

STUDI EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE KEDUNGBANTENG-BANJARASRI KECAMATAN TANGGULANGIN KABUPATEN SIDOARJO BERBASIS APLIKASI ArcGIS 10.5

Yusril Fahrurddiansyah¹, Eko Noerhayati², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: yusrilfahrurddiansyah01@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sistem drainase yang tidak optimal akan menyebabkan permasalahan kelebihan air pada suatu kawasan, salah satu kawasan yang kurangnya drainase yang memadai dan sering terjadi banjir adalah Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil evaluasi jaringan drainase di salah satu kawasan yang kurang memadai dan sering terjadi banjir yaitu kawasan Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo. Dengan menggunakan data Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographical Information System (GIS) pada Aplikasi ArcGIS 10.5 ini dapat membantu mengatasi permasalahan banjir di wilayah tersebut. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode melibatkan penelitian secara langsung untuk mengamati objek yang diteliti dengan mengambil data penelitian dan mengevaluasinya. Besarnya curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar 109,775 mm. Berdasarkan data yang didapat dari aplikasi ArcGIS 10.5 dan dihitung kembali maka besar debit air kotor adalah sebesar 0,0030 m³/detik, debit banjir rancangan selama 5 tahun sebesar 4,99186 m³/detik, dan dari hasil perhitungan diperoleh debit kapasitas pada masing-masing saluran yang ada sebesar 0,331 m³/detik pada saluran Kedungbanteng II (02K). Hasil dari evaluasi terdapat 6 saluran drainase yang tidak mampu menampung debit banjir rancangan. Untuk mengatasi masalah ini maka dapat dilakukan perbaikan ulang saluran eksisting agar saluran tersebut mampu menampung debit banjir rancangan tersebut.

Kata Kunci : Aplikasi ArcGIS, Evaluasi Drainase, Perbaikan Saluran.

ABSTRACT

A drainage system that is not optimal will cause excess water problems in an area, one area that lacks adequate drainage and frequent floods is Kedungbanteng-Banjarasri Village, Tanggulangin District, Sidoarjo Regency. The purpose of this study was to determine the results of the evaluation of the drainage network in one of the areas that are inadequate and frequent floods, namely the Kedungbanteng-Banjarasri Village, Tanggulangin District, Sidoarjo Regency. By using Geographical Information System (GIS) data on the ArcGIS 10.5 application, this can help overcome flood problems in the area. The methodology used in this study is a method involving direct research to observe the object under study by taking research data and evaluating it. The amount of design rainfall with a 5-year return period in Kedungbanteng-Banjarasri Village, Tanggulangin District, Sidoarjo Regency is 109.775 mm. Based on the data obtained from the ArcGIS 10.5 application and recalculated, the amount of dirty water discharge is 0.0030 m³/second, the design flood discharge for 5 years is 4.99186 m³/second, and from the calculation results, the capacity discharge for each the existing channel is 0.331 m³/second in the Kedungbanteng II channel (02K). The results of the evaluation there are 6 drainage channels that are not able to accommodate the design flood discharge. To overcome this problem, the existing canal can be repaired so that the channel is able to accommodate the design flood discharge.

Keywords: ArcGIS Application, Drainage Evaluation, Drain Repair.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air adalah unsur utama bagi kehidupan umat manusia. Tetapi air juga dapat menjadi musuh dahsyat bagi manusia bila tidak ditata dengan baik sebagaimana dialami oleh banyak Negara di dunia ini, termasuk Indonesia. Permasalahan lingkungan yang sering dijumpai di Negara kita pada saat ini adalah terjadinya banjir pada musim hujan, dan salah satu upaya dalam menanggulangi banjir ini adalah dengan membuat saluran drainase yang mampu menampung air hujan dengan baik (Dinisari 2009)

Salah satu kawasan yang kurangnya drainase yang memadai dan sering terjadi banjir adalah Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo. Dilihat dari permasalahan yang ada maka diperlukan evaluasi sistem drainase yang tepat menggunakan teknologi informasi yang sedang berkembang saat ini, salah satu sistem informasi tersebut adalah Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographical Information System* (GIS) yaitu suatu sistem informasi yang didesain untuk bekerja dengan data yang berefrensi pada spasial atau koordinat geografis.

Perubahan penggunaan dan penutupan lahan, yang merupakan fungsi ruang dan waktu, serta penyebab terjadinya banjir ini dapat dipresentasikan lebih baik dalam data digital yang berstruktur data Sistem Informasi Geografis (Rachmawati 2012).

Identifikasi Masalah

1. Banyak terjadi genangan air pada saat musim hujan yang cukup tinggi dikarenakan adanya sedimentasi pasir serta sampah yang memenuhi saluran drainase di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin.
2. Kondisi Saluran Drainase pada Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin perlu diperbaiki.
3. Kapasitas Saluran Drainase yang ada di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin tidak mampu menampung air limpasan.

Rumusan Masalah

1. Berapakah besar curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin?
2. Berapakah debit air kotor di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin?
3. Berapakah debit banjir rancangan di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin?
4. Berapakah kapasitas saluran drainase yang ada di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin yang tidak memenuhi?
5. Bagaimanakah hasil evaluasi kapasitas saluran drainase terhadap debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin?

Tujuan dan Manfaat

1. Mengetahui besar curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin.
2. Mengetahui besar debit air kotor di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin.
3. Mengetahui besar debit banjir rancangan di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin.
4. Mengetahui kapasitas saluran drainase yang tidak memenuhi yang ada di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin.
5. Mengevaluasi saluran drainase rencana yang telah ada di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin dengan kala ulang 5 tahun.

Adapun manfaat dari penelitian ini yang dapat diharapkan sebagai berikut:

1. Menambah dan mengembangkan wawasan keilmuan dibidang teknik sipil khususnya bidang keairan.
2. Hasil evaluasi sistem jaringan drainase di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo ini dapat dijadikan pedoman bagi masyarakat dan pemerintah setempat untuk menanggulangi permasalahan genangan atau banjir yang terjadi di wilayah tersebut.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk mahasiswa sebagai bahan tambahan informasi untuk menyusun tugas akhir dan bahan kuliah yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini.
4. Agar drainase di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin dapat terhindar dari genangan yang dapat merugikan dan mengganggu kehidupan masyarakat wilayah tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Banjir

Definisi banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air didalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin 2004).

Definisi Drainase

Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin 2004).

Kondisi Hidrologi

Selain itu hidrologi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam dan di atas permukaan tanah. Termasuk di dalamnya penyebaran, daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur kehidupan dalam air itu sendiri (Noerhayati 2015).

Analisa Curah Hujan Rencana

Metode Rata-rata Aljabar

Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/hampir merata, dan harga individu curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya (Suripin 2004)

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (1)$$

Analisa Frekuensi

Metode Log Person III

Metode Log Person III ini dapat digunakan untuk menghitung curah hujan harian maksimum yang dipakai untuk mencari intensitas hujan. Dari pengertian tersebut didapat persamaan seperti berikut:

- Menghitung harga rerata dengan rumus:

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n} \quad (2)$$

- Menghitung standar deviasi dari Log X dengan rumus:

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X \dots \text{Log } X^2}{n - 1}} \quad (3)$$

- Persamaan Koefisien penyimpangan

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X_0)^3}{(n-1)(n-2) \times s^3} \quad (4)$$

- menghitung curah hujan rancangan berdasarkan kala ulang yang telah ditentukan dengan rumus:

$$\log X = \log X + G + S \quad (5)$$

- Menghitung nilai anti log dari X_t untuk mendapatkan nilai curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

$$X_T = \text{anti Log } X_T \quad (6)$$

Debit Banjir Maksimum / Banjir Rancangan

Metode yang nantinya akan dipakai dalam menghitung debit air pada saluran-saluran drainase yang akan di evaluasi ini adalah menggunakan metode rasional. Rumus ini banyak digunakan pada daerah sungai biasa dengan pengaliran yang luas dan juga pada daerah pengaliran yang sempit (Subarkah 1980).

$$Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A \quad (7)$$

Dalam rumus ini harus membutuhkan beberapa data lokasi studi yang diperoleh dari dalam SIG yang berupa *shpfile* yang dikonversikan menjadi data angka untuk dihitung ke rumus tersebut.

Analisa Hidrolika

Bentuk penampang saluran drainase dapat berbentuk saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. (Chow dan Rosalina 1989)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (8)$$

$$Q = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (9)$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m³/dtk)

A = Luas penampang basah saluran (m²)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

n = Angka kekasaran saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

Koefisien kekasaran “n” manning dapat dilihat faktor bahan pembentuk saluran sebagai berikut:

Tabel 1. Kekerasan manning untuk saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 – 0,033
	Berkelok, landai, dan berumput	0,023 – 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 – 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 – 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 – 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 – 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 – 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 – 0,030

Sumber: Darmadi 2016

Evaluasi Saluran Drainase

Evaluasi saluran drainase berguna untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung oleh saluran drainase dengan kondisi yang ada pada saat ini. maka diketahui debit air hujan maksimum atas debit limpasan air hujan (Q_{ah}) dan debit air kotor (Q_{ak}) sehingga debit rancangan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak} \quad (10)$$

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran draianse terhadap debit rancangan maka digunakan

$$Q_{selisih} = Q_{eks} - Q_r \quad (11)$$

Perencanaan Perbaikan Saluran yang Ekonomis

1. Saluran penampang berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang (A), keliling basah (P), saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar (b), kedalaman aliran (h) dan kemiringan dinding 1:m dapat dirumuskan sebagai berikut (Suripin 2004):

$$A = (b + mh) \times h \quad (12)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \quad (13)$$

$$m = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (14)$$

$$b = 2h\sqrt{3} - \frac{4}{3} h\sqrt{3} = \frac{2}{3} h\sqrt{3} \quad (15)$$

menentukan nilai h pada Q_r tertentu bisa menggunakan persamaan berikut:

$$Q_r = h^2 \sqrt{3} \times \left(\frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2} \right)^{2/3} \times S^{1/2} \right) \quad (16)$$

2. Saluran penampang berbentuk Persegi

Untuk menentukan nilai h pada Q_r bias menggunakan persamaan berikut (Suripin 2004):

$$Q_r = 2h^2 \times \left(\frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2} \right)^{2/3} \times S^{1/2} \right) \quad (17)$$

$$b = 2h \quad (18)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kelurahan Kedungbanteng dan Kelurahan Banjarasri adalah salah satu dari 19 Kelurahan yang berada di Kecamatan Tanggulangin yang terletak di Kabupaten Sidoarjo. Luas wilayah kedua Kelurahan tersebut $\pm 3,95$ km². Berdasarkan kondisi topografi, sebagian besar wilayah Kabupaten Sidoarjo merupakan dataran rendah, dengan Dataran Delta dengan ketinggian antar 0 s/d 25 m, ketinggian 0-3 m dengan luas 19.006 Ha, meliputi 29,99%, merupakan daerah pertambakkan yang berada di wilayah bagian timur.

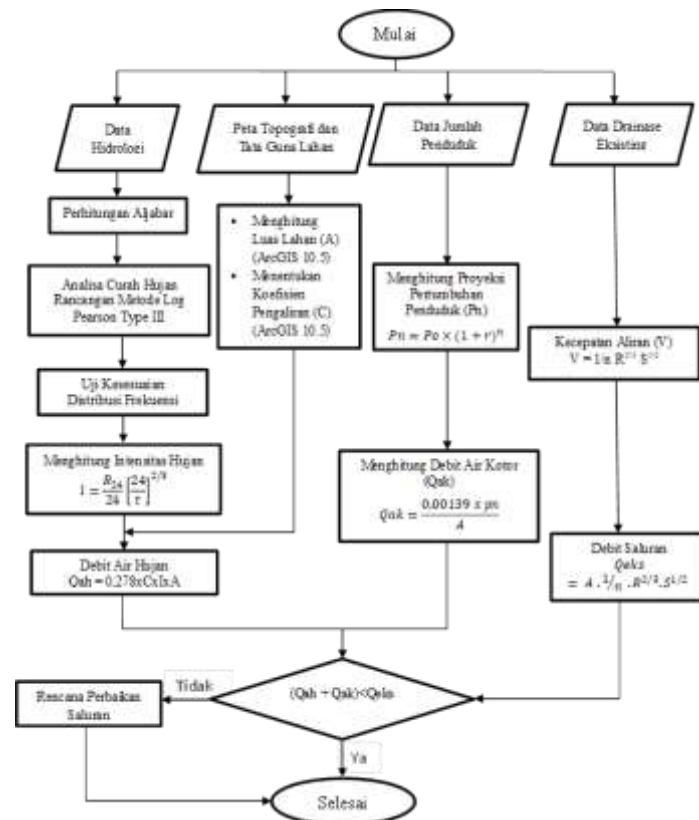
1. Pengumpulan Data

- Peta Topografi
- Peta Jaringan Drainase
- Data Curah Hujan
- Data Jumlah Penduduk
- Peta Tata Guna Lahan
- Data Saluran Eksisting
- Peta – Peta Pendukung

2. Tahapan Penelitian

- Analisa Hidrologi
- Menghitung Debit Rencana
- Evaluasi dan Rencana Rehabilitas Serta Peningkatan Sistem Drainase

Bagan Alir Pengerjaan (Flow Chart)



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan
Sumber: Penulis, 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Metode Rata-rata Aljabar

$$P = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) / n$$

$$P = (92 + 91 + 62) / 3$$

$$P = 82 \text{ mm (Tahun 2011)}$$

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Menggunakan Metode Rata-rata Aljabar

Tahun	Bulan	Data Hujan Maksimum Harian			Rata - rata (mm)	Hujan DaerahMaksimum
		Stasiun Kludan (mm)	Stasiun Putat (mm)	Stasiun Porong (mm)		
2011	Desember	92	91	62	82	92
2012	Januari	75	74	27	59	75
2013	Juni	121	115	69	102	121
2014	Maret	70	55	112	79	112
2015	Maret	87	87	25	66	87
2016	Juli	101	56	50	69	101
2017	November	70	50	730	283	730
2018	Maret	76	99	21	65	99
2019	Januari	37	31	117	62	117
2020	November	49	98	144	97	144

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2021

Metode Log Person III

- Menghitung standar deviasi (Si) dari Log X dengan rumus:

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X \dots \text{Log } X^2}{n-1}}$$

$$Si = \sqrt{\frac{0,02580 + \dots + 0,27383}{10-1}}$$

$$Si = 0,201$$

- Persamaan Koefisien penyimpangan

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Log Xi - Log X)^3}{(n-1)(n-2) \times s^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times (-0,00414 + \dots + 0,14329)}{(10-1)(10-2) \times 0,201^3}$$

$$Cs = 2,299$$

- menghitung curah hujan rancangan berdasarkan kala ulang yang telah ditentukan dengan rumus:

$$Log X = Log X + G + S$$

$$Log X = 1,929 + (-0,340 + 0,201)$$

$$Log X = 1,861$$

- Menghitung nilai anti log dari X_T untuk mendapatkan nilai curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

$$X_T = \text{anti Log } X_T$$

$$X_T = 10^{1,861}$$

$$X_T = 72,564 \text{ mm}$$

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rancangan menggunakan Metode Log Person TypeIII

n	Tahun	Q rerata	Pe (%)	Log Q	Log Q - Log Qrt	(Log Q - Log Qrt) ²	(Log Q - Log Qrt) ³
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	2012	59	9,09%	1,768	-0,161	0,02580	-0,00414
2	2019	62	18,18%	1,790	-0,139	0,01931	-0,00268
3	2018	65	27,27%	1,815	-0,114	0,01297	-0,00148
4	2015	66	36,36%	1,822	-0,107	0,01151	-0,00123
5	2016	69	45,45%	1,839	-0,090	0,00813	-0,00073
6	2014	79	54,55%	1,898	-0,031	0,00098	-0,00003
7	2011	82	63,64%	1,912	-0,017	0,00029	0,00000
8	2020	97	72,73%	1,987	0,058	0,00334	0,00019
9	2013	102	81,82%	2,007	0,078	0,00611	0,00048
10	2017	283	90,91%	2,452	0,523	0,27383	0,14329
Log Qrt				1,929	Σ	0,36226	0,13366
Std. Deviasi (Si)				0,201			
Koef. Skewness (Cs)				2,299			

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2021

Tabel 4. Curah Hujan Rancangan Metode Log Person Type III

Kala Ulang	Pr (%)	Cs	G	Log Xrt	S	Log X	XT (mm)
2	50%	2,299	-0,340	1,929	0,201	1,861	72,564
5	20%	2,299	0,556	1,929	0,201	2,041	109,775
10	10%	2,299	1,273	1,929	0,201	2,184	152,909
25	4%	2,299	2,248	1,929	0,201	2,380	239,882
50	2%	2,299	2,996	1,929	0,201	2,530	338,939
100	1%	2,299	3,752	1,929	0,201	2,682	480,554

Sumber: Hasil Perhitungan Excel 2021

Perhitungan Limpasan Air Hujan

Untuk menghitung debit limpasan air hujan dapat digunakan dengan cara rasional. metode rasional menggunakan rumus $Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$. Dalam menentukan koefisien aliran permukaan, diperlukan langkah – langkah pengerjaan atau proses digitasi pada aplikasi ArcGIS 10.5 yang membutuhkan data peta tataguna lahan dan peta kontur elevasi tanah di wilaah lokasi studi.

Ada beberapa data spasial yang diperlukan untuk menentukan penggunaan lahan diwilayah sekitar lokasi studi yakni, data peta tata guna lahan dengan format *shapefile* atau (.Shp) di input ke dalam aplikasi ArcGIS yaitu Pemukiman.shp, Perkebunan.shp, Sawah.shp. Kemudian didapatkan nilai koefisien aliran permukaan (C) dari digitasi serta penyesuain dari data tersebut, dan untuk gambar tata guna lahan bisa dilihat di **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Tata Guna Hasil Aplikasi ArcGIS 10.5
Sumber: Aplikasi ArcGIS 10.5, 2021

Data curah hujan yang kemudian diolah sehingga mendapatkan nilai insensitas hujan (I), dan untuk luasan daerah pengaliran (A) diperoleh dari digitasi daerah aliran drainase.shp, arah aliran drainase.shp, dan sungai.shp yang ada di sekitar wilayah lokasi studi sehingga mendapatkan nilai A dari tiap-tiap luas daerah pengaliran seperti **Tabel 5**.

Tabel 5. Luas Daerah Pengaliran (A) Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin

No	Kode Saluran	Nama Saluran	Luas Lahan (Km ²)
1	01K	Kedungbanteng I	0,0885
2	02K	Kedungbanteng II	0,3465
3	03K	Cemara Asri	0,2232
4	04K	Banjarpanji I	0,4671
5	05K	Banjarpanji II	0,0500
6	01BJ	Banjarasri I	0,5501
7	02BJ	Banjarasri II	0,1441
8	03BJ	Banjarasri III	0,1409
9	04BJ	Kalidawir	0,0046
10	05BJ	Panatarsewu	0,0091

Sumber: Hasil Analisa ArcGIS 10.5, 2021

Contoh salah satu perhitungan besar debit limpasan air hujan untuk saluran “Kedungbanteng I” yaitu:

$$Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q_{ah} = 0,278 \times 0,0608 \times 124,7905 \times 0,0885$$

$$Q_{ah} = 0,18674 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit limpasan air hujan untuk saluran lainnya dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Perhitungan Debit Limpasan Air Hujan (Qah) di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin

No	Kode Saluran	Nama Saluran	C	I (mm/Jam)	A (Km ²)	Qah (m ³ /detik)
1	01K	Kedungbanteng I	0,0608	124,7905	0,0885	0,18674
2	02K	Kedungbanteng II	0,0934	82,4550	0,3465	0,74164
3	03K	Cemara Asri	0,0825	70,0230	0,2232	0,35830
4	04K	Banjar Panji I	0,1667	80,3890	0,4671	1,74037

No	Kode Saluran	Nama Saluran	C	I (mm/Jam)	A (Km ²)	Qah (m ³ /detik)
5	05K	Banjar Panji II	0,0589	120,7688	0,0500	0,09891
6	01BJ	Banjarasri I	0,1119	73,1102	0,5501	1,25078
7	02BJ	Banjarasri II	0,0423	170,5361	0,1441	0,28920
8	03BJ	Banjarasri III	0,0478	133,0978	0,1409	0,24886
9	04BJ	Kalidawir	0,0555	261,5457	0,0046	0,01849
10	05BJ	Panatarsewu	0,0759	289,8687	0,0091	0,05561

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Evaluasi Saluran Drainase

Diketahui dari perhitungan $Q_{ah} = 0,18674 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{ak} = 0,000154 \text{ m}^3/\text{det}$, sehingga perhitungan debit banjir rancangan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{rancangan}} &= Q_{ah} + Q_{ak} \\
 &= 0,18674 + 0,000154 \\
 &= 0,18689 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Untuk data Saluran Eksisting dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Saluran Drainase Eksisting

No	Kode Saluran	b (m)	h (m)	H (m)	m	S	n	Qsal (m ³ /dtk)	Bentuk penampang
1	01K	4,11	0,50	1,10	0,55	0,0147	0,017	8,740	Trapesium
2	02K	2,78	0,30	1,20	0,92	0,0066	0,050	0,598	Trapesium
3	03K	0,34	0,15	0,70	0,43	0,0053	0,017	0,053	Trapesium
4	04K	1,37	0,30	1,20	0,83	0,0101	0,050	0,361	Trapesium
5	05K	2,65	0,50	1,20	0,58	0,0108	0,017	4,765	Trapesium
6	01BJ	1,09	0,25	0,90	0,78	0,0074	0,017	0,528	Trapesium
7	02BJ	2,20	0,30	1,10	-	0,0169	0,050	0,654	Persegi
8	03BJ	2,30	0,30	1,20	-	0,0122	0,050	0,586	Persegi
9	04BJ	0,80	0,40	0,70	-	0,0294	0,017	1,104	Persegi
10	05BJ	1,25	0,60	1,20	0,58	0,0336	0,017	5,276	Trapesium

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Contoh perhitungan $Q_{selisih}$ pada saluran Kedungbanteng I (01K):

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{selisih}} &= Q_{\text{eks}} - Q_r \\
 &= 8,740 - 0,187 \\
 &= 8,553 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan $Q_{selisih}$ untuk saluran lainnya bisa dilihat pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Hasil Evaluasi Saluran Drainase

No	Kode Saluran	Nama Saluran	Qsal (Eksisting) (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Qselisih (m ³ /dtk)	Keterangan
1	01K	Kedungbanteng I	8,740	0,187	8,553	Memenuhi
2	02K	Kedungbanteng II	0,598	0,929	-0,331	Tidak Memenuhi
3	03K	Cemara Asri	0,053	0,359	-0,306	Tidak Memenuhi
4	04K	Banjarpanji I	0,361	2,670	-2,309	Tidak Memenuhi
5	05K	Banjarpanji II	4,765	2,769	1,996	Memenuhi
6	01BJ	Banjarasri I	0,528	1,251	-0,723	Tidak Memenuhi
7	02BJ	Banjarasri II	0,654	1,218	-0,564	Tidak Memenuhi
8	03BJ	Banjarasri III	0,586	1,468	-0,881	Tidak Memenuhi
9	04BJ	Kalidawir	1,104	0,018	1,086	Memenuhi
10	05BJ	Panatarsewu	5,276	1,542	3,734	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Perencanaan Perbaikan Saluran Drainase

1. Saluran penampang berbentuk Trapesium

Perhitungan penampang Trapesium untuk saluran 02K (Kedungbanteng II)

Diketahui:

- Debit banjir rancangan (Qr) = 0,929 m³/detik
- Kemiringan saluran (S) = 0,0066
- Penampang saluran trapesium dengan pasangan batu belah yang disemen yang mempunyai nilai n = 0,017 (**Tabel 1**)
- Nilai tinggi saluran H = 1,2 m (disamakan dengan kedalaman eksisting)

Menentukan kedalaman aliran

$$h = H - (30\% \times H)$$

$$h = 1,2 \text{ m} - (30\% \times 1,2 \text{ m})$$

$$h = 1,2 \text{ m} - 0,36 \text{ m}$$

$$h = 0,84 \text{ m}$$

Luas penampang

$$A = (b + mh) \times h$$

$$A = (b + 0,58 \times 0,84 \text{ m}) \times 0,84 \text{ m}$$

$$A = 0,84b + 0,4092 \text{ m}^2$$

Keliling basah penampang

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$P = b + 2 \times 0,84 \text{ m} \sqrt{1 + 0,58^2}$$

$$P = b + 1,9421 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis saluran

$$R = A/P$$

$$R = 0,84b + 0,4092 \text{ m}^2 / b + 1,9421 \text{ m}$$

Debit saluran

$$Q_{sal} = A \times V$$

$$0,929 = 0,84b + 0,4092 \times \left[\frac{1}{0,017} \cdot \left(\frac{0,84b + 0,4092}{b + 1,9421} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0066^{\frac{1}{2}} \right]$$

$$b = 1,0 \text{ m}$$

2. Saluran penampang berbentuk Persegi

Perhitungan penampang Persegi untuk saluran 02BJ (Banjarasri II)

Diketahui:

- Debit banjir rancangan (Qr) = 1,218 m³/detik
- Kemiringan saluran (S) = 0,0169
- Penampang saluran trapesium dengan pasangan batu belah yang disemen yang mempunyai nilai n = 0,017 (**Tabel 1**)
- Nilai tinggi saluran H = 1,2 m (disamakan dengan kedalaman eksisting)

Menentukan kedalaman aliran

$$h = H - (30\% \times H)$$

$$h = 1,1 \text{ m} - (30\% \times 1,1 \text{ m})$$

$$h = 1,1 \text{ m} - 0,33 \text{ m}$$

$$h = 0,77 \text{ m}$$

Luas penampang

$$A = b \times h$$

$$A = b \times 0,77 \text{ m}$$

$$A = 0,77b$$

Keliling basah penampang

$$P = b + 2h$$

$$P = b + 2 \cdot 0,77 \text{ m}$$

$$P = b + 1,54$$

Jari – jari hidrolis saluran

$$R = A/P$$

$$R = 0,77b / b + 1,54$$

Debit saluran

$$Q_{sal} = A \times V$$

$$1,218 = 0,77b \times \left[\frac{1}{0,017} \cdot \left(\frac{0,77b}{b + 1,54} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0169^{\frac{1}{3}} \right]$$

$$b = 1,30 \text{ m}$$

Untuk perencanaan perhitungan perbaikan saluran lainnya dapat ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Perencanaan Perbaikan Saluran

No	Kode Saluran	b (m)	h (m)	m	S	n	A (m ²)	P (m)	R (m)	Vsal (m/dtk)	Qhitung (m ³ /dtk)	Bentuk penampang	Keterangan
1	02K	1,00	1,2	0,58	0,0066	0,017	0,518	2,072	0,250	1,893	0,929	Trapezium	Memenuhi
2	03K	0,50	0,7	0,58	0,0053	0,017	0,286	1,433	0,200	1,465	0,359	Trapezium	Memenuhi
3	04K	1,20	1,2	0,58	0,0101	0,017	0,913	2,542	0,359	2,986	2,670	Trapezium	Memenuhi
4	01BJ	1,30	0,9	0,58	0,0074	0,017	0,589	2,027	0,291	2,215	1,251	Trapezium	Memenuhi
5	02BJ	1,30	1,1	-	0,0169	0,017	0,462	2,140	0,216	2,750	1,218	Persegi	Memenuhi
6	03BJ	1,20	1,2	-	0,0122	0,017	0,588	2,380	0,247	2,562	1,468	Persegi	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

PENUTUP

Kesimpulan

1. Besarnya curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar 109,775 mm
2. Besarnya debit air kotor di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar 0,0030 m³/detik
3. Besarnya debit banjir rancangan selama 5 tahun di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar 4,99186 m³/detik
4. Dari hasil perhitungan diperoleh debit kapasitas pada masing-masing saluran yang ada di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo yang tidak memenuhi sebesar 0,331 m³/detik pada saluran Kedungbanteng II (02K)
5. Dari hasil evaluasi saluran drainase dapat diketahui bahwa tidak semua saluran drainase dapat menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun. Dari 10 Saluran Drainase yang sudah dievaluasi terdapat 6 Saluran Drainase yang tidak mampu menampung debit banjir rancangan. Untuk mengatasi masalah ini maka dapat dilakukan perbaikan ulang saluran eksisting agar saluran tersebut mampu menampung debit banjir rancangan tersebut.

Saran

1. Pada penelitian evaluasi drainase ini analisa yang digunakan adalah dengan menggunakan Aplikasi ArcGIS 10.5 (*Geografis Information System*) untuk penelitian evaluasi drainase selanjutnya dapat menggunakan Aplikasi HEC-RAS
2. Untuk konsep perbaikan drainase selanjutnya bisa menggunakan alternatif lain seperti *ecodrainage* yaitu dengan berbentuk kolam retensi yang berguna mengalirkan kelebihan debit banjir rancangan ke kolam retensi tersebut.
3. Selain perbaikan saluran drainase, mungkin bisa dipertimbangkan lagi untuk membangun bangunan air seperti pintu air yang berfungsi untuk mengatasi masalah banjir di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven T, dan EVN Rosalina. 1989. "Hidrolika Saluran Terbuka. Erlangga." *Jakarta*.
- Darmadi. 2016. "Menghitung Kecepatan Aliran Saluran Terbuka Pada Aliran Uniform."
- Dinisari, Nuria Wahyu. 2009. "Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta."
- Noerhayati, Eko. 2015. "Model Neraca Air Daerah Aliran Sungai Dengan Aplikasi Minitab." *Universitas Islam Malang: Badan Penerbit Fakultas Ekonomi*.
- Rachmawati, Azizah. 2012. "Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub DAS Lowokwaru Kota Malang." *Rekayasa Sipil* 4 (2): 111–23.
- Subarkah, Imam. 1980. "Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Bandung." *Idea Dharma*.
- Suripin. 2004. "Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan." *Andi*.