

EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE MENGATASI PERMASALAHAN BANJIR DI SUB SISTEM DAS KALI DAPUR KABUPATEN LAMONGAN

Moch. Muzaide Syarie

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
E-mail: moch.syarief@mhs.unesa.ac.id

Prof. Dr. Drs. Ir. H. Kusnan, S.E.,M.T.,M.M.

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: kusnan@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah banjir di sub sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan dengan mengevaluasi saluran drainase tersier, sekunder dan primer. Tahapan dalam perhitungan ini dengan melakukan analisa hidrologi dan analisa hidrolik sehingga didapatkan hasil evaluasi dimensi saluran yang tidak mencukupi debit rencana banjir.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui solusi dari permasalahan yang terjadi dengan mengetahui nilai variabel mandiri baik satu variabel atau lebih dengan memperoleh data yang berupa angka. Hasil analisa metode aljabar untuk perhitungan data curah hujan maksimal sebesar 102 mm sedangkan curah hujan rata-rata sebesar 91,37 mm pada sub sistem DAS Kali Dapur. Nilai tersebut didapat dari data 10 tahun enam stasiun penakar hujan yakni pos hujan Lamongan, Takeran, Kembangbaru, Sukodadi, Blawi dan Kuro. Curah hujan yang direncanakan menggunakan metode gumbel pada sub sistem DAS Kali Dapur untuk kala ulang 2 Tahun adalah 90,611 mm, untuk kala ulang 5 Tahun adalah 99,819 mm, untuk kala ulang 10 Tahun adalah 105,916 mm dan untuk kala ulang 20 Tahun adalah 111,764 mm. Dari analisa perhitungan curah hujan rencana kemudian merencanakan kapasitas daya tampung saluran drainase eksisting menggunakan metode rasional.

Alternatif awal untuk penyelesaian permasalahan banjir sub sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan yaitu normalisasi sedimentasi pada saluran drainase sekunder TS4, KS7A, KS14, KS13, SS3, SS7, SS8 dan saluran drainase tersier TST1. Solusi terakhir yang diberikan pada penelitian ini adalah merencanakan ulang dimensi 17 saluran drainase dengan rincian 2 saluran drainase primer yaitu saluran AT3 dan AT1, 2 saluran drainase sekunder yaitu saluran KS13 dan SS5, 13 saluran drainase tersier yaitu saluran KT1, KT5, KT6, KT7, KT10, KT12, KT13, ST6, ST5, ST7, ST4, ST4 dan ST9.

Kata Kunci : banjir, Kali Dapur, debit, curah hujan, saluran drainase.

Abstract

This research aimed to solve flood problems in Kali Dapur catchment area, Lamongan district by evaluating tertiary drainage canal, secondary and primary. The calculating processes by using hydrology and hydraulics analysis therefore will be resulted the evaluation of plan canal dimension which exceeded debit plan capacity.

The method used was descriptive quantitative. The research was done to discover the solution from actual problem by knowing the independent variable that likely more than one by getting data in the form of numbers. The calculation analysis algebra method result of maximum precipitation rate was 102 mm and average precipitation ratw was 91,37 mm on Kali Dapur catchment area. Those values taken from 10 years on six stations where precipitation is recorded, they are Lamongan, Takeran, Kembangbaru, Sukodadi, Blawi and Kuro rain gauge station. The planned precipitation on Kali Dapur catchment area Lamongan district, for two years reset time is 90,611 mm, while for five years reset time is 99,819 mm, for ten years reset time is 105,916 mm, then for 20 years reset time is 111,764 mm. Based on the calculation analysis, the canal normalization is planned by design the accommodated capacity of the drainage canal using rational method.

The first solution to solve the flood in the Kali Dapur Lamongan district is by sedimentation normalised of secondary drainage canal are TS4, KS7A, KS14, KS13, SS3, SS7, SS8 and tertiary drainage canal TST1. The last solution form this research it was redesign size of 17 drainage canals with specific 2 primary drainage canal was AT3 and AT1, 2 secondary drainage canal was KS13 and SS5 and then 13 tertiary drainage canal was KT1, KT5, KT6, KT7, KT10, KT12, KT13, ST6, ST5, ST7, ST4, and ST9.

Key words : *flood, Kali Dapur, flow rate, precipitation, drainage canal.*

PENDAHULUAN

Banjir merupakan masalah yang mengancam bagi kota-kota besar karena dapat menghambat pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut. Persoalan banjir seolah sudah menjadi tradisi tahunan yang wajib dirasakan apabila musim penghujan tiba. Penyebab terjadinya banjir salah satunya dikarenakan perubahan tata guna lahan sebagai mana fungsi DAS seharusnya, dimana dataran untuk wilayah DAS berkurang kawasan retensi banjir berubah fungsi dan tidak mampunya saluran drainase yang ada untuk sementara waktu menampung air saat terjadinya hujan.

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki luas wilayah kurang lebih 1.812,8 km² atau ± 3,78% dari luas wilayah Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Lamongan merupakan ibu kota dari Kabupaten Lamongan yang terletak tepat di tengah kawasan Kabupaten Lamonganr. Semua kantor pemerintahan Kabupaten Lamongan terletak di pusat Kecamatan Lamongan sehingga pembangunan kota jauh lebih signifikan dibanding dengan daerah kecamatan lainnya itu bisa dilihat dari banyaknya bangunan tinggi di pusat kota.

Banjir yang sering terjadi di Kecamatan Lamongan disebabkan oleh beberapa faktor mulai dari faktor teknis yaitu saluran drainase yang hasil perencanaan lama, masih ada beberapa titik yang belum terhubung antar saluran drainase dan faktor eksisting saluran drainase yang dipenuhi sedimentasi. Pada saat ini kondisi eksisting saluran drainase di kawasan Kecamatan Lamongan perlu dievaluasi ulang agar tidak sering terjadi kondisi banjir yang disebabkan meluapnya air dari saluran saluran drainase. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem drainase yang lebih baik dan lebih komprehensif sehingga dapat mengantisipasi kemungkinan proses alami yang terjadi seperti banjir dan genangan air.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai curah hujan maksimum dan rata-rata yang terjadi di wiliyah sub sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan. Kemudian menghitung nilai curah hujan rancangan menggunakan metode Gumbel sehingga didapatkan nilai curah hujan rencana kala ulang 2,5,10 & 20 tahun. Selanjutnya menghitung debit banjir rencana pada setiap saluran drainase di sub sistem DAS Kali Dapur menggunakan metode rasional. Hasilnya didapatkan data tersebut maka bisa mencari titik masalah sehingga ditemukan alternatif solusi mengatasi banjir yang terjadi di wilayah sub sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan.

Manfaat yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah bentuk sumbangsih pikiran terhadap permasalahan yang terjadi di masyarakat terutama tentang manajemen keairan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi umpan untuk meneliti situasi banjir yang melanda wilayah Babat sehingga penelitian ini berlanjut secara terus-menerus sesuai perkembangan keilmuan. Asumsi penelitian ini adalah mengevaluasi *inlet & outlet* pada saluran agar ketika hujan air dapat ditampung dengan maksimal di saluran drainase.

METODE

Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dekriptif kuantitatif yaitu metode yang digunakan untuk mencari solusi yang terjadi dengan mengetahui nilai variabel mandiri baik satu atau lebih dengan mendapatkan hasil berupa nilai angka.

Langkah Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara bertahap yaitu mencari data primer berupa dimensi saluran drainase eksisting, luas area dan data banjir. Sedangkan untuk data sekunder berupa data curah hujan 10 tahun, peta tata guna lahan, master plan drainase kecamatan lamongan, data jumlah penduduk dan peta topografi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada wilayah Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, Indonesia. Kecamatan Lamongan merupakan ibu kota dari Kabupaten Lamongan yang terletak tepat di tengah kawasan Kabupaten Lamongan. Kecamatan Lamongan memiliki luas daerah 40,38 km² dengan ketinggian rata-rata 7,7 mdpl terdiri dari 12 desa dan 8 kelurahan. Penelitian ini ditinjau dari sub sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan yang tergenang banjir.

Obyek Penelitian

DAS penelitian berfokus pada sub sistem DAS Kali Dapur yang termasuk dari bagian DAS Sungai Bengawan Solo Hilir. Sub sistem DAS Kali Dapur sendiri terletak pada Kecamatan Lamongan yang tepat membelah area tengah Kota Lamongan menjadi sisi timur dan sisi barat. Sub sistem DAS Kali Dapur mencakup administrasi kelurahan Sidokumpul dan kelurahan Tumenggungan.

Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data-data di obyek penelitian yang terbagi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data

primer yaitu data yang didapatkan langsung oleh peneliti bersifat faktual seperti ukuran dimensi saluran serta luas *catchment area* wilayah penelitian. Data sekunder yaitu data yang diperoleh melalui perantara bukan dari interaksi langsung sebagai tolok ukur mengevaluasi data primer seperti data curah hujan, data penduduk, data tata guna lahan dan topografi obyek penelitian. Jika masih dibutuhkan kan dilakukan studi pustaka sebagai penguatan dalam penelitian ini.

Observasi lapangan dilakukan untuk melihat secara seksama lokasi penelitian sehingga keakuratan data di lapangan bisa dipertanggungjawabkan. Pasca didapatkannya data maka tahapan selanjutnya adalah menganalisa dengan analisa hidrologi dan analisa hidrolik. Pengolahan data di mulai dengan analisa hidrologi yaitu menggunakan metode aljabar untuk menghitung curah hujan rata-rata. selanjutnya menghitung kala ulang hujan rencana yang dipakai menggunakan metode gumbel . curah hujan rencana yang di dapat dilakukan uji chi square dan smirnov kolmogorov.

Analisa hidrolik dilakukan untuk menguji debit eksisting sesuai dengan debit rencana. Metode yang digunakan untuk menghitung debit rencana adalah metode rasional. Evaluasi hasil ini akan menunjukkan solusi awal berupa pembersihan saluran dari sedimentasi. Solusi terakhir berupa merencanakan ulang dimensi saluran agar lebih besar dan memenuhi debit air puncak kala terjadi hujan. Setelah tahapan semua terlampaui maka dilaksanakan penyusunan laporan .

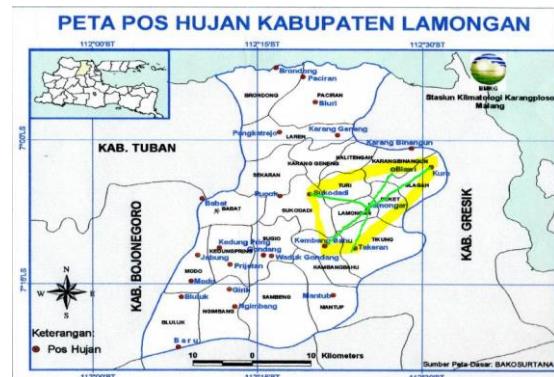
Hasil Penelitian

Gambaran umum

Kabupaten Lamongan merupakan wilayah yang terkenal dengan hasil bumi dan lautnya yang menjadi tulang punggung penyuplai bahan pangan se provinsi Jawa Timur. Lamongan memiliki slogan sebagai kota perdagangan dan jasa yang menggambarkan kekuatan ekonomi yang sangat penting di Jawa Timur. Oleh karena itu wilayah ini sangat penting peranannya sehingga menjadi objek vital untuk dihindarkan dari bencana alam seperti banjir.

Perhitungan Hidrologi

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode aljabar dengan mengambil data dari enam stasiun penakar hujan yang terdekat yaitu Lamongan, Takeran, Kembangbaru, Sukodadi, Blawi dan Kuro. Data curah hujan yang dipakai mulai dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018. Berikut adalah hasilnya:



Gambar 1. Peta Pos Hujan Lamongan

Tabel 2 Perhitungan Metode Aljabar

CURAH HUJAN		
(Lamongan, Takeran, Sukodadi, Kembangbaru, Blawi & Kuro)		
NO	TAHUN	TINGGI HUJAN Rata" X (mm)
1	2009	77,50
2	2010	95,33
3	2011	89,33
4	2012	95,83
5	2013	83,50
6	2014	102,00
7	2015	84,17
8	2016	91,67
9	2017	99,33
10	2018	95,00
jumlah		913,67
Curah hujan maksimum		102,00
Curah hujan minimum		77,50
Curah hujan rata2 (Xr)		91,37
Jumlah data (N)		10

Sumber: hasil Analisis

Analisis frekuensi dan Probabilitas

Dalam analisis frekuensi dan probabilitas hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar pula penyimpangan yang terjadi. Berikut ini adalah hasil perhitungan dengan menggunakan distribusi Gumbel:

Tabel 3 Perhitungan Gumbel

CURAH HUJAN						
(Lamongan, Takeran, Sukodadi, Kembangbaru, Blawi & Kuro)						
NO	TAHUN	TINGGI HUJAN Rata" X (mm)	X1-Xr (mm)	(X1-Xr)^2 (mm)	(X1-Xr)^3 (mm)	(X1-Xr)^4 (mm)
1	2009	77,50	-13,87	192,28	-2666,34	36973,31
2	2010	95,33	3,97	15,73	62,41	247,57
3	2011	89,33	-2,03	4,13	-8,41	17,09
4	2012	95,83	4,47	19,95	89,11	398,05
5	2013	83,50	-7,87	61,88	-486,82	3829,68
6	2014	102,00	10,63	113,07	1202,29	12784,32
7	2015	84,17	-7,20	51,84	-373,25	2687,39
8	2016	91,67	0,30	0,09	0,03	0,01
9	2017	99,33	7,97	63,47	505,63	4028,16
10	2018	95,00	3,63	13,20	47,96	174,27
Jumlah		913,67				
Curah hujan rata2 (Xr)		91,37		535,66	-1627,39	61139,85
Jumlah data (N)		10				

S.dev	Cs	Ck	Cv
7,715	-0,492	3,425	0,084

Sumber: hasil analisis

Kemudian dicari nilai curah hujan kala ulang 2,5,10,20, dan 100 tahun. Beikut perhitungannya:

Tabel 4 Rekapitulasi Curah Hujan rencana

no	Periode Ulang (T)	Xr (mm)	Sdev (m³/dt)	Sn	Yn	Yt	K	Xt (mm/dt)
1	2	91,37	7,715	0,9496	0,4595	0,367	-0,098	90,611
2	5					1,500	1,096	99,819
3	10					2,250	1,886	105,916
4	20					2,970	2,644	111,764
5	50					3,902	3,625	119,334
6	100					4,600	4,360	125,006

Sumber: hasil analisis Perhitungan

Uji kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pengujian Kesesuaian hasil perhitungan curah hujan ini menggunakan dua cara yaitu uji chi kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5 hasil Uji kesesuaian

Pers. Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi - Kuadrat				Smirnov - Kolmogorov			
	Xh ²	Nilai	X ²	Ket	Dmax	Nilai	Do	Ket
Distribusi Gumbel	1,00	<	3,841	ok	0,408	<	0,41	ok

Sumber: Hasil analisa

Perhitungan Hidrolik

Analisa Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit air kotor

Berikut data rekapitulasi untuk perhitungan debit air kotor:

$$\text{Luas (A)} = 2,55 \text{ km}^2$$

$$\text{Jumlah Penduduk (pn)} = 68.252 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Air Buangan (q)} &= 50-70\% \text{ dari } 120-140 \\ &\text{liter/hari/orang} \\ &= 98 \text{ liter/hari/orang} \end{aligned}$$

$$Q_{ak} = \frac{pn \cdot q}{A}$$

$$Q_{ak} = \frac{27300 \text{ orang} \cdot 98 \text{ liter/hari}}{2550000 \text{ m}^2}$$

$$Q_{ak} = 1,049 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan Kapasitas Saluran

Untuk saluran tersier TST1

Data yang digunakan :

- **Lebar Saluran Bawah (b)** : 0,25 m
- **Lebar Saluran Atas (b)** : 0,25 m
- **Tinggi Saluran (H)** : 0,35 m
- Tinggi Sedimentasi (H) : 0,05 m
- Tinggi Bersih Saluran (H) : 0,3 m
- Kemiringan saluran (s) : 0,0002
- Koefisien Kekasarhan (n) : 0,011

1) Menghitung Talud (m)

$$m = 0,5 \times \frac{(0,25 - 0,25)}{0,3} = 0$$

2) Menghitung Penampang Basah (A)

$$\begin{aligned} A &= (B + m \cdot H) \times H \\ &= (0,25 + (0,3 \times 0,0)) \times 0,3 \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3) Menghitung Keliling Basah (P)

$$\begin{aligned} P &= b \times 2Hx (m^{2+1})^{0,5} \\ &= (0,25 \times (2 \cdot 0,3) \times (0,0^{2+1}))^{0,5} \\ &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Menghitung Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,075}{0,5} = 0,15 \text{ m}$$

5) Menghitung Kecepatan Aliran (v)

Data yang digunakan

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \times 0,15^{0,67} \times 0,0002^{0,5}$$

$$V = 0,388 \text{ m/detik}$$

6) Menghitung debit kapasitas saluran (Q_s)

Data yang digunakan:

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times v \\ &= 0,075 \text{ m}^2 \times 0,388 \text{ m/detik} \\ &= 0,029 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Perhitungan Debit Metode Rasional

Untuk saluran tersier TST1

Data yang digunakan :

- Luas (A) = 0,03 km²
- Panjang Ruas Saluran (L) = 890m
- Panjang Lintasan Lahan (Ls) = 40m
- Kemiringan Lahan (S) = 0,0023
- Kemiringan Saluran (S) = 0,0002
- Curah Hujan Rencanan (R24) = 90,61 mm
- Lebar Saluran Bawah (b) = 0,25m
- Lebar Saluran Atas (b) = 0,25m
- Tinggi Saluran (H) = 0,35m
- Tinggi Sedimentasi = 0,05m
- Tinggi Sisa Saluran (H) = 0,3m
- Koefisien Kekasarhan (n) = 0,011

1) Menghitung Tc (waktu konsentrasi)

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}} \\ &= \frac{2}{3} \times 3,28 \times 40 \times \frac{0,011}{\sqrt{0,0023}} \\ &= 20,1274 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V}$$

$$= \frac{890}{60 \times 0,388}$$

$$= 38,235 \text{ menit}$$

$$tc = \frac{20,1274 + 38,235}{60}$$

$$= 0,973 \text{ jam}$$

2) Perhitungan I (intensitas hujan)

Untuk saluran tersier TST1

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

$$= \frac{90,61}{24} \times \left(\frac{24}{0,973} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 20,549 \text{ mm/jam}$$

3) Perhitungan Cgab

Untuk saluran tersier TST1

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A}$$

$$= \frac{(0,7 \times 0,018) + (0,85 \times 0,005) + (0,15 \times 0,007)}{0,03}$$

$$= 0,59$$

4) Perhitungan debit rancangan (Qp)

Untuk saluran tersier TST1

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,59 \times 20,594 \text{ mm/jam} \times 0,03 \text{ km}^2$$

$$= 0,102 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Menghitung Talud (m)

$$m = 0,5 \times \frac{(0,25 - 0,25)}{0,3}$$

$$= 0$$

6) Menghitung Penampang Basah (A)

$$A = (B + m \cdot H) \times H$$

$$= (0,25 + (0,3 \times 0,0)) \times 0,3$$

$$= 0,075 \text{ m}^2$$

7) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b \times 2Hx (m^{2+1})^{0,5}$$

$$= (0,25 \times (2 \cdot 0,3) \times (0,0^{2+1}))^{0,5}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

8) Menghitung Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,075}{0,5}$$

$$= 0,15 \text{ m}$$

9) Menghitung Kecepatan Aliran (v)

Data yang digunakan

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \times 0,15^{0,67} \times 0,0002^{0,5}$$

$$V = 0,388 \text{ m/detik}$$

10) Menghitung debit kapasitas saluran (Q_s)

Data yang digunakan:

$$Q_s = A \times v$$

$$= 0,075 \text{ m}^2 \times 0,388 \text{ m/detik}$$

$$= 0,029 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kesimpulan Q_r (0,102 m³/detik) > Q_s (0,029 m³/detik). Hal ini menunjukkan saluran eksisting yang ada kurang sanggup dalam menampung debit air. Solusi pertama yang dipakai yaitu perhitungan dengan kondisi sluran sudah bersih dari sedimentasi.

Solusi pertama yaitu dengan proses normalisasi saluran. Berikut Analisis Kapasitas Tampung Saluran Tersier TST1 pada Sub Sistem DAS Kali Dapur.

- Luas (A)	= 0,03 km ²
- Panjang Ruas Saluran (L)	= 890m
- Panjang Lintasan Lahan (Ls)	= 40m
- Kemiringan Lahan (S)	= 0,0023
- Kemiringan Saluran (S)	= 0,0002
- Curah Hujan Rencana (R24)	= 90,61 mm
- Lebar Saluran Bawah (b)	= 0,25m
- Lebar Saluran Atas (b)	= 0,25m
- Tinggi Bersih Saluran (H)	= 0,3m
- Koefisien Kekasarhan (n)	= 0,011

1) Menghitung Tc (waktu konsentrasi)

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}}$$

$$= \frac{2}{3} \times 3,28 \times 40 \times \frac{0,011}{\sqrt{0,0023}}$$

$$= 20,1274 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V}$$

$$= \frac{890}{60 \times 0,388}$$

$$= 38,235 \text{ menit}$$

$$tc = \frac{20,1274 + 38,235}{60}$$

$$= 0,973 \text{ jam}$$

2) Perhitungan I (intensitas hujan)

Untuk saluran tersier TST1

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

$$= \frac{90,61}{24} \times \left(\frac{24}{0,973} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 20,549 \text{ mm/jam}$$

3) Perhitungan Cgab

Untuk saluran tersier TST1

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A}$$

$$= \frac{(0,7 \times 0,018) + (0,85 \times 0,005) + (0,15 \times 0,007)}{0,03}$$

$$= 0,59$$

4) Perhitungan debit rancangan (Qp)

Untuk saluran tersier TST1

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,59 \times 20,549 \text{ mm/jam} \times 0,03 \text{ km}^2$$

$$= 0,102 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Menghitung Talud (m)

$$m = 0,5 \times \frac{(0,25 - 0,25)}{0,35}$$

$$= 0$$

6) Menghitung Penampang Basah (A)

$$A = (B + m \cdot H) \times H$$

$$= (0,25 + (0,35 \times 0,0)) \times 0,35$$

$$= 0,088 \text{ m}^2$$

7) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b \times 2Hx (m^{2+1})^{0,5}$$

$$= (0,25 \times (2 \cdot 0,35) \times (0,0^{2+1}))^{0,5}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

8) Menghitung Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,088}{0,5}$$

$$= 0,175 \text{ m}$$

9) Menghitung Kecepatan Aliran (v)

Data yang digunakan

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \times 0,175^{0,67} \times 0,0002^{0,5}$$

$$V = 0,43 \text{ m/detik}$$

10) Menghitung debit kapasitas saluran (Q_s)

Data yang digunakan:

$$Q_s = A \times v$$

$$= 0,088 \text{ m}^2 \times 0,43 \text{ m/detik}$$

$$= 0,038 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kesimpulan Q_r (0,102 m^3/detik) > Q_s (0,038 m^3/detik). Hal ini menunjukkan saluran eksisting yang ada kurang sanggup dalam menampung debit air. Solusi selanjutnya untuk permasalahan yang terjadi pada saluran TST1 yaitu memperbesar dimensi saluran

Solusi kedua yaitu dengan proses pembesaran dimensi saluran. Berikut Analisis Kapasitas Tampung Saluran Tersier TST1 pada Drainase Sub Sistem DAS Kali Dapur.

- Luas (A) = 0,03 km^2
- Panjang Ruas Saluran (L) = 890m
- Panjang Lintasan Lahan (Ls) = 40m
- Kemiringan Lahan (S) = 0,0023
- Kemiringan Saluran (S) = 0,0002
- Curah Hujan Rencana (R24) = 90,61mm
- Lebar Saluran Bawah (b) = 0,5m
- Lebar Saluran Atas (b) = 0,5m
- Tinggi Bersih Saluran (H) = 0,6m
- Koefisien Kekasarhan (n) = 0,011

1) Menghitung T_c (waktu konsentrasi)

$$t_c = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}}$$

$$= \frac{2}{3} \times 3,28 \times 40 \times \frac{0,011}{\sqrt{0,0023}}$$

$$= 20,1274 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{Ls}{60V}$$

$$= \frac{890}{60 \times 0,388}$$

$$= 38,235 \text{ menit}$$

$$t_c = \frac{20,1274 + 38,235}{60}$$

$$= 0,973 \text{ jam}$$

2) Perhitungan I (intensitas hujan)

Untuk saluran tersier TST1

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

$$= \frac{90,61}{24} \times \left(\frac{24}{0,973} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 20,549 \text{ mm/jam}$$

3) Perhitungan Cgab

Untuk saluran tersier TST1

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A}$$

$$= \frac{(0,7 \times 0,018) + (0,85 \times 0,005) + (0,15 \times 0,007)}{0,03}$$

$$= 0,59$$

4) Perhitungan debit rancangan (Qp)

Untuk saluran tersier TST1

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,59 \times 20,594 \text{ mm/jam} \times 0,03 \text{ km}^2$$

$$= 0,102 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Menghitung Talud (m)

$$m = 0,5 \times \frac{(0,5 - 0,5)}{0,6}$$

$$= 0$$

6) Menghitung Penampang Basah (A)

$$A = (B + mH) \times H$$

$$= (0,5 + (0,6 \times 0,0)) \times 0,6$$

$$= 0,3 \text{ m}^2$$

7) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b \times 2Hx (m^{2+1})^{0,5}$$

$$= (0,5 \times (2 \cdot 0,6) \times (0,0^{2+1}))^{0,5}$$

$$= 0,707 \text{ m}$$

8) Menghitung Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,3}{0,707}$$

$$= 0,424 \text{ m}$$

9) Menghitung Kecepatan Aliran (v)

Data yang digunakan

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,011} \times 0,424^{0,67} \times 0,0002^{0,5}$$

$$V = 0,776 \text{ m/detik}$$

10) Menghitung debit kapasitas saluran (Q_s)

Data yang digunakan:

$$Q_s = A \times v$$

$$= 0,3 \text{ m}^2 \times 0,776 \text{ m/detik}$$

$$= 0,233 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kesimpulan Q_r (0,102 m³/detik) < Q_s (0,233 m³/detik). Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan dimensi saluran baru sudah sanggup dalam menampung debit air ketika banjir rencana.

Analisis Debit Rencana (Q_r) dengan Debit Eksisting(Q_s)

Cek kapasitas debit antara debit limpasan saluran (Q_r) dengan debit kapasitas saluran (Q_s) dilakukan sebagai kontrol banjir dengan ketentuan dimana (Q_s) harus lebih besar dari pada (Q_r) atau (Q_r) < (Q_s) sehingga saluran yang ada dapat menampung debit hujan puncak yang terjadi. Perhitungan secara lengkap dapat dilihat dari lampiran, sedangkan Kesimpulan untuk debit limpasan saluran (Q_r) dengan debit kapasitas saluran (Q_s) yang tidak mencukupi dapat dilihat di tabel bawah sebagai berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Q_r dan Q_s

EKSPORTING							
No.	Saluran	Jenis	Q_r		Q_s	keterangan	Kondisi
1	AT3	Primer	0,567	>	0,219	tidak cukup	
2	TS4	Sekunder	0,262	>	0,238	tidak cukup	Back water
3	TST1	Tersier	0,102	>	0,029	tidak cukup	Back water
4	AT1	Primer	0,358	>	0,194	tidak cukup	
5	KT1	Tersier	0,048	>	0,036	tidak cukup	
6	KS12	Sekunder	0,421	>	0,281	tidak cukup	
7	KT5	Tersier	0,214	>	0,074	tidak cukup	
8	KT6	Tersier	0,199	>	0,068	tidak cukup	
9	KT7	Tersier	0,079	>	0,060	tidak cukup	
10	KT10	Tersier	0,075	>	0,052	tidak cukup	
11	KS7A	Sekunder	0,164	>	0,093	tidak cukup	Back water
12	KS14	Sekunder	0,201	>	0,159	tidak cukup	Back water
13	KT12	Tersier	0,063	>	0,041	tidak cukup	
14	KS13	Sekunder	0,095	>	0,053	tidak cukup	Back water
15	KT13	Tersier	0,018	>	0,003	tidak cukup	
16	SS3	Sekunder	1,059	>	0,450	tidak cukup	Back water
17	ST6	Tersier	0,063	>	0,024	tidak cukup	
18	ST5	Tersier	0,053	>	0,023	tidak cukup	
19	ST7	Tersier	0,048	>	0,023	tidak cukup	
20	ST4	Tersier	0,046	>	0,022	tidak cukup	
21	SS7	Sekunder	0,160	>	0,130	tidak cukup	Back water
22	SS5	Sekunder	0,161	>	0,093	tidak cukup	
23	ST3	Tersier	0,071	>	0,053	tidak cukup	
24	SS8	Sekunder	0,267	>	0,226	tidak cukup	Back water
25	ST9	Tersier	0,055	>	0,021	tidak cukup	

Sumber: Hasil Perhitungan

Jadi untuk Cek kapasitas debit antara debit limpasan saluran (Q_r) dengan debit kapasitas saluran (Q_s) masih banyak yang belum cukup memenuhi karena debit kapasitas saluran (Q_s) lebih kecil dari pada (Q_r) atau (Q_r) > (Q_s) sehingga perlu dilakukan perubahan pada ukuran dimensi saluran tersebut agar air dapat tertampung ketika hujan puncak.

Hasil Evaluasi Dimensi Saluran

Evaluasi saluran eksisting sistem drainase di wilayah DAS Kalikonang Kecamatan Babat Lamongan sebelum adanya perubahan evaluasi dimensi saluran untuk tercapainya antara $Q_{eksisting}$ dan $Q_{kapasitas saluran}$ dengan $Q_{kapasitas saluran}$ yang sudah dievaluasi secara dimensinya untuk penampang salurannya. Berikut hasil pengubahan Dimensi di saluran yang tidak memenuhi:

Tabel 7 Perbandingan Q_r dan Q_s hasil normalisasi saluran

NORMALISASI SEDIMENTASI						
No.	Saluran	Jenis	Q _r		Q _s	keterangan
1	AT3	Primer	0,567	>	0,283	tidak cukup
2	TS4	Sekunder	0,262	<	0,269	cukup
3	TST1	TERSIER	0,102	<	7,000	cukup
4	AT1	Primer	0,358	>	0,219	tidak cukup
5	KT1	TERSIER	0,048	>	0,046	tidak cukup
6	KS12	Sekunder	0,421	>	0,315	tidak cukup
7	KT5	TERSIER	0,214	>	0,092	tidak cukup
8	KT6	TERSIER	0,199	>	0,085	tidak cukup
9	KT7	TERSIER	0,079	>	0,075	tidak cukup
10	KT10	TERSIER	0,075	>	0,065	tidak cukup
11	KS7A	Sekunder	0,164	<	0,295	cukup
12	KS14	Sekunder	0,201	<	0,289	cukup
13	KT12	TERSIER	0,063	>	0,052	tidak cukup
14	KS13	Sekunder	0,095	<	0,168	cukup
15	KT13	TERSIER	0,018	>	0,005	tidak cukup
16	SS3	Sekunder	1,059	<	2,897	cukup
17	ST6	TERSIER	0,063	>	0,024	tidak cukup
18	ST5	TERSIER	0,053	>	0,023	tidak cukup
19	ST7	TERSIER	0,048	>	0,023	tidak cukup
20	ST4	TERSIER	0,046	>	0,022	tidak cukup
21	SS7	Sekunder	0,160	<	0,255	cukup
22	SS5	Sekunder	0,161	>	0,135	tidak cukup
23	ST3	TERSIER	0,071	>	0,066	tidak cukup
24	SS8	Sekunder	0,267	<	0,365	cukup
25	ST9	TERSIER	0,055	>	0,040	tidak cukup

Sumber: Hasil analisa

Pada tabel 8 berikut dijelaskan rancangan dimensi baru saluran.

Tabel 8 Perencanaan ulang dimensi saluran

No.	Saluran	Jenis	Dimensi Eksisting			Dimensi Baru		
			Lebar bawah	Lebar atas	Tinggi	Lebar bawah	Lebar atas	Tinggi
1	AT3	Primer	0,500	0,500	0,700	0,7	0,7	0,9
2	AT1	Primer	0,400	0,400	0,700	0,6	0,6	0,8
3	KT1	TERSIER	0,250	0,250	0,400	0,4	0,4	0,5
4	KS12	Sekunder	0,400	0,400	0,750	0,5	0,5	1
5	KT5	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,5	0,5	0,7
6	KT6	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,5	0,5	0,7
7	KT7	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,5	0,5	0,7
8	KT10	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,5	0,5	0,7
9	KT12	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,5	0,5	0,5
10	KT13	TERSIER	0,100	0,100	0,200	0,5	0,5	0,5
11	ST6	TERSIER	0,200	0,200	0,300	0,3	0,3	0,5
12	ST5	TERSIER	0,200	0,200	0,300	0,3	0,3	0,5
13	ST7	TERSIER	0,200	0,200	0,300	0,3	0,3	0,5
14	ST4	TERSIER	0,200	0,200	0,300	0,5	0,5	0,5
15	SS5	Sekunder	0,400	0,400	0,500	0,5	0,5	0,6
16	ST3	TERSIER	0,300	0,300	0,400	0,4	0,4	0,5
17	ST9	TERSIER	0,300	0,300	0,300	0,4	0,4	0,5

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 9 Hasil perhitungan Q_r dan Q_s dengan dimensi baru

DIMENSI BARU						
No.	Saluran	Jenis	Q _r		Q _s	keterangan
1	AT3	Primer	0,567	<	0,673	cukup
2	AT1	Primer	0,358	<	0,470	cukup
3	KT1	TERSIER	0,048	<	0,124	cukup
4	KS12	Sekunder	0,421	<	0,685	cukup
5	KT5	TERSIER	0,214	<	0,463	cukup
6	KT6	TERSIER	0,199	<	0,427	cukup
7	KT7	TERSIER	0,079	<	0,378	cukup
8	KT10	TERSIER	0,075	<	0,327	cukup
9	KT12	TERSIER	0,063	<	0,148	cukup
10	KT13	TERSIER	0,018	<	0,181	cukup
11	ST6	TERSIER	0,063	<	0,096	cukup
12	ST5	TERSIER	0,053	<	0,091	cukup
13	ST7	TERSIER	0,048	<	0,094	cukup
14	ST4	TERSIER	0,046	<	0,175	cukup
15	SS5	Sekunder	0,161	<	0,247	cukup
16	ST3	TERSIER	0,071	<	0,140	cukup
17	ST9	TERSIER	0,055	<	0,139	cukup

Sumber: hasil perhitungan

Pada tabel 9 berikut dijelaskan hasil perubahan nilai Q_s setelah evaluasi dimensi saluran dengan mengubah ukuran sehingga saluran baru yang direncanakan dapat memenuhi debit yang telah direncanakan sebelumnya.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dalam penelitian Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Mengatasi Permasalahan Banjir Di Sub Sistem DAS Kali Dapur Kabupaten Lamongan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Curah hujan maksimal yang terjadi di DAS Kali Dapur khususnya pada daerah banjir di Kecamatan Lamongan adalah 102 mm/tahun.
- Curah hujan yang direncanakan menggunakan metode gumbel pada sub sistem DAS Kali Dapur untuk kala ulang 2 Tahun adalah 90,611 mm, untuk kala ulang 5 Tahun adalah 99,819 mm, untuk kala ulang 10 Tahun adalah 105,916 mm dan untuk kala ulang 20 Tahun adalah 111,764 mm.
- Alternatif penyelesaian dalam mengatasi banjir di Sub Sistem DAS Kali Dapur Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan sebagai berikut:
 - Solusi jangka pendek semua saluran eksisting yang ada harus dinormalisasi dari penumpukan sedimentasi agar membantu dalam mengembalikan kemampuan daya tampung saluran.
 - Solusi dalam 2 tahun yaitu membuat saluran dengan dimensi baru yang lebih besar untuk 17 saluran drainase dengan rincian 2 saluran drainase primer yaitu saluran AT3 dan AT1, 2 saluran drainase sekunder yaitu saluran KS13 dan SS5, 13 saluran drainase tersier yaitu saluran KT1, KT5, KT6, KT7, KT10, KT12, KT13, ST6, ST5, ST7, ST4, ST3 dan ST9.
 - Solusi jangka 5 tahun yaitu menyiapkan lahan kosong untuk dibuatkan tempat penampung air sementara di area pinggir kota agar dapat menambah daya tampung air ketika curah hujan berada di kondisi maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018. *Data Curah Hujan Kabupaten Lamongan 2018*. Lamongan: Penerbit Dinas PU. Sumber Daya Air Kabupaten Lamongan.
- Adhicipta Engineering Consultant. 2016. *Laporan Akhir Pekerjaan Fasilitas Penyusun Master Plan dan DED Sistem Drainase Kabupaten Lamongan*.

- Lamongan: Penerbit Dinas PU. Cipta Karya Kabupaten Lamongan.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, R.J., dan Roestam, S. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kodoatie, R.J., dan Roestam, S. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusumadewi, D.A., Djakfar, L. dan Bisri, M. 2012. *Arahan Spasial Drainase Untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu Bagian Hilir*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kusnan, 2010, *Dasar-Dasar Hidrologi dan Drainase*. Surabaya: Unespress
- Suryaman, Heri. 2013. *Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo*. Surabaya: Penerbit Universitas Negeri Surabaya.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelaanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

