

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN PAJARAKAN, KABUPATEN PROBOLINGGO

Edgar Adiputra Winarko¹, Evan Antonio Richard², Cilcia Kusumastuti³, dan Ruslan Djajadi⁴

ABSTRAK: Sistem drainase dalam suatu perkotaan merupakan infrastruktur yang cukup vital bagi sebuah kota. Tanpa sistem drainase yang baik, banjir dapat terjadi pada kota tersebut. Banjir akan menyebabkan kerugian harta berupa gagal panen, properti rusak, bahkan korban jiwa. Tujuan dari penelitian kali ini adalah menganalisis dan mengevaluasi kapasitas saluran-saluran drainase di Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan tahun 2007 - 2016, dan masterplan drainase serta data tata guna lahan di Kecamatan Pajarakan. Sebaran data hujan dalam penelitian ini sesuai dengan distribusi Log Pearson Tipe III. Kedalaman hujan rencana dan debit banjir rencana maksimum dihitung untuk periode ulang 2 (dua) tahun sebesar 94,6 mm dan 0,155 m³/detik. Hasil evaluasi kapasitas saluran menunjukkan bahwa sebagian besar saluran drainase yang telah ada di Kecamatan Pajarakan telah memadai untuk menanggulangi banjir rencana

KATA KUNCI: debit banjir rencana, hujan rencana, Log Pearson Tipe III, sistem drainase, tata guna lahan

1. PENDAHULUAN

Drainase mempunyai pengertian mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air (Suripin, 2004). Drainase merupakan bangunan air yang berfungsi untuk mengatasi kelebihan air dari hujan atau irigasi dengan cara mengalirkan air ke saluran saluran kecil, lalu dari saluran saluran air kecil tersebut disalurkan lagi ke saluran yang lebih besar dan pada akhirnya air akan sampai ke laut sehingga di tempat dimana air yang pertama dialirkan tersebut jumlah airnya akan optimum untuk kehidupan.

Beberapa tahun belakangan ini, Indonesia mengalami kemajuan yang pesat termasuk Kabupaten Probolinggo di beberapa kecamatan-kecamatanannya salah satunya Kecamatan Pajarakan. Kemajuan yang pesat di Indonesia seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Kenaikan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan kebutuhan lahan untuk tempat tinggal. Perubahan lahan menjadi pemukiman membawa dampak hidrologis, salah satunya yaitu kenaikan debit limpasan permukaan. Oleh karena itu dalam penelitian ini, dicoba mengevaluasi besarnya debit limpasan yang mampu dialirkan saluran-saluran drainase di Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo.

2. DESKRIPSI WILAYAH PENELITIAN

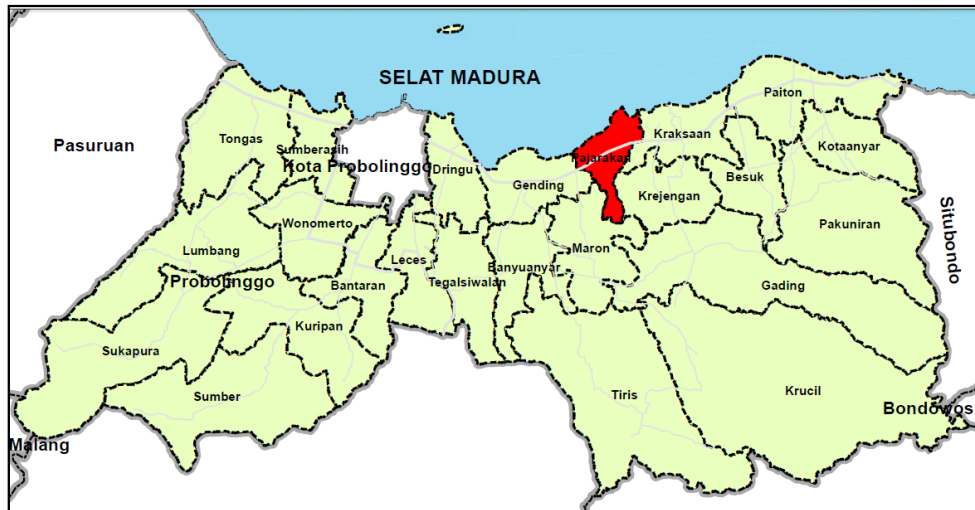
Kecamatan Pajarakan merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Batas administrasi Kecamatan Pajarakan adalah di sebelah Utara berbatasan dengan Selat Madura, disebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Maron, disebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Gending dan Maron dan di sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Kraksaan dan Krejengan.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413005@john.petra.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413036@john.petra.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, cilcia.k@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya



Gambar 1. Peta Orientasi Kecamatan Pajarakan
(Sumber: Album Peta Masterplan Drainase Kecamatan Pajarakan)

3. CURAH HUJAN AREA

Curah hujan area merupakan curah hujan yang mewakili suatu area luasan tertentu. Cara perhitungan curah hujan area yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Polygon Thiessen. Metode tersebut dapat digunakan jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. (Suripin, 2004)

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^N P_i \cdot A_i / A$$

Dimana :

\bar{P} = curah hujan rata-rata pada daerah tersebut

P_i = curah hujan dari masing-masing stasiun

A_i = luas daerah yang diwakili masing-masing stasiun

A = luas daerah tersebut

N = banyaknya stasiun pada daerah tersebut

A_i/A = faktor luas atau Thiessen rasio

Dari Hasil Poligon Thiessen diketahui bahwa stasiun hujan yang berpengaruh pada curah hujan Kecamatan Pajarakan yaitu Stasiun Pajarakan, Adiboyo, Jati Ampuh, Krejengan, dan Kraksaan. Hasil perhitungan curah hujan rata-rata yang ada di Kecamatan Pajarakan dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Kecamatan Pajarakan

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2007	101,7
2	2008	109,7
3	2009	81,7
4	2010	72,5
5	2011	66,7
6	2012	147,7
7	2013	121,3
8	2014	80,8
9	2015	85,8
10	2016	115,8
Total		983,7
Rata-rata		98,37

4. ANALISIS FREKUENSI DAN PEMILIHAN JENIS DISTRIBUSI DATA HUJAN DI KECAMATAN PAJARAKAN

Analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui curah hujan ekstrim yang mungkin terjadi di suatu daerah yang hasilnya nantinya akan menjadi patokan dalam mendesain suatu sistem drainase. Analisis frekuensi digunakan untuk menghitung curah hujan rencana yang mungkin terjadi pada periode ulang tertentu. Untuk saluran drainase di Indonesia, umumnya digunakan periode ulang 2 sampai 5 tahun, sedangkan untuk sungai umumnya digunakan periode ulang 25 sampai 50 tahun.

Analisis frekuensi perlu dilakukan untuk mencari distribusi yang cocok dengan data curah hujan yang tercatat di stasiun pencatat hujan yang ada. Jenis distribusi frekuensi data hujan di Kecamatan Pajajaran, Kabupaten Probolinggo sesuai dengan distribusi Log Pearson Tipe III.

Langkah-langkah perhitungan curah hujan rencana dengan distribusi Log-Pearson tipe III (Soewarno, 1995):

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $Y = \log X$
- Hitung harga rata-rata

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

- Hitung simpangan baku

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0.5}$$

- Hitung koefisien kemiringan

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

Keterangan:

Y = nilai logaritmis dari

\bar{y} = nilai rata-rata dari Y

S = standar deviasi dari Y

K = karakteristik dari distribusi Log-Pearson Tipe III

Dari perhitungan didapatkan hasil $S = 0,0366$, $G = 0,6726$. Melalui G didapatkan curah hujan rencana 2 tahun sebesar 94,6 mm

5. WAKTU KONSENTRASI

Untuk dapat menghitung intensitas hujan diperlukan waktu konsentrasi sungai/saluran, pada penelitian ini waktu konsentrasi yang digunakan adalah waktu konsentrasi menurut Kirpich (Triadmodjo, 2009)

$$t_o = \frac{0,06628(L)^{0,77}}{S^{0,385}}$$

$$t_d = \frac{L}{V}$$

$$t_c = t_o + t_d$$

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan dasar sungai

Hasil perhitungan waktu konsentrasi di Kecamatan Pajajaran disajikan pada Tabel 3.

6. INTENSITAS HUJAN

Intensitas hujan diperlukan dalam menghitung debit banjir rencana. Rumusan intensitas hujan yang di pakai adalah rumusan Monolobe (Soewarno, 1995)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Hasil perhitungan intensitas hujan di Kecamatan Pajajaran disajikan pada Tabel 3.

7. KOEFISIEN ALIRAN PERMUKAAN

Koefisien aliran permukaan menunjukkan besarnya jumlah air yang akan dialirkan diatas tanah setelah air hujan menyentuh tanah setelah dikurangi jumlah air yang terserap ke dalam tanah. Faktor yang berpengaruh terhadap koefisien aliran permukaan ada banyak hal salah satunya yaitu persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutupan tanah dan intensitas hujan (Suripin, 2004).

Koefisien pengaliran di Kecamatan Pajarakan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Koefisien Pengaliran di Kecamatan Pajarakan

Peruntukan Lahan	Persentase	Luas (A)(km ²)	Nilai C	C x A
Hutan	32,89	6,9	0,03	0,21
Tegalan	31,13	6,53	0,4	2,61
Sawah	22,7	4,76	0,12	0,71
Permukiman	7,6	1,59	0,6	0,96
Perkebunan	1,18	0,25	0,4	0,1
Tanah rusak/Padang rumput	1,42	0,3	0,18	0,05
Tambak	0,77	0,16	0,1	0,02
Kebun campuran	0,69	0,14	0,4	0,06
Industri	0,51	0,11	0,5	0,05
Hutan rakyat	0,37	0,08	0,05	0,003
Danau	0,08	0,02	0,1	0,002
Lain-Lain	0,66	0,14	0,7	0,096
Total		20,98		4,873
Nilai C				0,23

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa lahan di Kecamatan Pajarakan secara garis besar didominasi oleh hutan, tegalan, dan sawah yang memiliki nilai C cukup kecil sehingga hasil nilai C komposit cukup kecil yaitu sebesar 0,23

8. DEBIT BANJIR RENCANA

Debit Rencana pada penelitian ini menggunakan metode Rasional, karena data luas daerah drainase dan koefisien pengaliran yang tersedia pada penelitian ini cocok dengan parameter yang ada dalam metode Rasional. Hasil perhitungan debit banjir rencana disajikan di **Tabel 3**.

$$Q = 0,278 C I A$$

dimana:

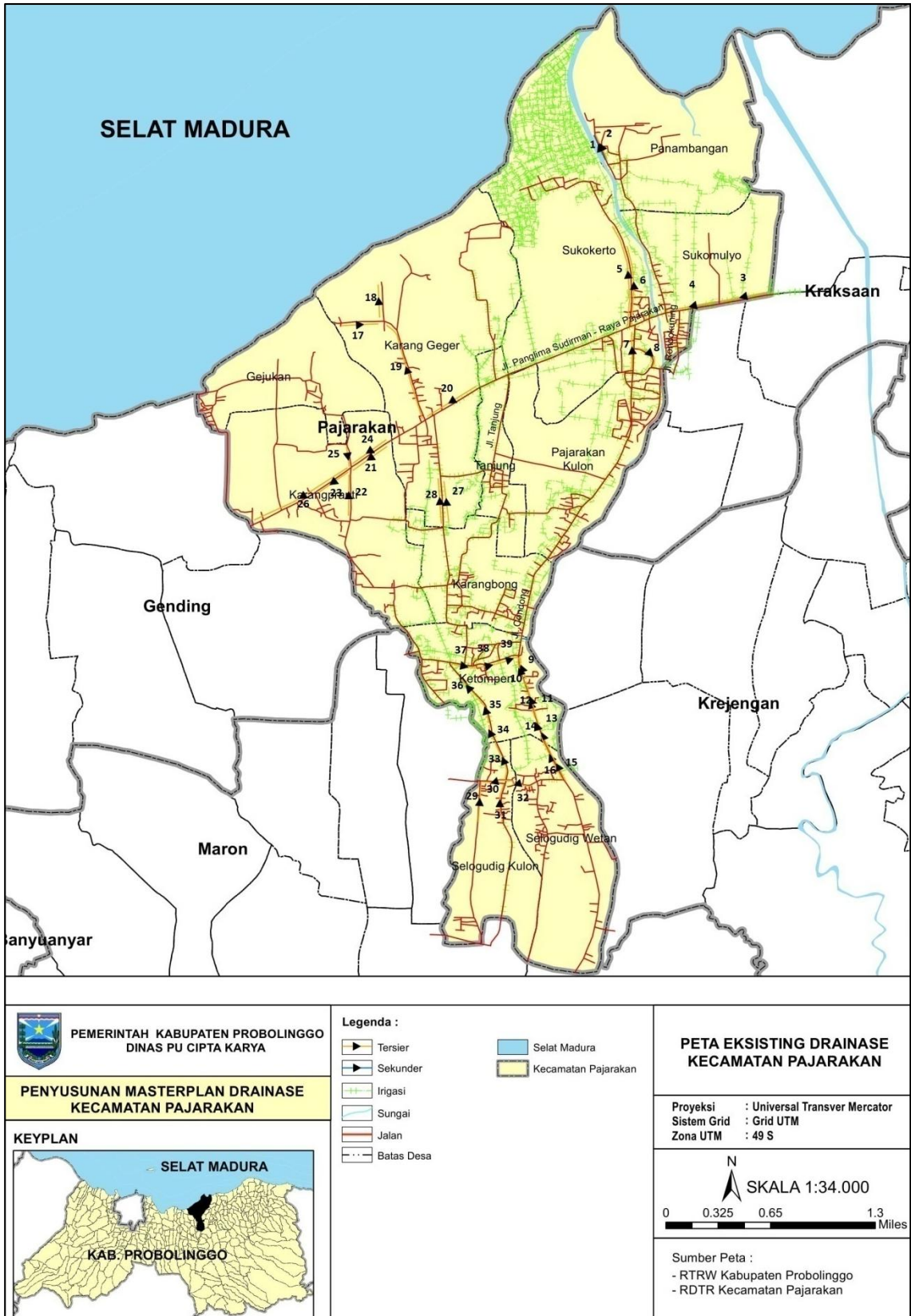
Q = Debit rencana saluran (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan yang sesuai dengan waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah drainase (km²)

Hasil perhitungan debit banjir rencana di Kecamatan Pajarakan disajikan pada **Tabel 3**.



Gambar 2. Peta Drainase Kecamatan Pajajaran

Tabel 3. Hasil Analisis Debit Saluran dengan Debit Rencana Kecamatan Pajajaran

Kode	Saluran	Hirarki	n	L (m)	b (m)	h (m)	A (m ²)	P	R	S	V (m/detik)	tc (jam)	A _{CA} (km ²)	I (mm/jam)	Q saluran (m ³ /detik)	Qlimpasan (m ³ /detik)	Ket
1	Panambangan 1 (*)	Tersier	0,015	268	0,3	0,3	0,09	0,9	0,10	0,004	0,8774	0,292	0,014	74,546	0,07896	0,066254	OK
2	Panambangan 2 (*)	Sekunder	0,015	268	0,3	0,3	0,09	0,9	0,10	0,004	0,8774	0,292	0,014	74,546	0,07896	0,066254	OK
3	Sukomulyo 1 (*)	Tersier	0,015	446	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,002	1,1582	0,480	0,017	53,521	0,46326	0,057149	OK
4	Sukomulyo 2 (*)	Tersier	0,015	475	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,002	1,1222	0,518	0,017	50,821	0,4489	0,054266	OK
5	Sukokerto 3 (*)	Tersier	0,015	1031	10	0,5	5	11	0,45	0,001	1,2274	1,214	0,034	28,813	6,13716	0,063006	OK
6	Sukokerto 4 (*)	Tersier	0,015	789	0,3	0,3	0,09	0,9	0,10	0,001	0,5113	1,149	0,034	29,897	0,04602	0,065378	NOT OK
7	Sukokerto 5 (*)	Tersier	0,015	368	10	0,5	5	11	0,45	0,003	2,0545	0,348	0,034	66,256	10,2724	0,144886	OK
8	Sukokerto 6 (*)	Tersier	0,015	287	0,3	0,3	0,09	0,9	0,10	0,003	0,8478	0,318	0,034	70,39	0,0763	0,153926	NOT OK
9	Ketompen 1 (*)	Tersier	0,022	228	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,004	1,1044	0,229	0,012	87,604	0,44177	0,069458	OK
10	Ketompen 2 (*)	Tersier	0,022	288	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	0,9827	0,306	0,012	72,174	0,39307	0,057224	OK
11	Ketompen 3 (*)	Tersier	0,022	262	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,004	1,0303	0,272	0,012	78,074	0,41211	0,061901	OK
12	Ketompen 4 (*)	Tersier	0,022	372	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	0,8646	0,422	0,012	58,315	0,34585	0,046235	OK
13	Ketompen 5 (*)	Tersier	0,022	303	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	0,958	0,326	0,012	69,191	0,38321	0,054858	OK
14	Ketompen 6 (*)	Tersier	0,022	98	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,010	1,6846	0,081	0,012	175,31	0,67383	0,138998	OK
15	Selogudik Wetan 1 (*)	Tersier	0,015	496	0,5	0,5	0,25	1,5	0,17	0,002	0,9066	0,573	0,012	47,52	0,22664	0,037676	OK
16	Selogudik Wetan 2 (*)	Tersier	0,015	327	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,3526	0,328	0,012	69,014	0,54103	0,054719	OK
17	Karang Geger 1 (**)	Tersier	0,015	331	0,95	0,5	0,725	2,36	0,31	0,003	1,1361	0,345	0,012	66,667	0,8237	0,052857	OK
18	Karang Geger 2 (**)	Tersier	0,015	369	0,95	0,5	0,725	2,36	0,31	0,003	1,076	0,395	0,012	60,952	0,78013	0,048326	OK
19	Karang Geger 3 (**)	Tersier	0,015	1020	0,95	0,5	0,725	2,36	0,31	0,001	0,6472	1,407	0,012	26,122	0,46923	0,020711	OK
20	Karang Geger 4 (**)	Tersier	0,015	570	0,8	0,35	0,4025	1,79	0,22	0,002	0,704	0,720	0,012	40,838	0,28337	0,032378	OK
21	Karang pranti 1 (*)	Tersier	0,015	413	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,002	1,2035	0,436	0,024	57,006	0,48141	0,087115	OK
22	Karang pranti 2 (*)	Tersier	0,015	421	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,002	1,192	0,447	0,024	56,116	0,47682	0,085755	OK
23	Karang pranti 3 (*)	Tersier	0,015	373	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,258	0,387	0,024	61,745	0,50321	0,094357	OK
24	Karang pranti 4 (*)	Tersier	0,015	414	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,2401	0,427	0,024	57,871	0,49604	0,088436	OK
25	Karang pranti 5 (*)	Tersier	0,015	204	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,005	1,7125	0,184	0,024	101,34	0,68498	0,154865	OK

Tabel 3. Hasil Analisis Debit Saluran dengan Debit Rencana Kecamatan Pajajaran (Lanjutan)

Kode	Saluran	Hirarki	n	L (m)	b (m)	h (m)	A (m ²)	P	R	S	V (m/detik)	tc (jam)	A _{CA} (km ²)	I (mm/jam)	Q saluran (m ³ /detik)	Qlimpasan (m ³ /detik)	Ket
26	Karang pranti 6	Tersier	0,015	1073	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,001	0,7467	1,427	0,024	25,88	0,29867	0,039549	OK
27	Karang Geger 1	Tersier	0,015	416	0,85	0,5	0,425	1,85	0,23	0,004	1,6418	0,345	0,032	66,666	0,69775	0,138108	OK
28	Karang Geger 2	Tersier	0,015	454	0,85	0,5	0,425	1,85	0,23	0,002	1,1228	0,506	0,032	51,652	0,4772	0,107006	OK
29	Selogudik Kulon 1	Tersier	0,015	389	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,001	0,4947	0,680	0,032	42,425	0,07421	0,087889	NOT OK
30	Selogudik Kulon 2	Tersier	0,015	187	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,002	0,6618	0,288	0,032	75,159	0,09927	0,155704	NOT OK
31	Selogudik Kulon 3	Tersier	0,015	398	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,002	0,7747	0,475	0,032	53,864	0,1162	0,111588	OK
32	Selogudik Wetan 3	Tersier	0,015	232	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,002	0,7416	0,314	0,032	71,025	0,11123	0,147139	NOT OK
33	Selogudik Kulon 4	Tersier	0,015	378	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,003	0,8127	0,437	0,011	56,944	0,1219	0,03823	OK
34	Ketompen 7	Tersier	0,015	162	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,2401	0,198	0,011	96,408	0,49604	0,064726	OK
35	Ketompen 8	Tersier	0,015	262	0,3	0,5	0,15	1,3	0,12	0,005	1,1555	0,240	0,011	84,908	0,17332	0,057005	OK
36	Ketompen 9	Tersier	0,015	268	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,226	0,302	0,011	72,905	0,4904	0,048946	OK
37	Ketompen 10	Tersier	0,015	223	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,004	1,6058	0,209	0,018	93,268	0,64232	0,109133	OK
38	Ketompen 11	Tersier	0,015	237	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,002	1,0982	0,299	0,018	73,417	0,43929	0,085906	OK
39	Ketompen 12	Tersier	0,015	100	0,8	0,5	0,4	1,8	0,22	0,003	1,3526	0,125	0,018	131,1	0,54103	0,153396	OK

Tabel 4. Hasil Perencanaan Ulang Ukuran Saluran Eksisting Kecamatan Pajajaran

Kode	Saluran	Hirarki	n	L (m)	b (m)	h (m)	A (m ²)	P	R	S	V (m/detik)	tc (jam)	A _{CA} (km ²)	I (mm/jam)	Q saluran (m ³ /detik)	Qlimpasan (m ³ /detik)	Ket
6	Sukokerto 4 (*)	Tersier	0,015	789	0,4	0,4	0,16	1,2	0,13	0,001	0,6194	1,074	0,034	31,27	0,09911	0,067979	OK
8	Sukokerto 6 (*)	Tersier	0,015	287	0,4	0,4	0,16	1,2	0,13	0,003	1,0271	0,302	0,034	72,921	0,16433	0,158527	OK
29	Selogudik Kulon 1 (*)	Tersier	0,015	389	0,4	0,5	0,2	1,4	0,14	0,001	0,5704	0,651	0,032	43,675	0,11409	0,089363	OK
30	Selogudik Kulon 2 (*)	Tersier	0,015	187	0,5	0,5	0,25	1,5	0,17	0,002	0,8457	0,271	0,032	78,28	0,21142	0,160167	OK
32	Selogudik Wetan 3 (*)	Tersier	0,015	232	0,4	0,5	0,2	1,4	0,14	0,002	0,855	0,302	0,032	72,82	0,17101	0,148996	OK

Keterangan : (*) = bentuk saluran Segiempat

9. DEBIT SALURAN

Debit Saluran dapat dihitung dengan persamaan kontinuitas (Chow, 1959):

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = Debit Limpasan (m³/detik)

A = Luas tampang basah (m²)

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

Hasil perhitungan debit saluran di Kecamatan Pajarakan disajikan pada Tabel 3.

10. PENAMPANG MELINTANG SALURAN

Penampang melintang saluran yang pada umumnya sering digunakan pada saluran pembuangan adalah penampang tunggal, hal ini dikarenakan pada terbatasnya lahan untuk saluran serta debit air yang tidak terlalu besar.

Rumus yang digunakan dalam mendimensi saluran dengan penampang tunggal adalah dengan persamaan Manning sebagai berikut: (Chow, 1959)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{0,5}$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

n = kekasaran manning

S= kemiringan dasar saluran

Hasil perhitungan dimensi saluran di Kecamatan Pajarakan disajikan pada Tabel 3.

11. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai koefisien limpasan (C) yang paling dominan di Kecamatan Pajarakan yang memberi kontribusi paling besar terhadap debit limpasan yaitu nilai C untuk kawasan tegalan dan pemukiman.
2. Kapasitas saluran drainase yang telah ada di Kecamatan Pajarakan sebagian besar telah memadai untuk mengalirkan debit banjir rencana.
3. Ukuran saluran drainase yang telah ada memiliki kapasitas yang cukup untuk mengalirkan debit banjir rencana. Namun demikian kapasitas saluran yang ada saat ini hanya sedikit lebih besar dari debit banjir rencana, sehingga memungkinkan terjadinya luapan jika ada perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan kenaikan nilai koefisien limpasan di masa yang akan datang.

12. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2016). *Kabupaten Probolinggo dalam Angka 2016*.
- Chow, V.T. (1959). *Open Channel Hydraulics*, McGrawHill, New York.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik*, Nova, Bandung.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B.(2009). *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.