi metode Gumbel dan metode Log Pearson tipe III dan dilakukan pengujian kecocokan fungsi distribusi dengan metode perhitungan Smirnov Kolmogorov dan Chi Square, intensitas hujan menggunakan metode Mononobe, dan langkah-langkah perhitungan perencanaan sumur resapan berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan rancangan dalam kala ulang 5 tahun adalah 150,3 mm dan diperlukan 183 sumur resapan dengan konstruksi berbentuk lingkaran diameter 1,0 m dan kedalaman rencana 2,0 m. Jaringan perpipaan sumur resapan menggunakan pipa PVC Ø 3 inci.

Kata kunci: Sistem drainase, kebijakan nol persen, limpasan permukaan, sumur resapan, analisis hidrologi

ABSTRACT

Construction of Al Hijri II Mosque located inside Universitas Ibn Khaldun Bogor, has 2750 m² building area, and approximately $\pm 5750 \text{ m}^2$ parcel area, causing the potential to reduce water catchment areas so that it has an impact on the emergence of raw water, large rainwater flows, and floodwaters during the rainy season. Zero runoff (ZRO) policy is a concept in pursuing water conservation through runoff management to reduce surface runoff to zero per cent in an area, needs to be applied to buildings and their plots through the stages of the application method. The sustainable drainage system applied in this study is the infiltration well method. Rain data and information are presented for 25 years of maximum rain from 1992 to 2016. The frequency analysis for the calculation of planned flood discharge uses the Gumbel method distribution and the Log Pearson type III method and the distribution function suitability test is carried out using the Smirnov Kolmogorov and Chi Square calculation methods, intensity rainfall using the Mononobe method, and calculation steps for infiltration well planning based on the Indonesian National Standard. The results of the analysis show that the design rainfall in the 5-year return period is 150.3 mm and 183 infiltration wells are required with a circular construction with a diameter of 1.0 m and a design depth of 2.0 m. The infiltration well piping network uses a 3-inch PVC pipe.

Keywords: Drainage system, infiltration wells, hydrological analysis, Zero run-off policy

Submitted: 05 Agustus 2022	Reviewed: 20 November 2022	Revised: 02 Januari 2023	Published: 05 Februari 2023
--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

PENDAHULUAN

Masjid Al Hijri II, bangunan peribadatan umat Islam di dalam Kampus Universitas Ibn Khaldun Bogor yang memiliki luas $\pm 2750 \text{ m}^2$ dan luas persil sekitar $\pm 5750 \text{ m}^2$, di mana strategi dari pembangunan ini untuk tujuan pengembangan institusi. Kajian penelitian terhadap potensi yang muncul akibat dari pembangunan Masjid Al Hijri II, UIKA Bogor ini adalah berkurangnya daerah resapan air yang dalam hal ini sebab dari timbulnya air baku, aliran hujan yang besar, dan genangan air banjir pada waktu musim hujan sehingga tata air hujan *zero runoff*

(ZRO) perlu diterapkan pada bangunan dan persilnya melalui tahapan metode penerapannya. (Putri dkk, 2020) Mengenai isu pengendalian air hujan dan konservasi air dengan mengoptimalkan sistem yang ada, guna mendorong pembangunan drainase yang efektif dan efisien di perekonomian regional dapat tercapai, maka bangunan dan persilnya diperlukan prasarana yang berwawasan lingkungan. Upaya dalam penanganan isu tersebut dengan solusi pengembangan sistem drainase yaitu dengan penggunaan sumur resapan sebagai fasilitas reservoir bangunan yang patut juga untuk diterapkan

di lingkungan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan dan Persilnya.

Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan sitribusinya, sifat alami dan sifat kimiawinya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia (Mashuri. & Basri., 2017). Pengumpulan data dan informasi untuk parameter perhitungan hidrologi sangatlah diperlukan dalam upaya analisis debit banjir rancangan yang dapat dipergunakan sebagai acuan dasar perancangan suatu bangunan air. Curah hujan daerah sebagai data yang diperlukan dapat diperoleh dari penakar dan pencatat hujan yang dapat memberikan informasi besar pada satu daerah tertentu. Dari data hujan daerah dapat diketahui curah hujan rencana yang merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu.

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan langkah dalam upaya dilakukannya analisis higrologi yang bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan probabilitas/ kemungkinan. Manfaat yang dapat diperoleh dari analisis frekuensi diantaranya memperhitungkan kapasitas bangunan, saluran drainase, irigasi, bendungan dan bangunan air lainnya, kemudian memperkirakan besarnya kerusakan yang ditimbulkan oleh debit banjir, guna untuk perhitungan ekonomi proyek dan pendugaan kala ulang. Kala ulang untuk perencanaan drainase dapat ditinjau dari tipologi kota berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Tabel 1. Kala ulang banjir rencana berdasarkan tipologi kota (dalam tahun)

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2	2-5	5-10	10-2
Kota Besar	2	2-5	2-5	5-20
Kota Sedang	2	2-5	2-5	5-10
Kota Kecil	2	2	2	2-5

(sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014)

Parameter dasar statistik yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi hujan rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (S_d), koefisien kemencengan/ *Skewness* (C_s), koefisien variasi (C_v), dan koefisien Kurtosis (C_k).

Pemilihan Fungsi Distribusi

Macam-macam fungsi distribusi dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinyu. Distribusi diskrit adalah binomial dan poisson, sedangkan distribusi kontinyu adalah Normal, log Normal, Pearson tipe II, dan Gumbel tipe I (Soewarno, 1995). Untuk berbagai macam jenis distribusi memiliki syarat dalam penerapan menghitung curah hujan rencananya yang diketahui dari nilai koefisien kemencengan/*Skewness* (C_s), dan koefisien Kurtosis (C_k).

Tabel 2. Syarat Pemilihan Fungsi Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
Gumbel tipe I	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
Log Pearson tipe III	$C_s \neq 0$
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$

(sumber: Soewarno, 1995)

Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi

Untuk mengetahui apakah data dapat dikatakan benar sesuai dengan fungsi distribusi teoritis yang dipilih, maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan metode cara Chi Square dan metode cara Kolmogorov Smirnov. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2415:2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, analisis uji cara *Chi Square* berdasarkan pada bobot jumlah kuadrat perbedaan antara pengamatan dan teoritisnya yang dibagi dalam kelompok kelas, sedangkan uji cara Kolmogorov Smirnov dengan menghitung besarnya jarak maksimum secara vertikal antara pengamatan dan teoritis dari distribusi sampel.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan setiap satuan waktu (Mochamad Alfi A. Dkk, 2021). Intensitas hujan harian dapat dianalisis dengan rumus Mononobe.

$$I = \frac{X_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots$$

(1)

Dengan:

- I = intensitas hujan rencana (mm/jam)
- X_{24} = curah hujan harian 24 jam (mm)
- t = lama hujan (jam)

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan/terkait dengan periode ulang tertentu berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir

Rencana. Perhitungan debit banjir merupakan bagian yang penting dalam melakukan analisis, baik analisis untuk desain infrastruktur seperti bangunan air, kapasitas sungai, pembuatan bendung/bendungan, jembatan, saluran drainase dan lain-lain. Debit banjir rencana dianalisis dengan rumus:

$$Q_{\max} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots (2)$$

Dengan:

- Q_{\max} = debit rencana ($m^3/detik$)
- C = koefisien pengaliran dipengaruhi jenis bidang tanah yang ada
- I = intensitas hujan maksimum (mm/jam)
- A = total luas bidang tanah (km^2)

Bangunan Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah (Mashuri, dkk., 2017). Persyaratan teknis yang harus dipenuhi dari perencanaan sumur resapan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan dan acuan pendukung pada Standar Nasional Indonesia 8456-2017 tentang Sumur dan Parit Resapan Air Hujan.

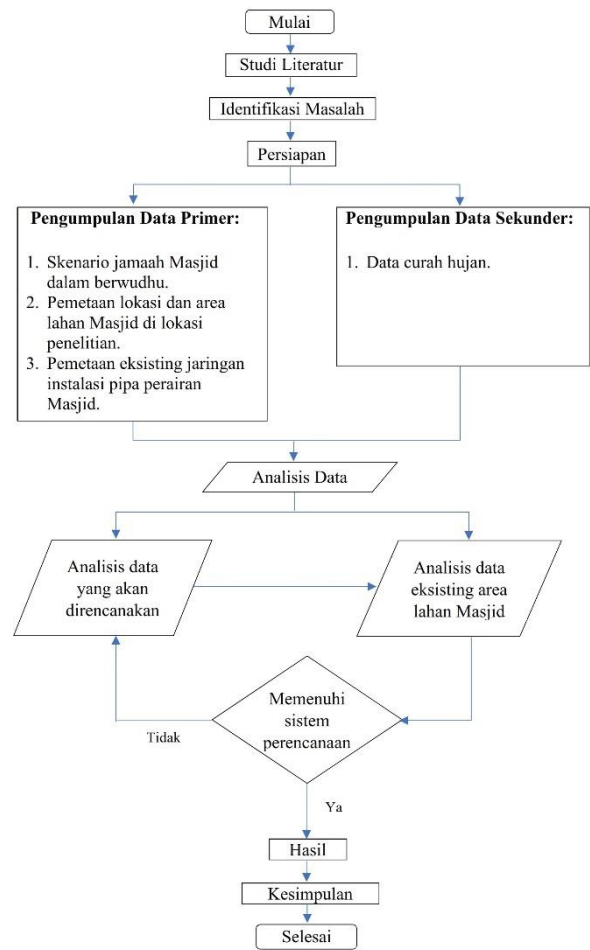
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Masjid Al Hijri II Kampus UIKA Bogor yang berlokasi di Jalan KH. Sholeh Iskandar KM. 2 Kedung Badak, Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor. Waktu penelitian dilaksanakan dari mulai bulan Maret 2022 sampai dengan Juli 2022.

Tahapan penelitian disajikan sebagai berikut:

Sebagaimana yang tersaji di diagram alir, berikut ini rincian dari langkah-langkah yang diperlukan dalam tahapan analisisnya:

1. Perhitungan kebutuhan air bersih rata-rata dalam sehari yang dipakai oleh jamaah Masjid Al Hijri II dengan survey lapangan.
2. Penggambaran kondisi eksisting sistem drainase dan denah bangunan Masjid Al Hijri II UIKA Bogor dengan menggunakan meteran laser. Hasil penggambaran disajikan dalam peta *site plan*.
3. Analisis data hujan yang diperlukan untuk menghitung debit air rencana. Data curah hujan harian maksimum diperoleh dari Stasiun Pencatat Curah Hujan BMKG Dramaga Kota Bogor. Data yang dipakai menggunakan rentang periode tahun 1992 sampai dengan 2016.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Analisis hidrologi mengacu SNI 2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana.
5. Analisis frekuensi untuk perhitungan parameter dasar statistik meliputi hujan rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (Sd), koefisien kemencengan/Skewness (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien Kurtosis (Ck).
6. Pemilihan jenis distribusi yang dipakai untuk perhitungan curah hujan rencana dengan kala tertentu, digunakan metode distribusi Gumbel tipe I atau metode distribusi Log Pearson tipe II, di mana dalam penentuan pemilihannya harus mengikuti persyaratan dengan memperhitungkan nilai dari koefisien kemencengan/Skewness (Cs), dan koefisien Kurtosis (Ck) seperti yang tersaji di tabel 2.
7. Pengujian kecocokan fungsi distribusi (*goodness of fit*) menggunakan metode pengujian dan tingkat interval kepercayaan (*confidence interval*) tertentu dengan menggunakan persamaan cara Chi Square:

$$X^2 = \sum \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad \dots (3)$$

Dengan:

$$X^2 = \text{harga Chi Square}$$

- E_f = frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan
 O_f = jumlah nilai x (data hujan) di antara interval
 A = total luas bidang tanah (km²)
 Kemudian dengan menggunakan persamaan lain yaitu cara Kolmogorov Smirnov:
 $D_n = \max|P(x) - P_o(x)| \dots (4)$
 Dengan:
 D_n = jarak vertikal maksimum antara pengamatan dan teoritisnya
 $P(x)$ = probabilitas dari sampel data
 $P_o(x)$ = probabilitas dari teoritisnya
- Nilai besar curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu dirubah menjadi data intensitas hujan dengan menerapkan persamaan Mononobe (persamaan 1). Karena keterbatasan dalam mengetahui lamanya waktu hujan, maka dianggap dengan lamanya hujan akan menyebabkan debit banjir yaitu 1 (satu) sampai dengan 12 (dua belas) jam, atau dengan dihitung dengan rumus Kirpich:
 $t_c = 3,97 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,835} \dots (5)$
 Dengan:
 t_c = waktu konsentrasi (jam)
 L = panjang saluran (km)
 S = kemiringan sungai (m/m)
 - Penentuan koefisien limpasan berdasarkan jenis penggunaan lahan ditetapkan dengan kondisi permukaan beton = 0,75-0,95.
 - Menghitung debit banjir rencana dengan

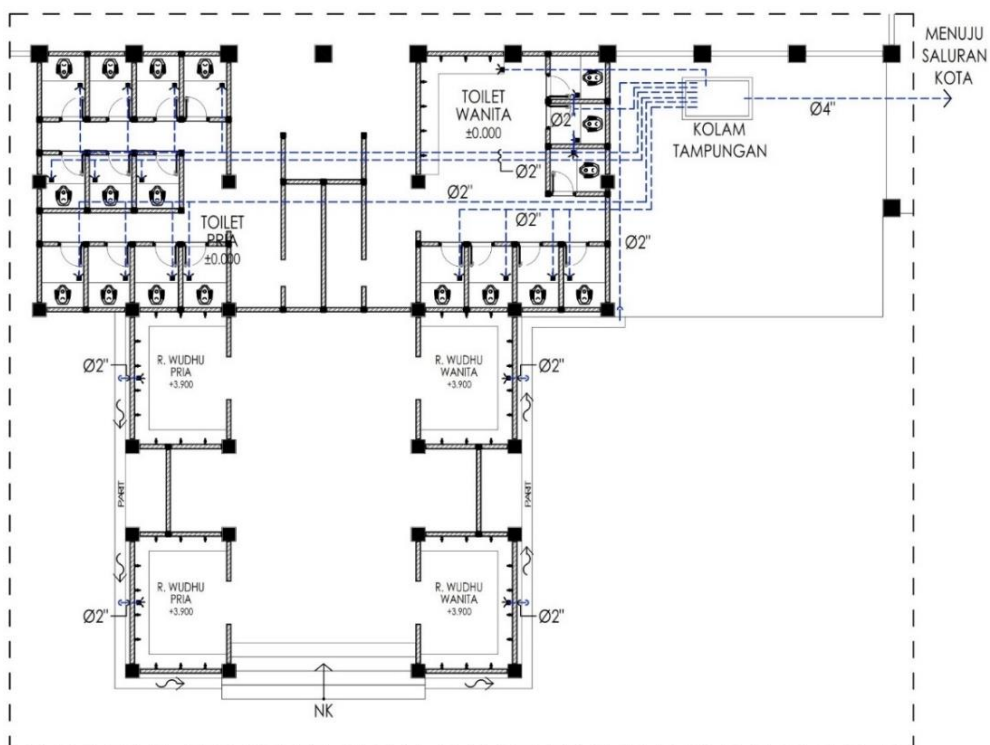
menggunakan metode rasional yaitu:
 $Q_{max} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots (6)$

- Dengan:
- Q_{max} = debit rencana, (m³/detik)
 - C = koefisien pengaliran dipengaruhi jenis bidang tanah yang ada
 - I = intensitas hujan maksimum, (mm/jam)
 - A = total luas bidang tanah, (km²)

- Merencanakan sumur resapan mengacu pada SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Kondisi Lahan Eksisting

Berdasarkan peninjauan kondisi di lapangan, sistem drainase yang aktif digunakan saat ini antara yaitu pertama pembuangan air yang dihasilkan dari aktivitas jamaah berwudhu di lantai 1 Masjid yang disalurkan ke parit sekitar bangunan menuju lahan yang jatuh langsung ke permukaan tanah, dan kedua saluran pembuangan air dari aktivitas pengguna toilet yang berada di lantai bawah Masjid yang disalurkan ke jaringan pipa menuju sebuah kolam penampungan kemudian disambung kembali dengan jaringan pipa menuju sungai kecil. Jaringan pipa air pembuangan tersebut, menggunakan jenis pipa *Poli Vinyl Chloride (PVC)* berukuran 2” dengan sambungan (fitting) menggunakan elbow 90° yang diperuntukan sebagai belokan jaringan pipanya. Sketsa jaringan perpipaan dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Jaringan Pipa Air Pembuangan R. Wudhu dan Toilet Masjid

Pemakaian Air Bersih

Berdasarkan hasil survey yang bertujuan untuk menghitung perkiraan volume pemakaian air bersih per hari per orang jamaah Masjid Al Hijri II

baik jamaah pria dan wanita, maka dengan ini dilakukan pengamatan dan perhitungan di lokasi dengan data hasil perhitungan yang disajikan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Jumlah Jamaah Pria dan Wanita Masjid Al Hijri II

Waktu Salat	Hari							
	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	
Subuh	Pria	47	51	-	61	64	-	53
	Wanita	-	10	-	27	13	-	27
Dzuhur	Pria	277	76	-	408	-	365	919
	Wanita	40	10	-	101	-	70	165
Ashar	Pria	88	66	307	227	-	246	225
	Wanita	20	2	67	71	-	48	52
Magrib	Pria	94	75	271	233	-	239	274
	Wanita	25	5	78	52	-	45	65
Isya	Pria	-	63	192	239	-	172	175
	Wanita	-	1	32	24	-	21	42
Jumlah (orang)		591	359	947	1443	77	1206	1997
Rata-rata (orang/hari)		946						

Tabel 3. Volume Air Pemakaian Berwudhu Jamaah Masjid

No.	Waktu Salat	Sampel Jamaah	Volume (liter)	Waktu (detik)
1	Subuh	Pria	0,33	100
2		Wanita	-	-
3	Dzuhur	Pria	2,60	40
4		Wanita	-	-
5	Ashar	Pria	2,00	71
6		Wanita	-	-
7	Magrib	Pria	2,75	66
8		Wanita	2,65	45
9	Isya	Pria	3,55	48
10		Wanita	2,13	46
Jumlah (orang)			16,01	416
Rata-rata (liter/orang)			2,29	
Rata-rata (liter/s)			0,04	

Analisis Hidrologi

Curah hujan harian maksimum dalam periode 25 tahun dihitung dari tahun 1992 sampai dengan 2016 terjadi pada tahun 1993 sebesar 176 mm, minimum terjadi pada tahun 1995 sebesar 88 mm, dan curah hujan rata-rata sebesar 127,8 mm. Curah hujan diurutkan dari yang terbesar sampai ke yang terkecil guna dalam upaya analisis frekuensi untuk mengetahui parameter dasar statistik. Dalam hal ini, pertama kali metode yang digunakan adalah metode Gumbel tipe I hasil yang diperoleh tidak memenuhi persyaratan di mana hasil nilai dari

koefisien Skewness < 1,1396 dan koefisien Kurtosis < 5,4002 maka dilanjutkan untuk perhitungan menggunakan metode Log Pearson tipe III di mana hasil nilai dari koefisien Skewness dan koefisien Kurtosis memenuhi persyaratan. Selain itu dilakukan perhitungan pengujian kecocokan fungsi distribusi yang dipilih untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa dengan cara uji Chi Square dan uji Smirnov Kolmogorov. Syarat sebuah metode distribusi frekuensi dapat diterima apabila nilai uji Chi Square dan uji Smirnov Kolmogorov hitung lebih kecil dari nilai kritisnya. Berdasarkan hasil perhitungan maka metode Log Pearson tipe III dapat diterima karena nilai Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov lebih kecil dari nilai kritis yang telah ditentukan. Karena luas daerah tadah air di kawasan Masjid Al Hijri II lebih kecil dari 10 Ha dan bangunan berdiri sendiri, maka penentuan kala ulang yang digunakan untuk perencanaan sumur resapan adalah kala ulang 5 tahun. Hasil analisis distribusi frekuensi hujan harian maksimum rencana disajikan bertahap.

Tabel 4. Data Curah Hujan Stasiun Dramaga Bogor

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Data Diurutkan (mm)
1	1992	112	176
2	1993	176	169
3	1994	100	157
4	1995	88	156
5	1996	157	156
6	1997	114	150
7	1998	127	145

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Data Diurutkan (mm)
8	1999	150	142
9	2000	94	137
10	2001	108	136
11	2002	127	127
12	2003	123	127
13	2004	142	127
14	2005	127	123
15	2006	136	123
16	2007	156	115

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	Data Diurutkan (mm)
17	2008	105	114
18	2009	115	112
19	2010	145	109
20	2011	98	108
21	2012	123	105
22	2013	137	100
23	2014	169	98
24	2015	156	94
25	2016	109	88

Tabel 5. Perhitungan Debit dari Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel tipe I

Metode Gumbel tipe I						
No.	(Xi)	(X - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	(Xi - \bar{X}) ³	(Xi - \bar{X}) ⁴	
1	176	48,2	2327,1	112259,2	5415383,2	
2	169	41,2	1700,7	70138,4	2892508,4	
3	157	29,2	855,0	24999,6	730986,7	
4	156	28,2	797,5	22521,3	636002,4	
5	156	28,2	797,5	22521,3	636002,4	
6	150	22,2	494,6	11000,3	244646,6	
7	145	17,2	297,2	5124,0	88338,3	
8	142	14,2	202,8	2887,6	41118,8	
9	137	9,2	85,4	788,9	7289,3	
10	136	8,2	67,9	559,5	4610,1	
11	127	-0,8	0,6	-0,4	0,3	
12	127	-0,8	0,6	-0,4	0,3	
13	127	-0,8	0,6	-0,4	0,3	
14	123	-4,8	22,7	-107,9	513,4	
15	123	-4,8	22,7	-107,9	513,4	
16	115	-12,8	162,8	-2077,6	26509,6	
17	114	-13,8	189,3	-2605,3	35848,7	
18	112	-15,8	248,4	-3914,4	61691,4	
19	109	-18,8	351,9	-6602,4	123860,1	
20	108	-19,8	390,5	-7715,4	152457,1	
21	105	-22,8	518,0	-11790,1	268342,2	
22	100	-27,8	770,6	-21392,3	593851,5	
23	98	-29,8	885,7	-26357,2	784389,4	
24	94	-33,8	1139,7	-38477,5	1299001,8	
25	88	-39,8	1580,9	-62854,9	2499110,8	
Jumlah	3194		13910,56	88796,0	16542976,5	
Rata-rata (\bar{X})			127,8			
Maksimum			176			
Minimum			88			
Standar Deviasi (Sd)			24,1			
Koefisien Skewness (Cs)				0,3 < 1,1396	(tidak diterima)	
Koefisien Variasi (Cv)				0,2		
Koefisien Kurtosis (Ck)				2,0 < 5,4002	(tidak diterima)	
Deviasi standar dari reduksi variat (Sn)				1,0		
Kala Ulang				5 tahun		
Reduksi variat dari variabel (Y _T)				1,4999		
Rata-rata dari reduksi variat (Y _n)				0,5300		
Curah hujan rencana (X _T)				150,4		

Tabel 6 Perhitungan Debit dari Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson tipe III

Metode Log Pearson tipe III				
No.	(Xi)	Log (Xi)	Log (Xi) – Log (\bar{X})	(Log (Xi) – Log (\bar{X})) ²
1	176	2,3	0,1	0,0
2	169	2,2	0,1	0,0
3	157	2,2	0,1	0,0
4	156	2,2	0,1	0,0
5	156	2,2	0,1	0,0
6	150	2,2	0,1	0,0
7	145	2,2	0,1	0,0
8	142	2,2	0,0	0,0
9	137	2,1	0,0	0,0
10	136	2,1	0,0	0,0
11	127	2,1	-0,0	0,0
12	127	2,1	-0,0	0,0
13	127	2,1	-0,0	0,0
14	123	2,1	-0,0	0,0
15	123	2,1	-0,0	0,0
16	115	2,1	-0,1	0,0
17	114	2,1	-0,1	0,0
18	112	2,1	-0,1	0,0
19	109	2,0	-0,1	0,0
20	108	2,0	-0,1	0,0
21	105	2,0	-0,1	0,0
22	100	2,0	-0,1	0,0
23	98	2,0	-0,1	0,0
24	94	2,0	-0,1	0,0
25	88	1,9	-0,2	0,0
Jumlah	3194		-0,19	0,2
Rata-rata (\bar{X})			127,8	
Log (\bar{X})			2,1	
Standar Deviasi (Sd)			0,1	
Koefisien Skewness (Cs)			-0,6 \neq 0 (diterima)	
Kala Ulang			5 tahun	
Nilai K distribusi			0,9	
Curah hujan rencana log (\bar{X}_T)			150,3	

Tabel 7. Perhitungan Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi dengan Metode Smirnov Kolmogorov

m	(Xi)	$P(x) = \frac{m}{n+1}$	$P(x<)$	$P'(x) = \frac{m}{n-1}$	$P'(x<)$	Dn
[1]	[2]	[3]	[4] = 1-[3]	[5]	[6] = 1 - [5]	[7] = [4] - [6]
1	176	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
2	169	0,1	0,9	0,9	0,9	0,0
3	157	0,1	0,9	0,1	0,9	0,0
4	156	0,2	0,8	0,2	0,8	0,0
5	156	0,2	0,8	0,2	0,8	0,0
6	150	0,2	0,8	0,3	0,8	0,0
7	145	0,3	0,7	0,3	0,7	0,0
8	142	0,3	0,7	0,3	0,7	0,0

m	(Xi)	P(x) = m/(n+1)	P(x<) = 1 - P(x)	P'(x) = m/(n-1)	P'(x<) = 1 - P'(x)	Dn
[1]	[2]	[3]	[4] = 1-[3]	[5]	[6] = 1 - [5]	[7] = [4] - [6]
9	137	0,3	0,7	0,4	0,6	0,0
10	136	0,4	0,6	0,4	0,6	0,0
11	127	0,4	0,6	0,5	0,5	0,0
12	127	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
13	127	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
14	123	0,5	0,5	0,6	0,4	0,0
15	123	0,6	0,4	0,6	0,4	0,0
16	115	0,6	0,4	0,7	0,3	0,1
17	114	0,7	0,3	0,7	0,3	0,1
18	112	0,7	0,3	0,8	0,3	0,1
19	109	0,7	0,3	0,8	0,2	0,1
20	108	0,8	0,2	0,8	0,2	0,1
21	105	0,8	0,2	0,9	0,1	0,1
22	100	0,8	0,2	0,9	0,1	0,1
23	98	0,9	0,1	1,0	0,0	0,1
24	94	0,9	0,1	1,0	0,0	0,1
25	88	1,0	0,0	1,0	-0,0	0,1
mlah		3194				
(X̄)		127,8		Max (%)		0,1 ≤ 0,27 (diterima)
		24,1				

Tabel 8 Perhitungan Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi dengan Metode *Chi Square*

Kemungkinan	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
78,5 < X < 97,5	5	2	-3	1,8
97,5 < X < 116,6	5	8	3	1,8
116,6 < X < 135,7	5	5	0	0
135,7 < X < 154,7	5	5	0	0
>154,7	5	5	0	0
Jumlah Chi Square (χ ^h)				3,6 ≤ 7,815 (diterima)

Analisis Intensitas Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, besar hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahu adalah 150,3 mm dan diasumsikan hujan terpusat maksimum 6 (enam) jam maka dihitung nilai dari intensitas hujan jam-jamannya menggunakan rumus Mononobe seperti di Pers.1 dengan hasil tersaji di tabel 9.

Debit Banjir Rencana

Luas bidang *catchment* (A) = 8604 m² dikonversi menjadi 0,008604 km², dengan koefisien limpasan (C) dengan luas bidang tadah dari beton adalah 0,95, nilai intensitas hujam selama konsentrasi (T) 2 jam = 32,8 mm/jam. Menggunakan rumus persamaan 6 didapatkan debit banjir rencana: Q_r = 0,278. 0,95. 32,083. 0,008604 = 0,073 m³/detik

Tabel 8 Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman

t (jam)	I (mm/jam)
0,5	82,7
1	52,1

t (jam)	I (mm/jam)
1,5	39,8
2	32,8
2,5	28,3
3	25,1
3,5	22,6
4	20,7
4,5	19,1
5	17,8
5,5	16,7
6	15,8

Analisis Sumur Resapan

Acuan dalam analisis dimensi sumur resapan ini bersumber dari SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan. Penampakan sumure rsapan yang direncanakan adalah dengan diameter (D) 1,0 m dan tinggi (H) 2,0 m sebanyak 183 buah dengan perhitungan sumur resapan terbagi atas:

- Volume andil banjir (V_{ab}) dapat digunakan rumus sebagai berikut:
 $V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tad战略} \cdot A_{tad战略} \cdot R$
 Data : C_{tad战略} = 0,95
 A_{tad战略} = 2750 m²
 R = 127,8 mm
 $V_{ab} = 0,855 \cdot 0,95 \cdot 2750 \cdot 127,8$
 = 285.375,9 liter/hari
 = 285,38 m³
- Volume air hujan yang meresap (V_{rsp}):

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \cdot A_{total} \cdot K$$

- $t_e = 0,9 \cdot R^{0,92}$
 $= 0,9 \cdot 127,76^{0,92} = 78 \text{ menit (1,3 jam)}$
- $A_{total} = A_h + A_v$, sehingga
 $= 0,78 + 12,56 = 13,35 \text{ m}^2$
 $A_h = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot D^2$
 $= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 1,0^2 = 0,78 \text{ m}^2$
 $A_v = 3,14 \cdot D \cdot H$
 $= 3,14 \cdot 1 \cdot 2,0^2 = 12,56 \text{ m}^2$
- $K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_{total}}$
 Data : $K_h = 0,48 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
 $K_v = 2 \cdot K_h = 0,96 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
 Sehingga,
 $K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_{total}} = \frac{0,96 \cdot 0,78 + 0,48 \cdot 12,56}{13,35} = 0,51 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
- $V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \cdot A_{total} \cdot K \rightarrow$

$$= \frac{1,3}{127,8} \cdot 13,35 \cdot 0,51 = 0,07 \text{ m}^3$$

3. Volume penampungan (storasi) air hujan ($V_{storasi}$):

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

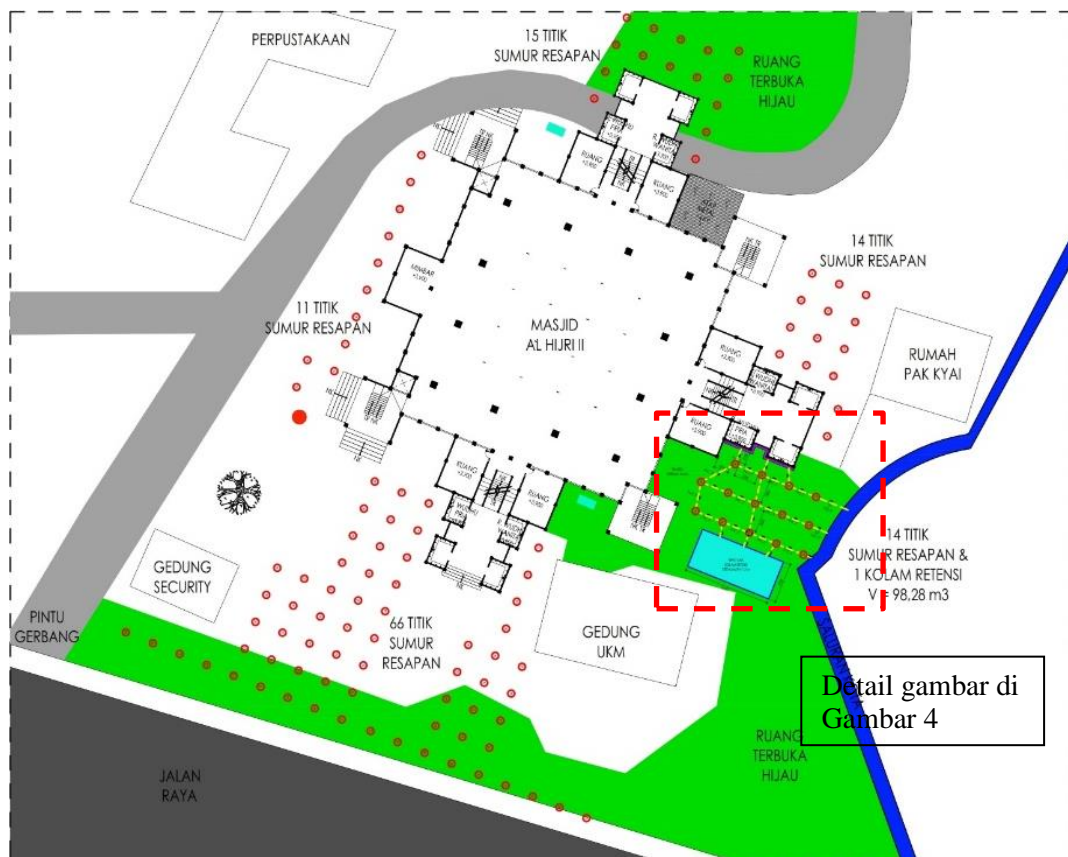
$$= 285,38 - 0,07 = 285,31 \text{ m}^3$$

4. Penentuan jumlah sumur resapan air hujan (n):

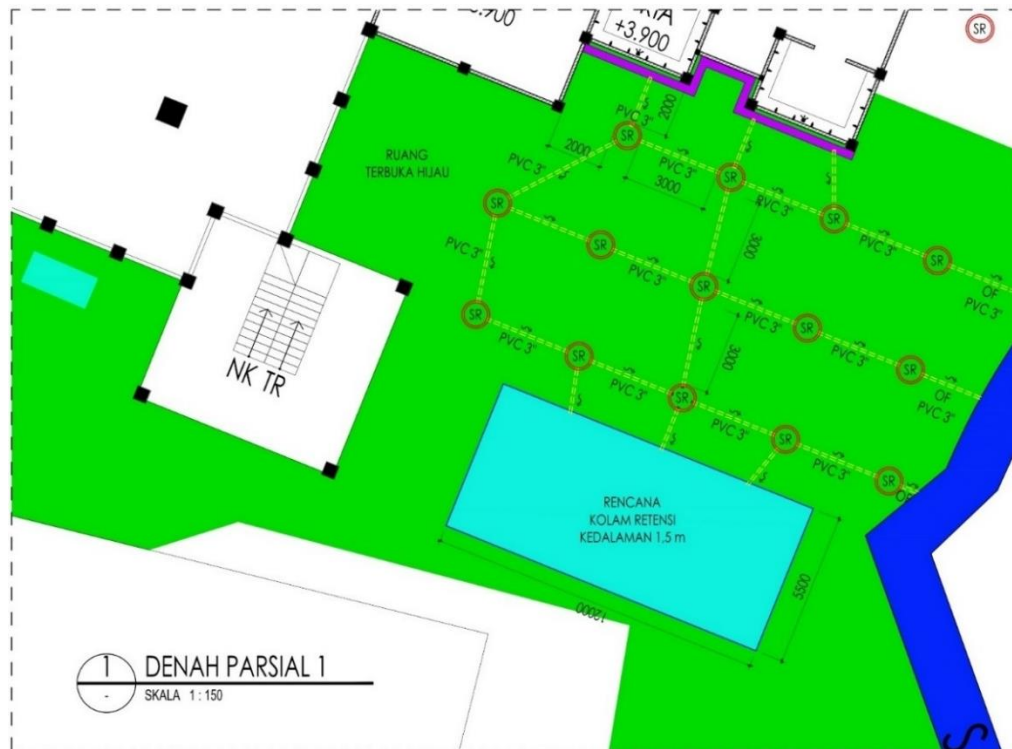
- $H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h} \rightarrow \frac{285,38 - 0,07}{0,78} = 365,78$
- $n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \rightarrow \frac{365,78}{2,0} = 183 \text{ buah}$

Desain Penempatan Sumur Resapan

Secara topografi, kondisi dari Kampus UIKA Bogor merupakan lahan yang dengan kemiringan landai. Untuk menyajikan hasil dari penempatan sumur resapan di sekitar kawasan Masjid Al Hijri II, UIKA Bogor. Maka rencana penempatan sumur resapan disimulasikan dengan bantuan aplikasi *AutoCad* yang area topografinya berdasarkan pada peta citra yang tersaji di gambar 3.



Gambar 3. Site plan rencana penempatan sumur resapan



Gambar 4. Detail denah parsial *site plan* untuk jaringan perpipaan sumur resapan

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai bahwa perencanaan sumur resapan di kawasan Masjid Al Hijri II, UIKA Bogor diajarkan pada satu titik lokasi yang termasuk kepada fungsi lahan Ruang Terbuka Hijau dengan diameter 1,0 m dan kedalaman 2,0 m dari hasil analisis sumur resapan dapat menampung debit banjir rencana sebesar 0,073 m³/detik. Sedangkan jumlah titik sumur resapan yang direncanakan untuk diterapkan di kawasan Masjid Al Hijri II, UIKA Bogor adalah 183 buah sumur resapan dengan kapasitas setiap sumur resapan 1,56 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. (2002). *SNI 03-24453-2002. Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*.
- Badan Standar Nasional (2016). *SNI 2415-2016. Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- Badan Standar Nasional (2017). *SNI 8456-2017 Sumur dan Parit Resapan Air Hujan*.
- Bahunta, L. & Wasposito R. S. B., (2019), Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4 (1):37-48.
- Indramaya, E. A. and Purnama, I. L. S., (2013). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan

sebagai Salah Satu Usaha Konservasi Air Tanah di Perumahan Dayu Baru Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, Vol. 2 (3).

- Mashuri. & Basri., (2017), Perencanaan Sumur Resapan untuk Pengendalian Banjir di Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba, *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.
- Munir, M. H., Tumatar, N. A., & Putra, F. P. (2022). Sistem Drainase Berkelanjutan pada Taman Impian Jaya Ancol Menggunakan Geopori ITB. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 17-22.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Putri, A. R., Hariati, F., Chayati, N., Taqwa, F. M. L., & Alimuddin, A. (2020). Kajian Penggunaan Sumur Resapan di Kampus UIKA Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 4(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3756>
- Rachmansyah, A. M., Sudinda, W. T., Sejati, W., (2021, August). Perencanaan Drainase dengan Metode *Zero Delta Runoff* pada Kawasan *South Quarter*, Jakarta Selatan, in *Prosiding Seminar Intelektual Muda (Vol. 3 No. 1)*. DOI:

- <https://doi.org/10.25105/psia.v3i1.13093>
Rumayar, F., Supit, C. J., & Jansen, T. (2019). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Salah Satu Usaha Konservasi Air Tanah di Perumahan Puri Alfa Mas Winangun Atas Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10).
- Safitri, I. R., Nababan, R. S., Wiryawan, M., & Kurniawan, H. (2022). Penerapan Sumur Resapan dan Biopori Sebagai Alternatif Mengurangi Banjir Rob di Perumahan Taman Kartini Kecamatan Sekupang Kota Batam. *Minda Baharu*, 6(2), 295-302.
- Sarbidi, S. (2013). Aplikasi Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan *Zero Run Off* Pada Kawasan Permukiman. *Jurnal Permukiman*, 8(3), 128-135.
- Sarbidi, S. (2015). Metoda Penerapan *Zero Run Off* Pada Bangunan Gedung dan Persilnya untuk Peningkatan Panen Air Hujan dan Penurunan Puncak Banjir, *Jurnal Permukiman*, 10(2), 106-117.
- Siswanto, J. (2001). Sistem Drainase Resapan Untuk Meningkatkan Pengisian (Recharge) Air Tanah. *Jurnal Natur Indonesia*, 3(2), 129-137.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (1995). *Hidrolika II*. Betta Offset. Yogyakarta.