

BAB VI

ANALISIS KAPASITAS DAN PERENCANAAN SALURAN

6.1 KAPASITAS TAMPUNG SALURAN EKSISTING

Pada bab sebelumnya, telah diperoleh debit banjir rencana saluran drainase. Untuk mengetahui kapasitas tampung saluran drainase eksisting, dilakukan dengan cara memperhitungkan unsur-unsur geometris saluran drainase seperti dimensi saluran, luas *catchment area*, koefisien aliran dan kemiringan lahan (*slope*), yang nantinya akan diperoleh debit kapasitas tampung saluran.

Kapasitas tampung saluran eksisting yang telah diperoleh dibandingkan dengan debit banjir rencana kala ulang, sehingga dapat diketahui saluran drainase masih dapat menampung debit banjir atau perlu dilakukan redesain saluran agar mampu menampung debit banjir yang terjadi.

Kapasitas tampung saluran diperoleh dengan menghitung debit yang dapat ditampung saluran dengan dimensi yang telah ada, kemudian dibandingkan dengan debit banjir rencana untuk mengetahui apakah saluran masih mampu menampung debit banjir di masa yang akan datang. Dengan perhitungan yang disajikan pada Tabel 6.1 sebagai berikut.

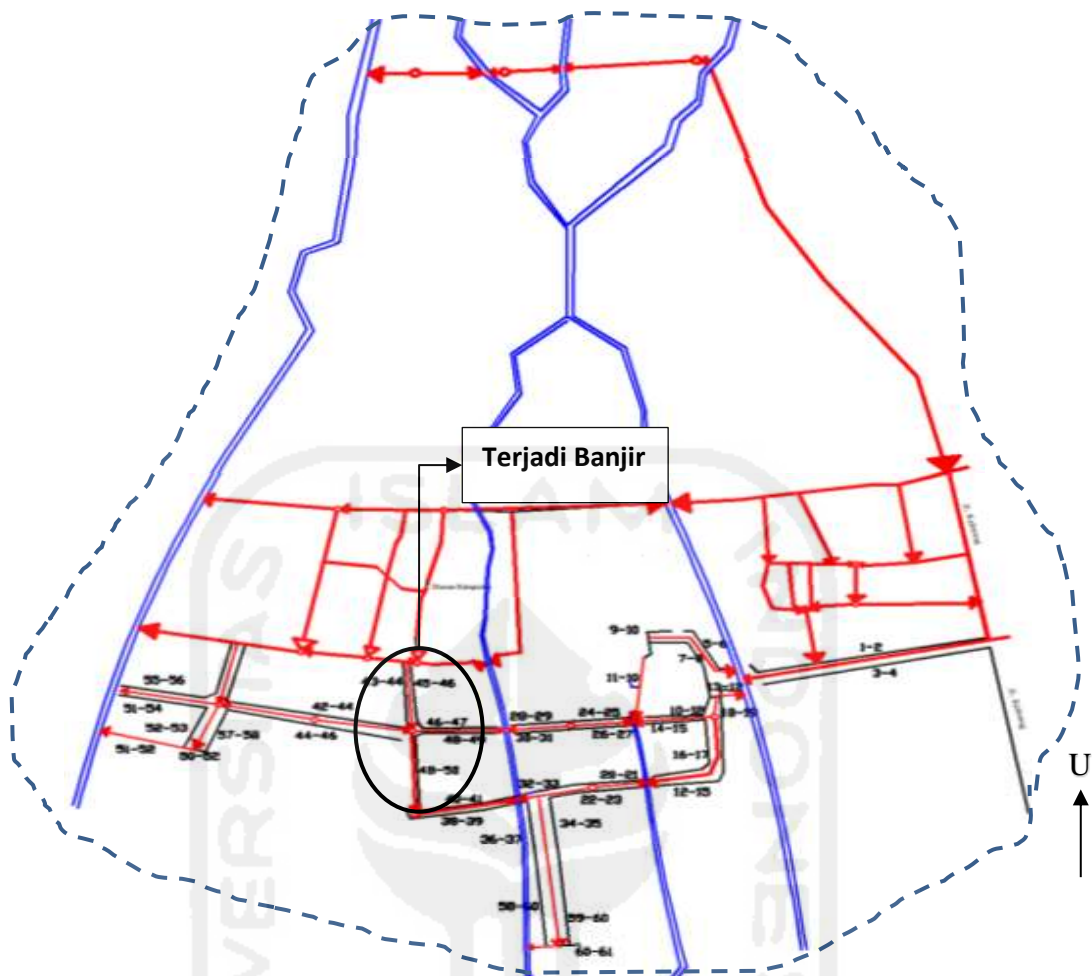
Tabel 6.1 Kondisi saluran existing terhadap debit banjir kala ulang

No	Saluran		b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	V	Q _{existing} (m ³ /det)	Q _{banjir} (m ³ /det)		Selisih (m ³ /det)	Ket
	ke	Dari										2 thn	5 thn		
1	1	2	0.5	1	0.5	2.5	0.200	0.025	0.040	3.474	1.737	0.757	0.956	0.781	Aman
2	3	4	0.5	1	0.5	2.5	0.200	0.025	0.010	3.534	1.767	0.040	0.051	1.716	Aman
3	5	6	0.47	0.6	0.282	1.67	0.169	0.025	0.010	2.872	0.810	0.090	0.113	0.697	Aman
4	7	8	0.6	0.6	0.36	1.8	0.200	0.025	0.010	2.667	0.960	0.071	0.090	0.870	Aman
5	9	10	0.5	0.4	0.2	1.3	0.154	0.025	0.120	2.671	0.534	0.031	0.039	0.495	Aman
6	11	10	0.5	0.4	0.2	1.3	0.154	0.025	0.010	2.299	0.460	0.154	0.195	0.265	Aman
7	10	12	0.5	0.4	0.2	1.3	0.154	0.025	0.070	2.608	0.522	0.042	0.053	0.468	Aman
8	13	12	0.5	0.4	0.2	1.3	0.154	0.025	0.001	2.332	0.466	0.101	0.128	0.339	Aman
9	14	15	0.6	0.8	0.48	2.2	0.218	0.025	0.040	3.538	1.698	0.013	0.016	1.682	Aman
10	12	15	0.5	0.4	0.2	1.3	0.154	0.025	0.070	2.804	0.561	0.032	0.040	0.521	Aman
11	16	17	0.5	0.8	0.4	2.1	0.190	0.025	0.030	3.979	1.592	0.089	0.113	1.479	Aman
12	18	19	0.5	0.8	0.4	2.1	0.190	0.025	0.020	2.608	1.043	0.032	0.040	1.003	Aman
13	20	21	0.5	1.3	0.65	3.1	0.210	0.025	0.020	3.260	2.119	0.124	0.157	1.963	Aman
14	22	23	0.5	1	0.5	2.5	0.200	0.025	0.010	3.128	1.564	0.005	0.006	1.557	Aman
15	24	25	0.4	0.7	0.28	1.8	0.156	0.025	0.020	2.825	0.791	0.065	0.083	0.708	Aman
16	26	27	0.4	0.7	0.28	1.8	0.156	0.025	0.030	2.869	0.803	0.015	0.019	0.785	Aman
17	28	29	0.4	0.7	0.28	1.8	0.156	0.025	0.020	2.211	0.619	0.079	0.100	0.519	Aman
18	30	31	0.4	0.7	0.28	1.8	0.156	0.025	0.050	1.818	0.509	0.012	0.015	0.494	Aman
19	32	33	0.5	1.3	0.65	3.1	0.210	0.025	0.010	3.504	2.277	0.096	0.121	2.157	Aman
20	34	35	0.5	0.6	0.3	1.7	0.176	0.025	0.100	2.891	0.867	0.015	0.019	0.848	Aman
21	36	37	0.5	0.6	0.3	1.7	0.176	0.025	0.100	2.914	0.874	0.011	0.013	0.861	Aman
22	38	39	0.4	0.5	0.2	1.4	0.143	0.025	0.020	2.814	0.563	0.082	0.103	0.460	Aman
23	40	41	0.4	0.5	0.2	1.4	0.143	0.025	0.020	2.769	0.554	0.289	0.365	0.189	Aman

Lanjutan Tabel 6.1

No	Saluran		b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	V	Q _{existing} (m ³ /det)	Q _{banjir} (m ³ /det)		Selisih (m ³ /det)	Ket
	ke	Dari										2 thn	5 thn		
24	42	44	0.6	0.8	0.48	2.2	0.218	0.025	0.010	3.829	1.838	0.201	0.254	1.584	Aman
25	43	44	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.025	0.030	2.290	0.366	1.829	2.309	-1.943	Melimpas
26	45	46	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.025	0.030	2.228	0.357	1.818	2.296	-1.940	Melimpas
27	44	46	0.8	1.3	1.04	3.4	0.306	0.025	0.030	4.675	4.862	1.251	1.579	3.283	Aman
28	46	47	0.7	0.7	0.49	2.1	0.233	0.025	0.010	3.371	1.652	0.152	0.192	1.460	Aman
29	48	49	0.6	0.9	0.54	2.4	0.225	0.025	0.010	3.208	1.733	0.068	0.086	1.646	Aman
30	48	50	0.6	0.7	0.42	2	0.210	0.025	0.030	3.466	1.456	0.025	0.031	1.424	Aman
31	51	52	0.6	0.7	0.42	2	0.210	0.025	0.030	3.529	1.482	0.015	0.019	1.463	Aman
32	50	52	0.6	0.7	0.42	2	0.210	0.025	0.001	3.293	1.383	0.036	0.045	1.338	Aman
33	52	53	0.5	0.9	0.45	2.3	0.196	0.025	0.010	3.204	1.442	0.080	0.102	1.340	Aman
34	51	54	0.5	0.9	0.45	2.3	0.196	0.025	0.010	3.038	1.367	0.104	0.131	1.236	Aman
35	55	56	0.3	0.4	0.12	1.1	0.109	0.025	0.010	1.996	0.239	0.095	0.120	0.119	Aman
36	57	58	0.3	0.5	0.15	1.3	0.115	0.025	0.030	2.355	0.353	0.207	0.262	0.091	Aman
37	59	60	0.3	0.4	0.12	1.1	0.109	0.025	0.060	2.339	0.281	0.207	0.262	0.019	Aman
38	58	60	0.3	0.4	0.12	1.1	0.109	0.025	0.110	2.073	0.249	0.048	0.060	0.189	Aman
39	60	61	0.3	0.4	0.12	1.1	0.109	0.025	0.050	2.218	0.266	0.009	0.011	0.255	Aman

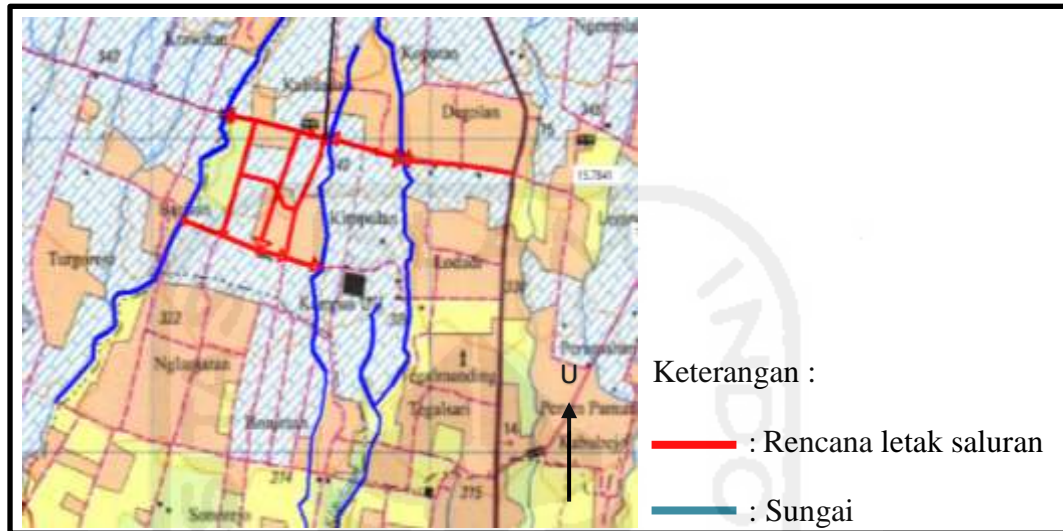
Dari hasil perhitungan diketahui bahwa saluran 43 – 44 dan saluran 45- 46 tidak mampu menampung debit banjir.sehingga perlu dilakukan rekayasa agar tidak terjadi banjir ketika terjadi hujan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.1 sebagai berikut.



Gambar 6.1 Daerah layanan sistem saluran drainase eksisting

Saluran drainase Kampus Terpadu UII umumnya masih mampu untuk menampung debit banjir yang terjadi, tetapi terdapat beberapa saluran drainase, yaitu saluran 43 – 44 dan saluran 45- 46, yang apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi tidak dapat menampung debit banjir, dikarenakan adanya aliran limpasan hujan dari Dusun Kopatan dan Dusun Kimpulan yang ikut masuk membebani saluran drainase kampus. Limpasan air dari Dusun Kopatan dan Dusun Kimpulan masuk dikarenakan tidak adanya saluran drainase pada daerah-daerah tersebut yang mengalirkan air ke sungai sehingga air limpasan masuk ke kawasan kampus dan membebani drainase Kampus Terpadu UII. Untuk menghindari terjadinya banjir, maka aliran hujan yang terjadi di Dusun Kopatan dan Dusun Kimpulan dialirkan menuju sungai terdekat yang berada di barat dan timur dusun-

dusun tersebut dengan membuat saluran drainase sehingga air limpasan pada daerah-daerah tersebut tidak ikut membebani saluran drainase Kampus Terpadu UII, dengan rencana saluran drainase yang disajikan pada Gambar 6.2 sebagai berikut

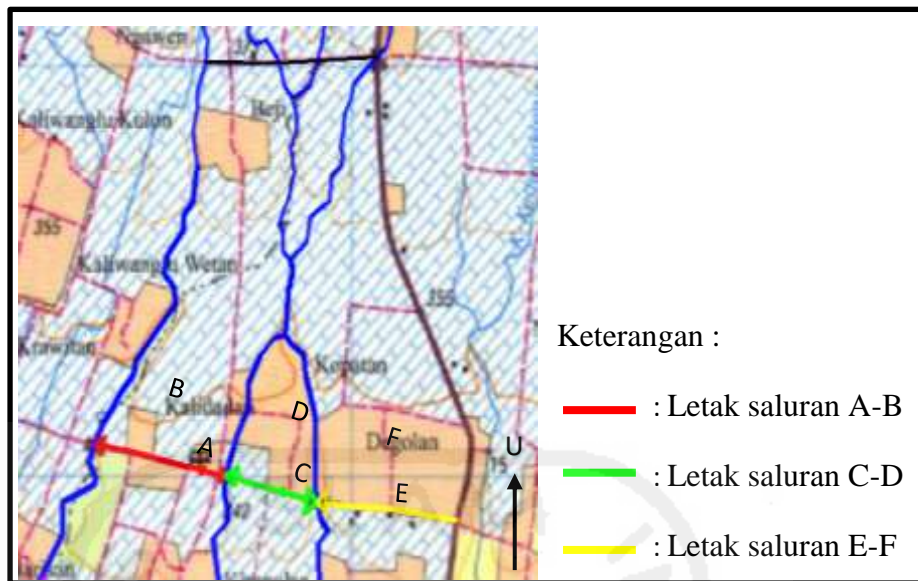


Gambar 6.2 Rencana letak saluran drainase

6.2 PERENCANAAN SALURAN

6.2.1 Perencanaan Saluran Daerah Kopatan

Perencanaan saluran drainase dirancang menggunakan metode drainase kawasan. Saluran drainase yang direncanakan merupakan saluran terbuka samping jalan yang memiliki sungai yang akan dijadikan sebagai tempat pembuangan air hujan. Dengan rencana letak saluran drainase yang dapat dilihat pada Gambar 6.3 sebagai berikut.



Gambar 6.3 Rencana letak saluran drainase Dusun Kopatan

Dari hasil survei dan data topografi diperoleh data-data luasan daerah layanan drainase disajikan pada Tabel 6.2 sebagai berikut.

Tabel 6.2 Koefisien limpasan daerah

No	Saluran		Panjang saluran	Tataguna lahan	A (Km ²)	C	A x C	C _{rata-rata}
	Ke	Dari						
1	A	B	332.3	Pemukiman	0.0502	0.6	0.03012	0.304351
				sawah	0.1038	0.5	0.01675	
	Total				0.154		0.04687	
2	C	D	262.2	Pemukiman	0.0498	0.6	0.02988	0.596176
				sawah	0.00198	0.5	0.00099	
	Total				0.05178		0.03087	
3	E	F	364.72	Pemukiman	0.12	0.6	0.072	0.545455
				sawah	0.144	0.5	0.072	
	Total				0.264		0.144	

a. Waktu konsentrasi aliran

Perhitungan waktu konsentrasi didasarkan pada kondisi pengaliran di daerah tinjauan. Waktu konsentrasi ini terbagi menjadi 2 waktu, yaitu waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir sampai ke saluran (t_0) dan waktu yang dibutuhkan saluran untuk membuang air ke sungai (t_d).

Waktu konsentrasi pada saluran dihitung menggunakan persamaan (3.20), sebagai berikut.

$$t_d = \frac{332,3}{60 \times 1,26} = 4,393 \text{ menit}$$

Waktu konsentrasi pada lahan dihitung berdasarkan metode ARR (*Australian Rainfall and runoff*) dengan perhitungan berikut.

$$t_o = 0,76.A^{0,38} = 0,76 \times 0,154^{0,38} = 22,39 \text{ menit.}$$

Maka dengan persamaan (3.21) diperoleh waktu konsentrasi total sebagai berikut.

$$t_c = t_d + t_o = 26,79 \text{ menit.}$$

Dengan cara yang sama, untuk masing-masing saluran diperoleh waktu konsentrasi pada Tabel 6.3 sebagai berikut.

Tabel 6.3 Waktu konsentrasi saluran

No	Saluran		Panjang saluran	t_o (menit)	t_d (menit)	t_c (menit)
	Ke	Dari				
1	A	B	332,3	22,39	4,39	26,79
2	C	D	262,2	14,802	2,92	17,73
3	E	F	364,7	27,48	2,04	30,45

b. Perhitungan debit banjir rancangan

Perhitungan debit aliran yang dipengaruhi oleh koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas *catchment area*. Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan hujan kala ulang 5 tahun dan waktu konsentrasi total.

$$I = \frac{101,667}{24} \left[\frac{24}{\left(\frac{26,79}{60}\right)} \right]^{\frac{2}{3}} = 60,33 \text{ mm/jam}$$

Kemudian dengan persamaan (5.2) diperoleh debit banjir rancangan sebagai berikut.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,304 \times 60,33 \times 0,154 = 0,785 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan cara yang sama, untuk masing-masing saluran diperoleh debit banjir rancangan yang disajikan pada Tabel 6.4 sebagai berikut.

Tabel 6.4 Debit banjir rancangan masing-masing saluran

No	Saluran		Panjang saluran	A (Km ²)	C	t _o (menit)	t _d (menit)	t _c (menit)	I (m ³ /jam)	Q _{banjir} (m ³ /det)
	Ke	Dari								
1	A	B	332,3	0,154	0,304	22,39	4,39	26,79	60,33	0,7854
2	C	D	262,2	0,051	0,596	14,802	2,92	17,73	79,43	0,6811
3	E	F	364,7	0,264	0,545	27,48	2,04	30,45	55,38	2,2154

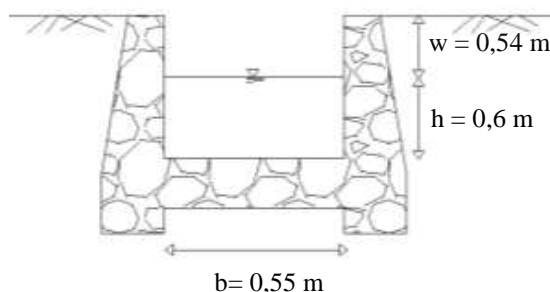
c. Penentuan dimensi saluran

Saluran direncanakan menggunakan saluran beton berbentuk segi empat, perhitungan menggunakan Q_{banjir} 5 tahun dengan angka kekasaran Manning (n) = 0,013 sebagai berikut.

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$0,7854 = bh \times \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{bh}{b+2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

Dengan persamaan tersebut diperoleh dimensi saluran h = 0,6 m dan b = 0,55 m Untuk menambah keamanan ditambahkan tinggi jagaan sebesar w = $\sqrt{0,5 \times h} = 0,54$ m. Dengan tampang dimensi pada gambar 6.4 sebagai berikut.



Gambar 6.4 Tampang dimensi saluran drainase kawasan Kopatan

Dengan cara yang sama, untuk masing-masing saluran diperoleh dimensi yang disajikan pada Tabel 6.5 sebagai berikut.

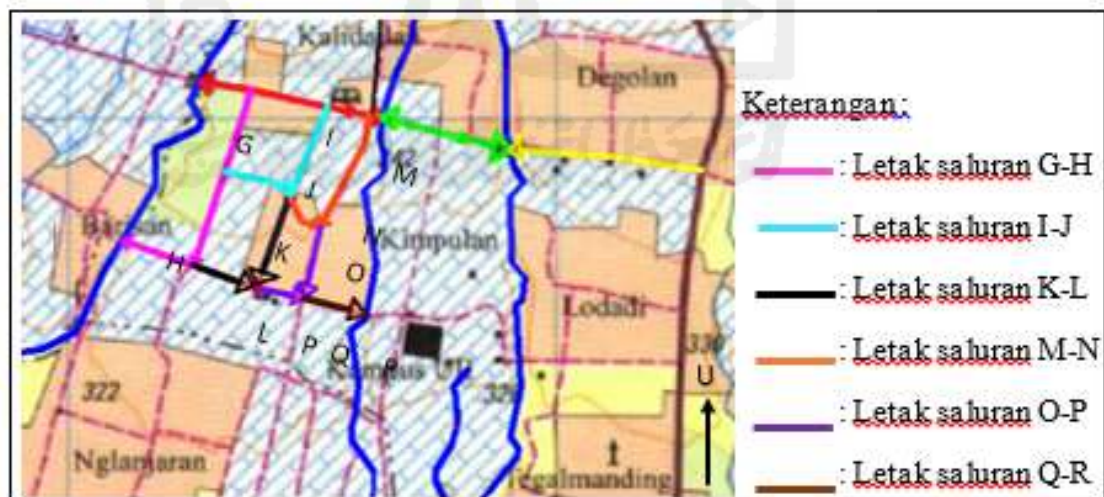
Tabel 6.5 Dimensi rancangan masing-masing saluran

No	Saluran		Q _{banjir} (m ³ /det)	n	h (m)	b (m)	w (m)	A (m ²)	P (m ²)	Q _{tam} (m ³ /det)	Ket
	Ke	Dari									
1	A	B	0,7854	0.013	0,6	0,55	0,54	0,63	2,84	0,795	Aman
2	C	D	0,6811	0.013	0,5	0,55	0,5	0,55	2,55	0,833	Aman
3	E	F	2,2154	0.013	1	0,65	0,7	1,11	4,06	2,271	Aman

6.2.2 Perencanaan Saluran Daerah Kimpulan

Daerah Dusun Kimpulan secara umum terdiri atas daerah perumahan, dari pengamatan dan wawancara dengan warga sekitar, ketika terjadi hujan limpasan air hujan mengalir masuk ke lingkungan Kampus Terpadu UII sehingga ikut membebani saluran drainase kampus. Untuk menghindari masuknya air limpasan hujan dari Dusun Kimpulan tersebut, maka direncanakan saluran drainase yang langsung mengalirkan aliran limpasan tersebut langsung ke sungai sehingga tidak ikut masuk membebani saluran drainase kampus.

Saluran drainase yang direncanakan merupakan saluran terbuka samping jalan yang memiliki sungai yang akan dijadikan sebagai tempat pembuangan air hujan. Dengan letak saluran disajikan pada Gambar 6.5 sebagai berikut.



Gambar 6.5 Letak rencana saluran drainase Dusun Kimpulan

Dengan cara yang sama seperti pada Dusun Kopatan perencanaan saluran Dusun Kimpulan diperoleh hasil perhitungan debit banjir untuk tiap-tiap saluran drainase yang dapat dilihat pada Tabel 6.6 sebagai berikut.

Tabel 6.6 Hasil perhitungan debit banjir masing-masing saluran

No	Saluran		Panjang saluran	A (Km ²)	C	t _o (menit)	t _d (menit)	t _c (menit)	I (m ³ /jam)	Q _{banjir} (m ³ /det)
	Ke	Dari								
1	G	H	348,2	0,0391	0,42	13,30	4,268	17,573	79,91	0,372
2	I	J	190,1	0,0232	0,54	10,91	2,331	13,241	96,51	0,340
3	K	L	184,2	0,0486	0,6	14,45	1,477	16,529	83,25	0,674
4	M	N	234,1	0,0184	0,53	9,99	2,869	12,86	98,411	0,269
5	O	P	141,8	0,0796	0,6	17,43	1,047	18,478	77,287	1,025
6	Q	R	121,7	0,1081	0,49	19,58	2,412	20,421	72,303	1,074

Setelah diperoleh debit banjir, dimensi saluran dapat direncanakan. Saluran direncanakan menggunakan bahan beton berbentuk segi empat, dengan angka kekasaran Manning (n) = 0,013 dengan perhitungan menggunakan persamaan (3.24) diperoleh dimensi saluran sebagai berikut.

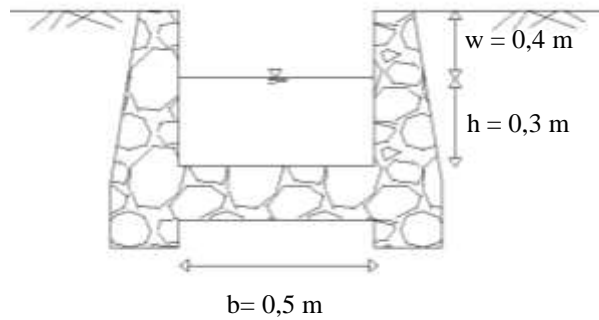
$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$0,372 = bh \times \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{bh}{b+2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

Dengan persamaan tersebut diperoleh dimensi saluran h = 0,3 m dan b = 0,5 m. Untuk menambah keamanan ditambahkan tinggi jagaan sebesar $w = \sqrt{0,5 \times h} = 0,4$ m. Dengan dimensi tiap-tiap saluran disajikan pada Tabel 6.7 dan tampang saluran pada Gambar 6.6 sebagai berikut.

Tabel 6.7 Dimensi masing-masing saluran pada Dusun Kimpulan

No	Saluran		Q _{banjir} (m ³ /det)	n	h (m)	b (m)	w (m)	A (m ²)	P (m ²)	Q _{tam} (m ³ /det)	Ket
	Ke	Dari									
1	G	H	0,372	0,013	0,3	0,5	0,4	0,34	1,87	0,467	Aman
2	I	J	0,340	0,013	0,3	0,5	0,4	0,34	1,87	0,467	Aman
3	K	L	0,674	0,013	0,4	0,55	0,44	0,46	2,24	0,688	Aman
4	M	N	0,269	0,013	0,3	0,5	0,4	0,34	1,87	0,467	Aman
5	O	P	1,025	0,013	0,4	0,55	0,44	0,46	2,24	1,052	Aman
6	Q	R	1,074	0,013	0,4	0,55	0,44	0,46	2,24	1,124	Aman



Gambar 6.6 Tampang dimensi saluran drainase Kimpulan

Setelah adanya saluran pada Dusun Koptan dan Dusun Kimpulan, saluran no 25 dan 26 mengalami penurunan debit banjir. Perbandingan kapasitas tampung saluran saluran no 25 dan 26 setelah adanya saluran pada Dusun Koptan dan Dusun Kimpulan dapat dilihat pada Tabel 6.8 sebagai berikut.

Tabel 6.8 Perbandingan debit banjir

No	Saluran		Q _{banjir} (m ³ /det)		Q _{banjir} (m ³ /det)		Q _{eksisting} (m ³ /det)	Selisih (m ³ /det)	Ket
	ke	Dari	Sebelum ada saluran		Sesudah ada saluran				
			2 thn	5 thn	2 thn	5 thn			
25	43	44	1.877	2.370	0.057	0.072	0.695	0.624	Aman
26	45	46	1.867	2.357	0.020	0.025	0.695	0.670	Aman