

OPTIMASI KINERJA SISTEM DRAINASE MENGGUNAKAN DRAINASE RAMAH LINGKUNGAN

Fikri Praharseno ^{1*}, Teguh Mulyo Wicaksono ¹⁾, Vemi Widoanindyawati ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang 50275
*E-mail: fikri.praharseno@polines.ac.id

ABSTRACT

The threat of flood disasters when the rainy season arrives is a big problem currently being faced by the city of Jakarta. The city of Jakarta, which is the nation's capital, has made this city a business center and metropolitan city, so that development of both structures and infrastructure is growing rapidly, as a result of this large amount of development, this will automatically reduce the availability of open land, resulting in less and less rainwater infiltration over time. In addition, rainwater as a source of clean water has been considered wastewater which can cause gloves and must be channeled downstream as quickly as possible so that rainwater is not given the opportunity to seep into the soil through infiltration and percolation processes which are conditions This will have an impact on the availability of water on land becoming less. Based on the problems above, a method is needed to optimize drainage performance in order to overcome flooding and the scarcity of water sources. One of them is using a sustainable drainage concept. This concept aims to reduce inundation due to surface flow and conserve water. The research method used was a survey, data analysis using hydrological and hydraulic analysis. The research case study was carried out at the Central Jakarta State Secretariat housing complex with the results of the analysis of the implementation of 30 infiltration wells with a diameter of 0.8 meters and a well depth of 2.4 meters. From the research results, it was found that one infiltration well can hold 1.2063 m³ of water and the well filling time is 51 seconds. So for 30 wells the reduced rainwater discharge is 36.189 m³ during 51 seconds of rain, while the planned flood discharge during 51 seconds of rain is 38.25 m³ and if the percentage is calculated, the reduced rainwater reaches 94.61%.

Keyword: Floods, water scarcity, drainage, channel optimization, infiltration wells.

PENDAHULUAN

Banjir di Ibukota Jakarta menjadi permasalahan serius yang perlu ditangani secara komprehensif. Bencana banjir di kota Jakarta diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah topografi kota Jakarta yang berada pada dataran rendah yaitu 40% dari luasan dipengaruhi oleh pasang laut, perubahan penggunaan lahan yang pesat di daerah aliran sungai, penyempitan badan sungai oleh pemukiman di bantaran sungai, pendangkalan, sungai akibat adanya erosi dan sampah, serta dilewati 13 sungai besar atau kecil serta intensitas curah hujan yang tinggi yaitu antara 2000 s/d 3500 mm/tahun (Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta, 2013).

Pembangunan struktur dan infrastruktur yang massive tanpa memperhatikan rencana tata ruang wilayah (RTRW) serta aspek lingkungannya menyebabkan berkurangnya lahan terbuka atau daerah resapan air yang akan berdampak pada pada kekurangan air dimasa kemarau karena cadangan air yg dapat ditampung pada saat musim hujan sedikit.

Drainase merupakan komponen infrastruktur yang penting dalam mengendalikan aliran air pada suatu wilayah. Konsep kerja drainase konvensional adalah mengalirkan atau membuang air genangan secepat-cepatnya ke sungai yang menyebabkan sungai-sungai akan menerima beban yang

melampaui kapasitasnya sehingga meluap atau terjadi banjir. Disisi lain, mengalirkan air secepatnya berarti menurunkan kesempatan bagi air untuk meresap ke dalam tanah yang menyebabkan cadangan air tanah berkurang yang akan berdampak terjadi kekeringan di musim kemarau.

Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengatasi permasalahan diatas agar fungsi dari suatu drainase dapat bekerja secara optimal, salah satunya dengan menerapkan konsep drainase yang berkelanjutan atau drainase ramah lingkungan. Dalam drainase ramah lingkungan, justru air kelebihan pada musim hujan harus dikelola sehingga tidak mengalir secepatnya ke sungai. Namun diusahakan meresap ke dalam tanah, guna meningkatkan kandungan air tanah untuk cadangan pada musim kemarau.

Kelurahan Cempaka Putih khususnya wilayah administrasi kelurahan Cempaka Putih Barat merupakan kawasan pemukiman padat penduduk yang hampir setiap tahun terjadi banjir atau genangan pada saat musim hujan. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu penelitian dalam rangka pengendalian banjir dan kekurangan air di wilayah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi apakah kapasitas saluran drainase di wilayah kelurahan Cempaka Putih Barat masih dapat menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun.

Manfaat dari penelitian ini: a) Mengetahui daya tampung sistem drainase eksisting di kelurahan Cempaka Putih Barat, kecamatan Cempaka Putih. b) Mengetahui seberapa besar debit banjir yang dapat direduksi setelah diterapkannya sumur resapan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang penanganan banjir pada suatu wilayah dengan menggunakan menggunakan drainase ramah lingkungan dan menyatakan bahwa penggunaan drainase ramah lingkungan merupakan salah satu metode pengendalian banjir yang dapat meningkatkan kapasitas tampung saluran, mereduksi debit banjir dan dapat menyimpan cadangan air. Siswanto (2021) melakukan penelitian penanggulangan banjir dengan menggunakan sumur resapan dan kolam retensi penelitian ini dilakukan pada daerah yang masih memungkinkan ada lahan yang belum terlalu padat untuk pembuatan kolam retensi, Jami'atulail, dkk (2022) melakukan penelitian serupa menggunakan sumur resapan menggunakan buis beton serta di hitung pula rencana anggaran biaya pembuatannya.

Nurhapni dan Hani (2011) menggunakan bahan saluran lolos air dan sumur resapan yang dapat diaplikasikan pada jenis tanah yang memiliki permeabilitas tinggi. Triyono, dkk, (2015) juga melakukan penelitian tentang penanganan banjir dan kekeringan air di musim kemarau dengan rekayasa saluran drainase pola TRAP yaitu menggabungkan pengaplikasian sumur resapan, saluran resapan dan kolam resapan, pola ini dapat dilakukan dengan syarat daerah tersebut memiliki muka air tanah yang cukup dalam, permeabilitas tanah tinggi dan masih terdapat banyak lahan yang dapat dimanfaatkan untuk kolam resapan.

Anom, dkk (2022) juga melakukan penelitian sejenis dengan menggabungkan kapasitas daya dukung saluran terbuka dan tertutup serta sumur resapan. Berdasarkan kajian penelitian-penelitian diatas, peneliti melakukan penanganan penanggulangan banjir di wilayah Cempaka putih Barat dengan

cara mengoptimalkan kinerja saluran dan membuat sumur resapan individual yang dibuat pada masing-masing rumah, penggunaan kolam retensi tidak memungkinkan karena tidak adanya ketersediaan lahan di wilayah tersebut (wilayah sudah padat penduduk).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data primer yang dilakukan adalah dengan cara survei dan wawancara. Data primer yang diperoleh adalah kondisi eksisting jaringan drainase dan lokasi-lokasi yang paling parah terkena genangan di kelurahan Cempaka Putih Barat.

Data sekunder yang diperlukan adalah terdiri dari kondisi umum lokasi wilayah studi, topografi wilayah studi, data curah hujan, kependudukan, luas lahan dan tata guna lahan/RTRW koefisien permeabilitas tanah.

Pengolahan data yang dilakukan adalah analisis hidrologi dan hidrolika. Perhitungan analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rencana dengan kala ulang 2 dan 5 tahun, adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis data curah hujan yang diambil pada 3 stasiun penakar hujan yang terdekat dengan lokasi studi menggunakan rumus aljabar.
2. Menganalisis frekuensi curah hujan maksimum yang bertujuan untuk dapat memprediksikan besaran curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu. Analisis frekuensi yang dilakukan menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, E.J. Gumbel, dan Log Pearson type III.

3. Analisis kesesuaian distribusi untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan ini diperoleh suatu kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau kebenaran hipotesa diterima atau ditolak untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya yang diperoleh secara teoritis. Analisis ini menggunakan metode Chi Square dan Smirnov-Kolmogorov.
4. Perhitungan debit banjir rancangan dengan metode rasional.

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui profil muka air, baik kondisi yang ada (eksisting) maupun kondisi perencanaan yang dapat digunakan untuk menghitung kapasitas saluran berdasarkan debit rencana.

Beberapa metode drainase ramah lingkungan yang dapat dipakai di Indonesia, diantaranya adalah metode kolam konservasi, metode sumur resapan, metode *river side* polder, dan metode pengembangan areal perlindungan air tanah */ground water protection area* (Agus Maryono, 2003). Dalam penelitian ini, drainase ramah lingkungan yang dapat diterapkan untuk lokasi studi adalah menggunakan sumur resapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Studi

Wilayah studi dilakukan di perumahan sekretariat negara yang terletak di kawasan Cempaka Putih Barat Kotamadya Jakarta Pusat dan diperkirakan mempunyai luasan 6,65 Ha.



Gambar 1. Lokasi studi



Gambar 2. Kawasan rawan genangan di perumahan SEKNEG kelurahan Cempaka Putih Barat

Adapun kondisi fisik lahan di perumahan SEKNEG adalah sebagai berikut:

- Kemiringan lahan : 0,01
- Jenis- jenis tanah :
Kedalaman 0-5 m adalah jenis lanau dengan Koefisien permeabilitas tanah (k) = 0,001

cm/detik, 5-8 m adalah pasir halus dan kasar dan 8-12 m adalah cadas

- Kondisi muka air tanah antara 8-9 meter
- Kemiringan rata-rata saluran eksisting: 0,005
- Jenis material saluran dan gorong-gorong eksisting : cor beton.



Gambar 3. Survei dan pengambilan sampel tanah



Gambar 4. Sampel tanah lokasi perumahan SEKNEG Cempaka Putih

Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Hasil survei yang dilakukan di kelurahan Cempaka Putih Barat, saluran drainase eksisting banyak ditemukan sampah-sampah dan mengalami pendangkalan akibat sedimentasi, serta terdapat beberapa saluran drainase yang mengalami kerusakan. Pembuangan akhir pada saluran ruas drainase tersebut yaitu pada kali utan kayu. Perumahan Sekretariat Negara di kelurahan Cempaka Putih Barat adalah kawasan perumahan yang mengalami genangan yang parah pada saat hujan terjadi. Genangan air paling parah terjadi di RW12 kelurahan Cempaka Putih Barat yang merupakan Komplek sekretariat negara RI. RW12

kelurahan Cempaka Putih Barat terdiri dari 10 RT dan 1 RT terdapat 30 KK atau 30 Rumah serta luas rata-rata rumah diperumahan ini adalah 120 m². Genangan air yang terjadi di RW12 kelurahan Cempaka Putih Barat hingga setinggi lutut orang dewasa dan waktu surut air sendiri rata-rata antara 1-5 jam

Salah satu faktor penyebab genangan adalah sangat sedikitnya daerah resapan air pada daerah tersebut, halaman rumah dikomplek ini hampir semua tertutup oleh beton. Faktor lain adalah kurang memadainya saluran drainase yang ada karena penumpukan sampah dan saluran drainase yang rusak.



Gambar 5. Kondisi eksisting saluran



Gambar 6. Daerah resapan air yang tertutup beton

Tabel 1.
Hasil survei saluran eksisting

No	Nama Saluran	Panjang Saluran(m)	Dimensi			Keterangan
			Lebar Atas(m)	H Saluran(m)	Bentuk	
1	A1	67,2	0,75	1,2	Segiempat	Beton
2	A2	37,3	0,75	1,2	Segiempat	Beton
3	A3	34,1	0,75	1,2	Segiempat	Beton
4	A4	32	0,75	1,2	Segiempat	Beton
5	A5	33	0,75	1,2	Segiempat	Beton
6	A6	35	0,75	1,2	Segiempat	Beton
7	B1	64,4	0,75	1,2	Segiempat	Beton
8	B2	53,3	0,75	1,2	Segiempat	Beton
9	B3	46,7	0,75	1,2	Segiempat	Beton
10	B4	36,83	0,75	1,2	Segiempat	Beton
11	B5	36,5	0,75	1,2	Segiempat	Beton
12	C1	72,18	0,6	1	Segiempat	Beton
13	C2	38,9	0,6	1	Segiempat	Beton
14	C3	30,9	0,6	1	Segiempat	Beton
15	C4	31,14	0,6	1	Segiempat	Beton
16	C5	32,3	0,6	1	Segiempat	Beton
17	C6	37	0,6	1	Segiempat	Beton

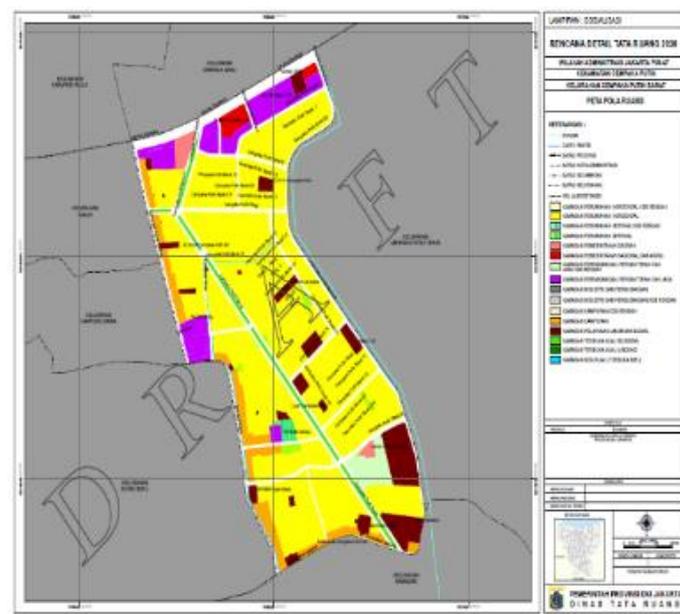
18	D1	256	0,6	0,7	Segiempat	Beton
19	E1	130,5	0,6	1	Segiempat	Beton
20	E2	132,2	0,5	1	Segiempat	Beton
21	E3	132,7	0,6	0,9	Segiempat	Beton
22	E4	134	0,4	0,7	Segiempat	Beton
23	E5	133,4	0,4	0,7	Segiempat	Beton
24	E6	133,9	0,4	0,7	Segiempat	Beton
25	E7	133,9	0,4	0,7	Segiempat	Beton
26	E8	133,2	0,3	0,7	Segiempat	Beton
27	E9	133,8	0,3	0,7	Segiempat	Beton
28	E10	129,8	0,4	0,7	Segiempat	Beton
29	E11	129,6	0,4	0,7	Segiempat	Beton
30	E12	128,3	0,6	0,7	Segiempat	Beton
31	E13	128,5	0,6	0,7	Segiempat	Beton
32	F1	30	0,7	0,76	Segiempat	Beton
33	F2	41	0,34	0,6	Segiempat	Beton
34	F3	42,5	0,34	0,6	Segiempat	Beton
35	F4	50	0,2	0,8	Segiempat	Beton
36	F5	20	0,2	0,8	Segiempat	Beton
37	F6	15	0,7	0,8	Segiempat	Beton
38	G1	63,5	0,5	0,9	Segiempat	Beton
39	G2	63,4	0,6	1	Segiempat	Beton
40	G3	58,6	0,35	0,9	Segiempat	Beton
41	G4	58,2	0,25	0,4	Segiempat	Beton
42	G5	58,9	0,7	0,6	Segiempat	Beton
43	G6	58,5	0,7	0,6	Segiempat	Beton
44	G7	58,8	0,6	0,9	Segiempat	Beton
45	G8	173	0,6	0,7	Segiempat	Beton
46	G9	173,6	0,6	0,7	Segiempat	Beton
47	H1	28	0,4	0,5	Segiempat	Beton
48	H2	28	0,4	0,5	Segiempat	Beton
49	H3	131,8	0,68	0,7	Segiempat	Beton

Rencana Tata Ruang Wilayah Kelurahan Cempaka Putih Barat

Rencana tata ruang wilayah diperlukan agar kita dapat mengetahui panduan pembangunan di suatu wilayah

dari sekarang sampai beberapa tahun yang akan datang.

Berikut ini adalah RTRW kelurahan Cempaka Putih Barat untuk jangka waktu 2010- 2030:



Sumber: Jakarta.go.id

Gambar 7. Peta Rencana Detail Tata Ruang Kelurahan Cempaka Putih Barat

Berdasarkan RTRW kelurahan; Cempaka Putih Barat untuk jangka waktu 2010- 2030 kawasan ini merupakan difungsikan sebagai kawasan pemukiman.

Analisis Hidrologi

Data yang digunakan dalam analisis perencanaan ini adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang diambil dari pos penakar hujan yang berdekatan dengan daerah studi yaitu Kecamatan Cempaka Putih dengan periode pengamatan 10 tahun, stasiun penakar

hujan tersebut adalah stasiun Tanjung Priok, stasiun BMG, dan stasiun Paku Buwono. Data curah hujan dari ketiga stasiun penakar diatas kemudian dianalisis untuk dihitung curah maksimum rata-ratanya dengan menggunakan rumus aljabar sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + R_3)$$

Hasil perhitungan curah hujan harian maksimum wilayah rata-rata tiap tahun dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2.
Rata-rata curah hujan maksimum Metode Aljabar

Tahun	Stasiun BMG	Tanjung Priok	Pakubuwono	Hujan Maksimum Harian Rata-rata
2002	168,1	137,5	90	131,87
2003	199,7	126,7	95	140,47
2004	129,3	121,4	127	125,90
2005	124	110	87	107,00
2006	72	90	72	78,00
2007	234,7	181,2	178	197,97
2008	193	88	168	149,67
2009	123	149	87	119,67
2010	93	88	119	100,00
2011	119	62	125	102,00

Tabel 3.
Urutan Curah Hujan Harian Maksimum Berdasarkan Tabel 2

No Urut	Tahun	Maks
1	2007	197,9667
2	2008	149,6667
3	2003	140,4667
4	2002	131,8667
5	2004	125,9
6	2009	119,6667
7	2005	107
8	2011	102
9	2010	100
10	2006	78

Berdasarkan tabel 3 di atas didapat curah hujan harian tertinggi adalah 197,97 mm (2007) dan curah hujan harian terendah adalah 78 mm (2011).

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Parameter-parameter yang diperlukan adalah nilai tengah, standar deviasi dan koefisien kemencengan.

Metode analisis yang digunakan adalah metode distribusi normal, metode log normal, metode gumbel dan metode *log person type III*.

Metode Distribusi Normal

Hasil perhitungan curah hujan dengan metode ini disajikan dalam tabal 4 berikut:

Tabel 4.

Hasil Perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode distribusi normal

No	Tahun	Xi	(Xi-X)	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	(Xi-X)^4
1	2007	197,967	81,653	6667,2	544391,23	4,4E+07
2	2008	149,667	33,353	1112,4	37101,519	1237435
3	2003	140,467	24,153	583,35	14089,49	340299
4	2002	131,867	15,553	241,89	3761,9636	58508,6
5	2004	125,9	9,586	91,891	880,87092	8444,03
6	2009	119,667	3,3527	11,24	37,685226	126,346
7	2005	107	-9,314	86,751	-807,99505	7525,67
8	2011	102	-14,31	204,89	-2932,804	41980,2
9	2010	100	-16,31	266,15	-4341,9156	70834
10	2006	78	-38,31	1468	-56243,519	2154914
n		10	10	10	10	10
Σ		1252,53	0	10734	535936,52	4,8E+07
X		125,253	0	1073,4	53593,652	4837106

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1252,53}{10} = 125,253 \text{ mm}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{10734}{10-1}} = \sqrt{1192,667} = 34,535$$

Nilai K untuk kala ulang 2 tahun adalah 0 dan untuk kala ulang 5 tahun adalah 0,84, Hasil perhitungan hujan rancangan dengan kala ulang 2 dan 5 tahun dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5.

Hasil perhitungan hujan rancangan metode distribusi normal dengan kala ulang

KALA ULANG(Tr)	X rata-rata	K	Sx	Hujan Rancangan(X _T)
2	125,253	0	34,53449	125,253
5	123,253	0,84	34,53449	152,2619692

Metode Distribusi Log Normal

Hasil perhitungan dengan metode distribusi log normal adalah sebagai berikut:

$$\overline{\text{Log}X} = \sum \frac{\text{Log}X}{n} = \frac{20,8475029}{10} = 2,08475029$$

$$S_{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,11168574}{9}} = 0,11139805$$

Dengan Periode ulang 2 tahun, nilai K didapat k= 0.

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + k \cdot S_{\text{Log}X}$$

$$\text{Log}X = 2,084750294 + (0 \cdot 0,111398053)$$

$$\text{Log}X = 2,084750294$$

$$X = 125,2530001 \text{ mm}$$

Tabel 6.
Hasil perhitungan Hujan Rancangan Metode Distribusi Log Normal

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi- Log Xrata	(Log Xi-Log Xrata) ²	(Log Xi-Log Xrata) ³
1	2007	197,9666667	2,29659207055736	0,21	0,0448769384	0,009506810
2	2008	149,6666667	2,17512508628366	0,09	0,0081676031	0,000738145
3	2003	140,4666667	2,14757327655242	0,06	0,0039467272	0,000247945
4	2002	131,8666667	2,12013502820548	0,04	0,0012520794	0,000044304
5	2004	125,9	2,10002573010786	0,02	0,0002333390	0,000003564
6	2009	119,6666667	2,07797319385866	-0,01	0,0000459291	-0,000000311
7	2005	107	2,02938377768521	-0,06	0,0030654511	-0,000169723
8	2011	102	2,00860017176192	-0,08	0,0057988411	-0,000441582
9	2010	100	2,00000000000000	-0,08	0,0071826123	-0,000608729
10	2006	78	1,89209460269048	-0,19	0,0371162153	-0,007150650
Jumlah		1252,533333	20,84750294	0,000	0,1116857359	0,002169774

Tabel 7.
Hasil perhitungan hujan rancangan dengan menggunakan metode distribusi log normal dengan kala ulang 2 dan 5 tahun

Tr	k	S log X	K.S log X	Log Rata-rata	Log X	X(mm)
2	0	0,111398053	0	2,09778813667775	2,097788137	125,2530001
5	0,84	0,111398053	0,093574365	2,09778813667775	2,191362501	155,3683312

Metode Distribusi E.J. Gumbel

Analisis perhitungan dengan menggunakan metode distribusi dengan E.J. Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1252,53}{10} = 125,235mm$$

Untuk n=10, untuk kala ulang 2 tahun maka di dapat YT=0,3065, Yn=0,4952, dan Sn=0,9497. maka:

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$K = \frac{0,3065 - 0,4952}{0,9497} = -0,199$$

$$X_T = \bar{X} + k.Sx$$

$$X_T = 125,235 + (-0,199 \cdot 34,535)$$

$$X_T = 118,381mm$$

Tabel 8.
Perhitungan Hujan Rancangan Metode Distribusi E.J. Gumbel

No	Tahun	Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2007	197,9666667	81,65266667	6667,157974	544391,2276	44450995,45
2	2008	149,6666667	33,35266667	1112,400374	37101,51887	1237434,592
3	2003	140,4666667	24,15266667	583,3513071	14089,48967	340298,7475
4	2002	131,8666667	15,55266667	241,8854404	3761,963627	58508,5663
5	2004	125,9	9,586	91,891396	880,8709221	8444,028659
6	2009	119,6666667	3,352666667	11,24037378	37,68522649	126,3460027
7	2005	107	-9,314	86,750596	-807,9950511	7525,665906
8	2011	102	-14,314	204,890596	-2932,803991	41980,15633
9	2010	100	-16,314	266,146596	-4341,915567	70834,01056
10	2006	78	-38,314	1467,962596	-56243,5189	2154914,183
n		10	10	10	10	10
Σ		1252,533333	0	10733,67725	535936,5224	48371061,74
X		125,2533333	0	1073,367725	53593,65224	4837106,174

Tabel 9.

Perhitungan hujan rancangan dengan menggunakan metode E.J. Gumbel dengan kala ulang 2 dan 5 tahun

Tr	K	Hujan Rancangan(Xt)
2	-0,199	118,381
5	1,058024431	161,792

Perhitungan metode log Pearson type III:

$$\overline{\text{Log}X} = \sum \frac{\text{Log}X}{n} = \frac{20,8475029}{10} = 2,08475029$$

$$S_{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,111685736}{9}} = 0,11139801$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai Cs yaitu:

$$C_s = \frac{n \left(\sum_1^n (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3 \right)}{(n-1)(n-2) \cdot S_{\text{Log}X}^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot 0,002169774}{9 \cdot 8 \cdot 0,001382397} = 0,002705231$$

Untuk Periode ulang 2 tahun dan 5 tahun, maka didapatkan nilai K masing-masing adalah -0,003 dan 0,841.

Untuk kala ulang 2 tahun, berdasarkan rumus 2.14 maka dapat dihitung:

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + K_{tr} \cdot S_{\text{Log}X}$$

$$\text{Log}X = 2,084750294 + (-0,00034 \cdot 0,111398053)$$

$$\text{Log}X = 2,0978$$

$$X = 125,256\text{mm}$$

Tabel 10.

Perhitungan Hujan Rancangan Metode Distribusi Log Pearson Type III berdasarkan kala ulang

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi-Log Xrata	(Log Xi-Log Xrata)^2	(Log Xi-Log Xrata)^3
1	2007	197,9666667	2,29659207055736	0,21	0,0448769384	0,009506810
2	2008	149,6666667	2,17512508628366	0,09	0,0081676031	0,000738145
3	2003	140,4666667	2,14757327655242	0,06	0,0039467272	0,000247945
4	2002	131,8666667	2,12013502820548	0,04	0,0012520794	0,000044304
5	2004	125,9	2,10002573010786	0,02	0,0002333390	0,000003564
6	2009	119,6666667	2,07797319385866	-0,01	0,0000459291	-0,000000311
7	2005	107	2,0293837768521	-0,06	0,0030654511	-0,000169723
8	2011	102	2,00860017176192	-0,08	0,0057988411	-0,000441582
9	2010	100	2,00000000000000	-0,08	0,0071826123	-0,000608729
10	2006	78	1,89209460269048	-0,19	0,0371162153	-0,007150650
Jumlah		1252,5333333	20,84750294	0,000	0,1116857359	0,002169774

Tabel 11.

Perhitungan hujan rancangan dengan menggunakan metode log Pearson Type III dengan kala ulang 2 dan 5 tahun

Tr	k	S log X	K.S log X	Log X rata-rata	Log X	X(mm)
2	-0,00034	0,111398053	-3,78753E-05	2,09778813667775	2,0978	125,256
5	0,84188	0,111398053	0,093783793	2,09778813667775	2,19157193	155,4432722

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi frekuensi menggunakan dua metode yaitu uji Chi

Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap metode-metode distribusi hujan rancangan yang digunakan.

Untuk yaitu uji Chi Kuadrat memiliki syarat jika $C_{teoritis} < C_{tabel} 5\%$, maka metode distribusi yang dipakai dapat diterima untuk menganalisis frekuensi curah hujan dan sebaliknya jika $C_{teoritis} > C_{tabel} 5\%$ maka metode distribusi yang dipakai tidak dapat diterima untuk menganalisis frekuensi curah hujan.

Sedangkan untuk uji Smirnov-Kolmogorov memiliki syarat jika $\Delta P_{maksimum} < \Delta P_{kritis}$, maka distribusi probabilitas dapat diterima untuk menganalisis data hujan. Sebaliknya, jika $\Delta P_{maksimum} > \Delta P_{kritis}$, maka distribusi probabilitas tidak dapat diterima untuk menganalisis data hujan. Hasil rekapitulasi perhitungan uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12.
Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr} untuk 4 Distribusi

Distribusi Probabilitas	X^2 terhitung	X^2_{cr}	Keterangan
Normal	2	5,991	Diterima
Log Normal	1	5,991	Diterima
Gumbel	2	5,991	Diterima
Log Pearson Type III	4	5,991	Diterima

Tabel 13.
Rekapitulasi Perhitungan Uji 4 Distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	ΔP_{maks} terhitung	ΔP_{kritis}	Keterangan
Distribusi Normal	0,0647	0,41	Diterima
Distribusi Log Normal	0,0515	0,41	Diterima
Distribusi Gumbel	2,04	0,41	Tidak Diterima
Distribusi Log Person type III	-	-	Tidak dilakukan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pada uji-uji statistik pendekatan curah hujan dengan distribusi log normal memberikan hasil yang paling baik karena memiliki X^2 terhitung paling kecil sebesar 1 pada uji Chi kuadrat dan memiliki simpangan paling kecil sebesar 0,0515 pada hasil uji Smirnov-Kolmogorov, sehingga dapat dipakai untuk perhitungan debit rencana.

Koefisien Pengaliran Dan Intensitas Hujan Jam-Jaman

Perhitungan untuk koefisien aliran di catchment area saluran A1 Dengan luas lahan kosong adalah 33,6 m², perkerasan aspal 134,4 m² dan luas bangunan adalah 876,96 m² maka koefisien aliran dihitung sebagai berikut:

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3)}{A}$$

$$C = \frac{(0,4 \times 33,6) + (0,8 \times 134,4) + (0,8 \times 134,4)}{1045} = 0,62$$

Tabel 14.
Hasil Perhitungan Koefisien Pengaliran

Sal	Panjang (m)	Luas (m ²)			Luas Total (m ²)	Koefisien C
		Lahan Kosong	Perkerasan	Bangunan		
A1	67,2	33,6	134,4	876,96	1045,0	0,62
A2	37,3	18,65	74,6	494,971	588,2	0,62
A3	34,1	17,05	68,2	456,599	541,8	0,62
A4	32	16	64	428,48	508,5	0,62
A5	33	16,5	66	441,54	524,0	0,62
A6	35	17,5	70	453,6	541,1	0,62
B1	64,4	32,2	128,8	817,88	978,9	0,62
B2	53,3	26,65	106,6	676,91	810,2	0,62
B3	46,7	23,35	93,4	547,324	664,1	0,62
B4	36,83	18,415	73,66	438,277	530,4	0,62
B5	36,5	18,25	73	436,54	527,8	0,62
C1	72,18	36,09	126,315	954,2196	1116,6	0,62
C2	38,9	19,45	68,075	521,26	608,8	0,62
C3	30,9	15,45	54,075	413,751	483,3	0,62
C4	31,14	15,57	54,495	416,9646	487,0	0,62
C5	32,3	16,15	56,525	432,174	504,8	0,62
C6	37	18,5	64,75	479,52	562,8	0,62
D1	256	128	448	2560	3136,0	0,62
E1	130,5	65,25	261	4709,745	5036,0	0,61
E2	132,2	66,1	231,35	4771,098	5068,5	0,61
E3	132,7	66,35	232,225	2581,015	2879,6	0,61
E4	134	13,4	234,5	2606,3	2854,2	0,62
E5	133,4	13,34	233,45	2274,47	2521,3	0,62
E6	133,9	13,39	234,325	2282,995	2530,7	0,62
E7	133,9	13,39	234,325	2142,4	2390,1	0,62
E8	133,2	13,32	233,1	2131,2	2377,6	0,62
E9	133,8	13,38	234,15	2207,7	2455,2	0,62
E10	129,8	12,98	227,15	2141,7	2381,8	0,62
E11	129,6	12,96	226,8	2397,6	2637,4	0,62
E12	128,3	12,83	224,525	2373,55	2610,9	0,62
E13	128,5	64,25	224,875	1285	1574,1	0,62
F1	30	15	60	300	375,0	0,62
F2	41	20,5	82	410	512,5	0,62
F3	42,5	21,25	85	425	531,3	0,62
F4	50	25	100	500	625,0	0,62
F5	20	10	40	200	250,0	0,62

Sedangkan perhitungan intensitas hujan yang didapat dengan $I = 155,368$ mm (Log Normal kala ulang 5 tahun) untuk $T = 1$ jam adalah sebagai berikut:

$$I_t = \frac{I_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{155,368 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3} = 53,863$$

Setelah menghitung hujan jam-jaman, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu konsentrasi, berikut contoh perhitungan untuk saluran A1:

Diketahui L terjauh: 13 m, kemiringan lahan : 1%, panjang saluran : 67,2 m, kemiringan saluran 0,005. Untuk

$i = 1\%$ berdasarkan tabel i/v maka didapat kecepatan permukaan 0,6 m/detik, Untuk $i = 0,5\%$ atau 0,005 berdasarkan tabel i/v maka didapat kecepatan permukaan 0,4 m/detik .

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L \cdot \frac{n}{\sqrt{S}} = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot 13 \cdot \frac{0,013}{\sqrt{0,01}} = 3,69 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_{\text{saluran}}}{60 \cdot V_{\text{saluran}}} = \frac{67,2}{60 \cdot 0,4} = 2,8 \text{ menit}$$

$$t_c = 3,69 + 2,8 = 6,495 \text{ menit} = 0,11 \text{ jam}$$

$$I_t = \frac{I_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{155,368 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{0,11} \right)^{2/3} = 237,129 \text{ mm/jam}$$

Tabel 15.
Hasil perhitungan Intensitas Hujan Berdasarkan Waktu Konsentrasi

Saluran	Panjang (m)	tc (jam)	R (mm)	It (mm/jam)
A1	67,2	0,11	155,368	237,129
A2	37,3	0,09	155,368	273,300
A3	34,1	0,09	155,368	278,028
A4	32	0,08	155,368	281,243
A5	33	0,08	155,368	279,701
A6	35	0,09	155,368	276,677
B1	64,4	0,10	155,368	242,175
B2	53,3	0,08	155,368	279,957
B3	46,7	0,08	155,368	290,576
B4	36,83	0,07	155,368	308,502
B5	36,5	0,07	155,368	309,150
C1	72,18	0,11	155,368	229,620
C2	38,9	0,09	155,368	267,214
C3	30,9	0,08	155,368	278,741
C4	31,14	0,09	155,368	278,377
C5	32,3	0,09	155,368	276,634
C6	37	0,09	155,368	269,843
D1	256	0,23	155,368	145,536
E1	130,5	0,26	155,368	131,426
E2	132,2	0,26	155,368	131,285
E3	132,7	0,18	155,368	166,317
E4	134	0,19	155,368	165,776
E5	133,4	0,17	155,368	173,206
E6	133,9	0,17	155,368	172,975
E7	133,9	0,17	155,368	176,357
E8	133,2	0,17	155,368	176,696
E9	133,8	0,17	155,368	174,773
E10	129,8	0,17	155,368	176,691
E11	129,6	0,18	155,368	170,444
E12	128,3	0,18	155,368	171,024
E13	128,5	0,14	155,368	203,062
F1	30	0,09	155,368	272,025
F2	41	0,10	155,368	257,357
F3	42,5	0,10	155,368	255,507
F4	50	0,10	155,368	246,734
F5	20	0,08	155,368	287,328
F6	15	0,08	155,368	295,826
G1	63,5	0,13	155,368	210,565
G2	63,4	0,14	155,368	197,217
G3	58,6	0,14	155,368	200,349
G4	58,2	0,15	155,368	187,760
G5	58,9	0,15	155,368	187,365
G6	58,5	0,13	155,368	212,294
G7	58,8	0,13	155,368	212,063
G8	173	0,21	155,368	154,123
G9	173,6	0,17	155,368	176,957
H1	28	0,07	155,368	327,097
H2	28	0,07	155,368	327,097
H3	131,8	0,14	155,368	200,822

Untuk perhitungan banjir dengan waktu yang terlama, Maka di rancangan, waktu konsentrasis diambil ambil IT dengan waktu konsentrasi

terlama yaitu 0,26 jam dengan nilai 131,426 (mm/jam).

Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit puncak digunakan persamaan rasional, dengan mempertimbangkan kriteria desain hidrologi sistem drainase, dimana untuk

lahan <10 hektar, maka debit banjir perencanaan menggunakan metode rasional dengan kala ulang 2-5 tahun (SNI 03-2415-1991)

03-2415-1991)

$Q_5 = 0,278 \text{ C.I.A}$

$Q_5 = 0,278 \times 0,6 \times 131,426 \times 0,0014045$

$Q_5 = 0,024 \text{ m}^3/\text{detik}$

Tabel 16.
Hasil Perhitungan Debit Rencana Saluran

Sal	Panjang (m)	tc (jam)	R (mm)	I _r (mm/jam)	C	I _r waktu konsentrasi terlama	Luas (m ²)	Luas (km ²)	Q _r (m ³ /det)
A1	67,2	0,11	155,368	237,129	0,62	131,426	1045,0	0,00104	0,024
A2	37,3	0,09	155,368	273,300	0,62	131,426	588,2	0,00059	0,013
A3	34,1	0,09	155,368	278,028	0,62	131,426	541,8	0,00054	0,012
A4	32	0,08	155,368	281,243	0,62	131,426	508,5	0,00051	0,011
A5	33	0,08	155,368	279,701	0,62	131,426	524,0	0,00052	0,012
A6	35	0,09	155,368	276,677	0,62	131,426	541,1	0,00054	0,012
B1	64,4	0,10	155,368	242,175	0,62	131,426	978,9	0,00098	0,022
B2	53,3	0,08	155,368	279,957	0,62	131,426	810,2	0,00081	0,018
B3	46,7	0,08	155,368	290,576	0,62	131,426	664,1	0,00066	0,015
B4	36,83	0,07	155,368	308,502	0,62	131,426	530,4	0,00053	0,012
B5	36,5	0,07	155,368	309,150	0,62	131,426	527,8	0,00053	0,012
C1	72,18	0,11	155,368	229,620	0,62	131,426	1116,6	0,00112	0,025
C2	38,9	0,09	155,368	267,214	0,62	131,426	608,8	0,00061	0,014
C3	30,9	0,08	155,368	278,741	0,62	131,426	483,3	0,00048	0,011
C4	31,14	0,09	155,368	278,377	0,62	131,426	487,0	0,00049	0,011
C5	32,3	0,09	155,368	276,634	0,62	131,426	504,8	0,00050	0,011
C6	37	0,09	155,368	269,843	0,62	131,426	562,8	0,00056	0,013
D1	256	0,23	155,368	145,536	0,62	131,426	3136,0	0,00314	0,071
E1	130,5	0,26	155,368	131,426	0,61	131,426	5036,0	0,00504	0,112
E2	132,2	0,26	155,368	131,285	0,61	131,426	5068,5	0,00507	0,112
E3	132,7	0,18	155,368	166,317	0,61	131,426	2879,6	0,00288	0,064
E4	134	0,19	155,368	165,776	0,62	131,426	2854,2	0,00285	0,064
E5	133,4	0,17	155,368	173,206	0,62	131,426	2521,3	0,00252	0,057
E6	133,9	0,17	155,368	172,975	0,62	131,426	2521,3	0,00252	0,057
E7	133,9	0,17	155,368	176,357	0,62	131,426	2530,7	0,00253	0,057
E8	133,2	0,17	155,368	176,696	0,62	131,426	2377,6	0,00238	0,054
E9	133,8	0,17	155,368	174,773	0,62	131,426	2455,2	0,00246	0,055
E10	129,8	0,17	155,368	176,691	0,62	131,426	2381,8	0,00238	0,054
E11	129,6	0,18	155,368	170,444	0,62	131,426	2637,4	0,00264	0,059
E12	128,3	0,18	155,368	171,024	0,62	131,426	2610,9	0,00261	0,059
E13	128,5	0,14	155,368	203,062	0,62	131,426	1574,1	0,00157	0,036
F1	30	0,09	155,368	272,025	0,62	131,426	375,0	0,00038	0,009
F2	41	0,10	155,368	257,357	0,62	131,426	512,5	0,00051	0,012
F3	42,5	0,10	155,368	255,507	0,62	131,426	531,3	0,00053	0,012
F4	50	0,10	155,368	246,734	0,62	131,426	625,0	0,00063	0,014
F5	20	0,08	155,368	287,328	0,62	131,426	250,0	0,00025	0,006
F6	15	0,08	155,368	295,826	0,62	131,426	187,5	0,00019	0,004
G1	63,5	0,13	155,368	210,565	0,61	131,426	933,5	0,00093	0,021
G2	63,4	0,14	155,368	197,217	0,61	131,426	916,1	0,00092	0,021
G3	58,6	0,14	155,368	200,349	0,61	131,426	832,1	0,00083	0,019
G4	58,2	0,15	155,368	187,760	0,61	131,426	658,2	0,00066	0,015
G5	58,9	0,15	155,368	187,365	0,61	131,426	666,2	0,00067	0,015
G6	58,5	0,13	155,368	212,294	0,61	131,426	820,6	0,00082	0,018
G7	58,8	0,13	155,368	212,063	0,61	131,426	839,5	0,00084	0,019
G8	173	0,21	155,368	154,123	0,62	131,426	2494,1	0,00249	0,056
G9	173,6	0,17	155,368	176,957	0,62	131,426	2126,6	0,00213	0,048
H1	28	0,07	155,368	327,097	0,62	131,426	336,0	0,00034	0,008
H2	28	0,07	155,368	327,097	0,62	131,426	336,0	0,00034	0,008
H3	131,8	0,14	155,368	200,822	0,62	131,426	1581,6	0,00158	0,036

Analisis Hidrolika

Dimensi saluran yang aman adalah saluran yang harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit

yang dialirkan oleh saluran (Qs) sama atau lebih besar dari debit rencana (QT) hubungan ini ditunjukkan dengan syarat sebagai berikut :

$$Q_s \geq Q_T$$

Dimensi drainase eksisting terkecil yang berada di komplek SEKNEG adalah aluran A1 dengan data-data sebagai berikut:

- H (tinggi saluran total) = 1,2 m
- b (lebar saluran) = 0,75 m
- d (kedalaman air saluran) = 0,8 x H = 0,96
- F (tinggi jagaan saluran) = 0,2 x H = 0,24
- As (luas basah saluran) = b x d = 0,75 m x 0,96 m = 0,72 m²
- R (jari-jari hidrolis) = $As/P = (b \times d) / (b \times 2 d) = (0,72)/(0,75 \times 2 \times 0,9) = 0,5$

I (kemiringan dasar saluran)

$$I = 0,005$$

V (kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran menggunakan rumus Manning. Wesli, 2008)

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Dimana n = 0,013

$$V = (1/0,013) \times (0,52/3)^{2/3} \times (0,0051/2)^{1/2} = 3,427 \text{ m/dtk}$$

Sehingga debit saluran dapat dihitung dengan cara:

$$Q_s = As \cdot V = 0,72 \times 3,4273 \text{ m/dtk} = 2,467 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Berdasarkan hitungan diatas, dihitung pula kapasitas saluran drainase eksisting yang terkecil yaitu pada saluran G4 dengan hasil debit 0,274 m³/dtk.

Tabel 17.
Hasil Perhitungan Debit Saluran Eksisting

No	Sal	Dimensi			d	F	As (m ²)	P	R	I	n	V	Qs (m ³ /dtk)
		Panjang (m)	L(m)	H(m)									
1	A1	67,2	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
2	A2	37,3	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
3	A3	34,1	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
4	A4	32	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
5	A5	33	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
6	A6	35	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
7	B1	64,4	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
8	B2	53,3	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
9	B3	46,7	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
10	B4	36,83	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
11	B5	36,5	0,75	1,2	0,96	0,24	0,72	1,44	0,5	0,005	0,013	3,427	2,467
12	C1	72,18	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
13	C2	38,9	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
14	C3	30,9	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
15	C4	31,14	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
16	C5	32,3	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
17	C6	37	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
18	D1	256	0,6	0,7	0,56	0,14	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
19	E1	130,5	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
20	E2	132,2	0,5	1	0,8	0,2	0,4	0,8	0,5	0,005	0,013	3,427	1,371
21	E3	132,7	0,6	0,9	0,72	0,18	0,432	0,86	0,5	0,005	0,013	3,427	1,480
22	E4	134	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
23	E5	133,4	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
24	E6	133,9	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
25	E7	133,9	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
26	E8	133,2	0,3	0,7	0,56	0,14	0,168	0,34	0,5	0,005	0,013	3,427	0,576
27	E9	133,8	0,3	0,7	0,56	0,14	0,168	0,34	0,5	0,005	0,013	3,427	0,576
28	E10	129,8	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
29	E11	129,6	0,4	0,7	0,56	0,14	0,224	0,45	0,5	0,005	0,013	3,427	0,768
30	E12	128,3	0,6	0,7	0,56	0,14	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
31	E13	128,5	0,6	0,7	0,56	0,14	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
32	F1	30	0,7	0,76	0,608	0,152	0,426	0,85	0,5	0,005	0,013	3,427	1,458
33	F2	41	0,34	0,6	0,48	0,12	0,163	0,33	0,5	0,005	0,013	3,427	0,559
34	F3	42,5	0,34	0,6	0,48	0,12	0,163	0,33	0,5	0,005	0,013	3,427	0,559
35	F4	50	0,2	0,8	0,64	0,16	0,128	0,26	0,5	0,005	0,013	3,427	0,439

36	F5	20	0,2	0,8	0,64	0,16	0,128	0,26	0,5	0,005	0,013	3,427	0,439
37	F6	15	0,7	0,8	0,64	0,16	0,448	0,9	0,5	0,005	0,013	3,427	1,535
38	G1	63,5	0,5	0,9	0,72	0,18	0,36	0,72	0,5	0,005	0,013	3,427	1,234
39	G2	63,4	0,6	1	0,8	0,2	0,48	0,96	0,5	0,005	0,013	3,427	1,645
40	G3	58,6	0,35	0,9	0,72	0,18	0,252	0,5	0,5	0,005	0,013	3,427	0,863
41	G4	58,2	0,25	0,4	0,32	0,08	0,08	0,16	0,5	0,005	0,013	3,427	0,274
42	G5	58,9	0,7	0,6	0,48	0,12	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
43	G6	58,5	0,7	0,6	0,48	0,12	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
44	G7	58,8	0,6	0,9	0,72	0,18	0,432	0,86	0,5	0,005	0,013	3,427	1,480
45	G8	173	0,6	0,7	0,56	0,14	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
46	G9	173,6	0,6	0,7	0,56	0,14	0,336	0,67	0,5	0,005	0,013	3,427	1,151
47	H1	28	0,4	0,5	0,4	0,1	0,16	0,32	0,5	0,005	0,013	3,427	0,548
48	H2	28	0,4	0,5	0,4	0,1	0,16	0,32	0,5	0,005	0,013	3,427	0,548
49	H3	131,8	0,68	0,7	0,56	0,14	0,381	0,76	0,5	0,005	0,013	3,427	1,305

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pada saluran terbesar $Q_s > Q_T$ yaitu $2,467 \text{ m}^3/\text{dtk} > 0,024 \text{ m}^3/\text{dtk}$, sedangkan pada saluran terkecil $Q_s > Q_T$ $0,274 \text{ m}^3/\text{dtk} > 0,024 \text{ m}^3/\text{dtk}$, yang berarti kapasitas saluran masih memenuhi sehingga tidak perlu dilakukan pendimensian ulang saluran. Berdasarkan hasil pengamatan langsung dan wawancara peneliti dengan warga sekitar, banjir yang terjadi di perumahan Sekretariat negara di karenakan luapan dari kali utan kayu yang melebihi beban kapasitasnya ketika terjadi hujan, hal ini semakin diperparah oleh kondisi saluran drainase yang tertutup lumpur dan kurangnya peresapan oleh karena itu diperlukan suatu optimalisasi saluran agar genangan air dilokasi tersebut dapat teratasi.

Optimasi Saluran Dengan Sumur Resapan

Optimalisasi saluran drainase menggunakan sumur resapan berdasarkan persyaratan SNI Nomer 03-2453-2002, Berdasarkan data-data yang didapat, sangat memungkinkan sumur resapan di aplikasikan di perumahan Sekretariat Negara kelurahan Cempaka Putih. Berikut data-data yang diperlukan untuk perhitungan sumur resapan:

Luas genangan: $\pm 4 \text{ ha}$

Kondisi lahan: rata-rata kemiringan 1% (syarat $< 11\%$)

Koefisien permeabilitas tanah (k): 0,001 cm/detik, 5-8 m adalah pasir halus dan kasar dan 8-12 m adalah cadas (syarat $\geq 2,0 \text{ cm/jam}$)

Kondisi muka air tanah : 8-9 meter (syarat $\geq 3 \text{ meter}$)

Jumlah rumah yang memenuhi syarat : 245 rumah dengan luas rata-rata 120 m^2 .

Untuk bentuk dan ukuran kontruksi sumur resapan air mengacu pada SNI Nomer 03-2459-1991 yang dikeluarkan oleh Departemen KIMPRASWIL, yaitu berbentuk silinder dengan ukuran 0,8 m dan maksimum 1,4 m dengan perhitungan sebagai berikut:

Luas rumah 120 m^2 (8m x 15m):

- Kemiringan atap 30°
- Luasan miring setengah atap $69,28 \text{ m}^2/0,00006928 \text{ km}^2$
- Panjang miring atap 4,62 m
- Koefisien pengaliran atap genteng 0,95
- Panjang talang 15m dengan kemiringan rencana talang 2 % ($V=0,9 \text{ m/det}$).

Untuk menentukan dimensi sumur resapan diperlukan terlebih dahulu debit air yang jatuh di atap. Langkah-langkah menghitung debit atap adalah sebagai berikut:

1. Menghitung t_c di atap

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L \cdot \frac{n}{\sqrt{S}} = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot 4,62 \cdot \frac{0,014}{\sqrt{0,58}} = 0,18 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_{\text{talang}}}{60 \cdot V_{\text{talang}}} = \frac{15}{60 \cdot 0,9} = 0,27 \text{ menit}$$

$$t_c = 0,18 + 0,27 = 0,45 \text{ menit} = 0,0075 \text{ jam}$$

2. Menghitung I_r

$$I_r = \frac{I_{24}}{24 \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}} = \frac{155,368 \text{ mm}}{24 \left(\frac{24}{0,0075} \right)^{2/3}} = 10405,7 \text{ mm/jam}$$

3. Menghitung debit air hujan dari setengah atap

$$Q_{\text{atap}} = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{\text{atap}} = 0,278 \cdot 0,95 \cdot 1405,7 \cdot 0,00006928$$

$$Q_{\text{atap}} = 0,025 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Maka debit atap secara keseluruhan adalah $0,025 \text{ m}^3 / \text{detik}$

Setelah debit atap didapatkan, Selanjutnya menghitung kedalaman sumur resapan, Untuk menghitung kedalaman sumur resapan menggunakan formula Sunjoto dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Di ambil diameter sumur 0,8

2. $F = 5,5 \cdot R$ (SNI Nomer 03-2459-1991) $F = 5,5 \cdot 0,8 = 4,4$

3.
$$H = \frac{Q}{F \cdot k} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot k \cdot T}{\pi \cdot r^2}} \right) = \frac{0,025}{4,4 \cdot 0,001} \left(1 - e^{-\frac{4,4 \cdot 0,00127}{\pi \cdot 0,4^2}} \right) = 1,195 \approx 1,2 \text{ m}$$

Kapasitas sumur resapan dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$V = \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$$

$$V = 2 \cdot \pi \cdot r^2 \times \text{tinggi}$$

$$V = 2 \cdot \pi \cdot 0,4^2 \cdot 1,2$$

$$V = 1,206 \text{ m}^3$$

Sedangkan debit resapan dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$A = 2 \cdot \pi \cdot 0,4^2$$

$$A = 1,005 \text{ m}^2$$

Koefisien permeabilitas: 0,001
maka:

$$Q_{\text{resapan}} = A \cdot V$$

$$Q_{\text{resapan}} = 1,005 \cdot 1,206$$

$$Q_{\text{resapan}} = 0,001005 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Maka debit tertampung adalah:

$$Q_{\text{tertampung}} = Q_{\text{atap}} - Q_{\text{resapan}}$$

$$Q_{\text{tertampung}} = 0,025 - 0,001005$$

$$Q_{\text{tertampung}} = 0,023995 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Maka waktu yang diperlukan untuk pengisian sumur resapan adalah sebagai berikut:

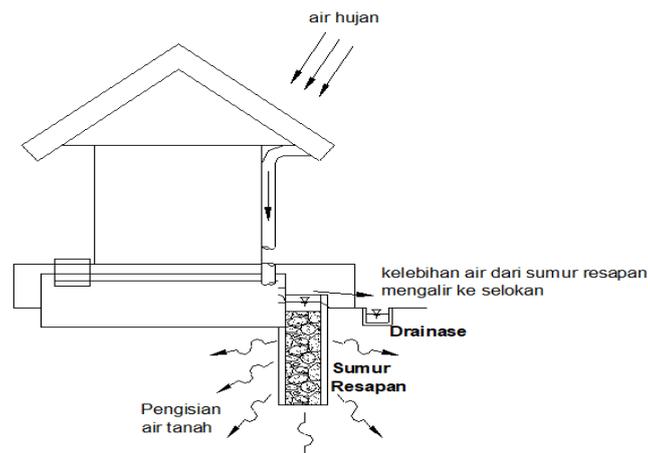
$$t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{1,206}{0,023995}$$

$$t = 50,36 \approx 51 \text{ det}$$

Dari perhitungan di atas, di dapat hasil bahwa untuk satu sumur resapan dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 2,4 m, kapasitas sumur resapan adalah 1,2063 m³ dan diperlukan waktu pengisian sumur resapan selama 51 detik.

Untuk penggunaan 30 buah sumur resapan di perumahan Sekretariat Negara dapat disimpulkan bahwa debit air hujan yang tereduksi adalah sebesar 36,189 m³ selama hujan 51 detik sedangkan debit rencana pada atap 30 rumah selama hujan 51 detik adalah 38,25 m³ dan jika di prosentasekan, maka air hujan yang tereduksi mencapai 94,61% dengan demikian beban saluran drainase ke hilir dapat dikurangi.



Gambar 8. Ilustrasi Alur Air Hujan di Rumah

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah kondisi saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana 5 tahunan. Nilai debit rancangan 5 tahunan yang didapat sebesar 2,467 m³/dtk sedangkan daya tampung saluran drainase eksisting sebesar 0,024 m³/dtk. Optimasi kinerja saluran menggunakan sumur resapan berbentuk silinder dengan dimensi sumur berdiameter 0,8 m dan memiliki kedalaman 2,4 m, sehingga kapasitas sumur resapan adalah 1,2063 m³ dan diperlukan waktu pengisian sumur resapan selama 51 detik.

Saran

Saran yang diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Dengan membandingkan debit banjir rencana dan daya tampung drainase eksisting, tidak perlu dilakukan redesain saluran drainase eksisting karena saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rancangan 5 tahun yang akan datang.
2. Perlu dilakukan pembersihan saluran secara berkala oleh masyarakat sekitar maupun dinas

terkait agar saluran dapat bekerja secara maksimal.

3. Berkurangnya daerah resapan di wilayah ini menyebabkan waktu dari berkumpulnya air ketika terjadi hujan semakin pendek yang berdampak pada akumulasi dari air hujan dapat melebihi daya tampung atau kapasitas dari sungai yang ada di wilayah tersebut. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan pada saat hujan, genangan berasal dari luapan kali Utan Kayu, sehingga kali Utan Kayu perlu di lakukan perhitungan ulang debit banjirnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitbang Kimpraswil. 2001. Ringkasan Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan SNI No.03-2459-1991. Jakarta: Departemen Kimpraswil
- Badan Standarisai Nasional. 2002. SNI Nomer 03-2453-2002. Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sunjoto. 1987. Sistem Drainase Air Hujan Yang Berwawasan

- Lingkungan. Jogjakarta: Makalah PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada.
- Maryono, Agus. 2003. Konsep Ekodrainase sebagai Pengganti Drainase Konvensional. Pusat Studi Transportasi dan Logistik UGM, Yogyakarta.
- Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Praharseno, Fikri, dan Heri Suprpto. 2012. Perencanaan Sistem Drainase Di Kecamatan Cempaka Putih Jakarta Pusat. Skripsi. Depok: Universitas Gunadarma.
- Wibisono, Anom, Eka Nur Fitriani, Paksi Dwiyanto Wibowo. 2022. Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrain) Di Depo BackUp Area KBN SBU Kawasan Marunda: Jurnal Konstruksia Volume 14 nomor 1.
- Triyono, Djoko Marsono, Tukidal Yunianto. 2015. Rekayasa Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Kawasan Industri Piyungan Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta: Majalan Geografi Indonesia Volume 29 nomor 1.
- Nurhapni dan Hani Burhanudin. 2011. Kajian Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Perumahan: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Volume 11 nomor 1.
- Rahma Putri, Jami'atulail, Muhammad Zunurianto, Bobby Asukmajaya R. 2022. Perencanaan Drainase Ramah Lingkungan Perumahan di Kecamatan Driyorejo Kabupaten Gresik: Jurnal Skripsi Online MRK Polinema Volume 3 nomor 2.