Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE KAWASAN KELURAHAN KOTAKULON KECAMATAN BONDOWOSO KABUPATEN BONDOWOSO

EVALUATION OF REGIONAL DRAINAGE NETWORK SYSTEM KOTAKULON VILLAGE BONDOWOSO DISTRICT BONDOWOSO REGENCY

Muhammad Iswantoro[1)],Noor Salim[2)] Taufan Abadi[3)]
[1]Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : muhammadiswantoro778@gmail.com
[2]Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : noorsalim@gmail.com
[3]Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : taufanabadi66@gmail.com

Abstrak

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yangberasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan / lahan,sehingga fungsi kawasan / lahan tidak terganggu. Drainase kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso saat hujan terjadi genangan khususnya yang berada diruas Jalan Diponegoro Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso, genangan akan mengganggu pengguna jalan untuk melakukan aktivitas. Berdasarakan hasil analisa dengan kala ulang 10 tahun, dari 18 saluran yang ditinjau maka diketahui ada 12 saluran yang mampu menampung debit banjir dan 6 saluran tidak dapat menampung debit banjir. Sistem drainase pada Kelurahan Kotakulon termasuk di kriteria baik dengan bobot penilaian 66,64 %. Ada 2 alternatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan perubahan dimensi dan memberi sudetan untuk mengurangi debit banjir ke lokasi genangan. Sehingga setelah di lakukan perubahan sistem maka kriteria kinerja dengan memperoleh nilai 100% dengan kriteria sangat baik yaitu saluran bisa menampung debit dan tidak ada permasalahan seperti sampah, dimensi saluran, vegetasi

Keywords *: Drainase, saluran, genangan*

Abstract

Drainage which comes from English, namely drainage has the meaning of drain, draining, throwing, or diverting water. In the field of civil engineering, drainage can be defined as a technical action to reduce excess water, whether it comes from rainwater, seepage, or excess irrigation water from an area/land, so that the function of the area/land is not disturbed. Drainage in the Kotakulon Village, Bondowoso District, Bondowoso Regency, when it rains, puddles occur, especially in the Diponegoro Street, Kotakulon Village, Bondowoso District, Bondowoso Regency, inundation will interfere with road users to carry out activities. Based on the results of the analysis with a return period of 10 years, of the 18 channels reviewed, it is known that there are 12 channels that can accommodate flood discharge and 6 channels that cannot accommodate flood discharge. The drainage system in Kotakulon Village is included in good criteria with an assessment weight of 66.64%. There are 2 alternatives used in this study, namely by changing the dimensions and providing an angle to reduce the flood discharge to the inundation location. So that after the system changes, the performance criteria are obtained by obtaining a value of 100% with very good criteria, namely the channel can accommodate discharge and there are no problems such as garbage, channel dimensions, vegetation

Keywords*: Drainage, channel, inundation*

Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

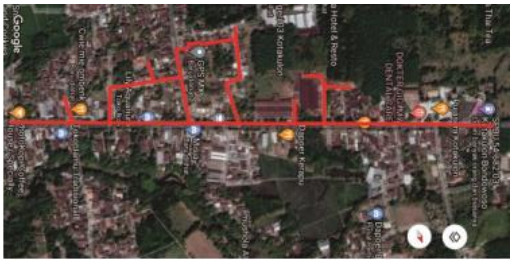
1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelurahan Kotakulon secara geografis berada di wilayah Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso. Koordinat wilayah terletak di 7°56'25" LS dan 113°59'0" BT. Kelurahan Kotakulon mempunyai batas-batas wilayah yaitu Sebelah utara berbatasan dengan Desa Karanganyar, sebelah timur berbatasan Kelurahan Blindungan, sebelah selatan berbatasan dengan Kelurahan Badean, dan sebelah barat berbatasan dengan Desa Poncogati. Luas wilayah Kelurahan Kotakulon adalah 139 Ha dan memiliki kepadatan penduduk 1.694/jiwa/KM^2.

Drainase kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso saat hujan terjadi genangan khususnya yang berada diruas Jalan Diponegoro Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso, genangan akan mengganggu pengguna jalan untuk melakukan aktivitas. Jika masalah genangan tidak teratasi maka akan menimbulkan masalah yang lebih besar dikemudian hari, seperti banjir atau genangan air di bahu dan badan jalan.

Ruas jalan di Jalan Diponegoro Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso merupakan salah satu ruas jalan di perkotaan yang masih sering mengalami genangan akibat sistem jaringan drainase yang tidak dapat menampung atau mengalirkan air ke permukaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini perlu di lakukan evaluasi kondisi sistem jaringan drainase yang mengalir ke kawasan jalan Diponegoro Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso agar dapat di ketahui permasalahan sesungguhnya yang menyebabkan terjadinya genangan air serta perlu adanya pemeliharaan drainase dari sampah dan endapan agar drainase dapat menyalurkan air dengan baik.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber ; *Google earth 2020.*

Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem jaringan drainase yang ada di kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso?
2. Berapa debit yang terjadi pada tiap saluran di sistem jaringan drainase kawasan di Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso?
3. Bagaimana perbandingan kinerja sistem jaringan drainase terhadap besar kemampuan saluran drainase dalam menampung debit banjir di kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso?
4. Bagaimana solusi yang tepat untuk mengatasi masalah drainase kawasan di Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso?

Batasan Masalah

1. Tidak membahas RAB
2. Lingkup penelitian hanya pada sistem drainase yang ada kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso

Tujuan

1. Untuk mengetahui kondisi eksisting sistem jaringan drainase yang ada di kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso
2. Untuk mengetahui debit yang terjadi pada tiap saluran di sistem jaringan drainase kawasan di Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso

3. Untuk mengetahui kinerja sistem jaringan drainase kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso terhadap besar kemampuan saluran drainase dalam menampung debit banjir
4. Untuk mengetahui solusi yang tepat untuk mengatasi masalah drainase kawasan di Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso

Manfaat

Untuk manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Instansi terkait, penelitian ini diharapkan memberi manfaat dan himbauan atau masukan yang teknis yang baik untuk sistem drainase kawasan Kelurahan Kotakulon Kabupaten Bondowoso
2. Bagi akademik, dari hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi dan menjadi acuan bagi peneliti lainnya khususnya yang mendalami bidang air, selain itu agar dapat berguna bagi tambahan referensi sebagai perkembangan ilmu pengetahuan dimasa kini bahkan dimasa mendatang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, 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 / lahan,sehingga fungsi kawasan / lahan tidak terganggu. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. Secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya, lapangan olah raga , lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/ sungai serta tempat lainnya merupakan bagian dari sarana kota (H.A. Halim Hasmar: 2011).

Data Hujan

Data curah hujan didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan maupun stasiun-stasiun pos hujan yang terdapat di sekitar daerah aliran, yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Menghitung Curah Hujan (CH) Rata Rata

Untuk dapat mewakili besarnya CH di suatu wilayah/daerah diperlukan penakar CH dalam jumlah yang cukup.Semakin banyak penakar dipasang di lapangan diharapkan dapat diketahui besarnya rata-rata CH yang menunjukkan besarnya CH yang terjadi di daerah tersebut. Disamping itu juga diketahui variasi CH di suatu titik pengamatan. Menurut (*Hutchinson, 1970 ;Browning, 1987 dalam Asdak C. 1995*). Ada tiga cara dalam menentukan curah hujan (CH), sebagai berikut

1. Cara rata – rata aritmatik (*Aljabar*)
2. Cara poligon (*Thiessen polygon*)
3. Cara isohet (*Isohyetal*)

Cara Rata-Rata Aritmatik (Aljabar)

Cara rata-rata aritamatik adalah cara yang paling mudah diantara cara lainnya (*poligon dan isohet*). Digunakan khususnya untuk daerah seragam dengan variasi CH kecil. Hujan kawasan diperoeh dari persamaan;

$$P = (P1 + P2 + p3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + Pn) / n$$

Dimana ;

P = Curah hujan rata-rata

P1, P2, P3,…… = Curah hujan yang tercatat pada tiap pos pengukur hujan

Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

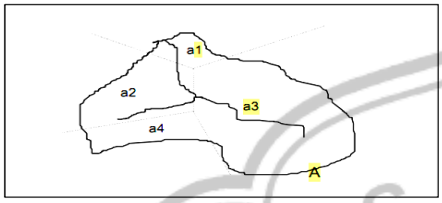
Cara poligon (*Thiessen polygon*)

Untuk menghitung curah hujan rata-rata cara poligon menggunakan persamaan

Rata-rata CH = R1(a1/A) + R2(a2/A) +. . . + Rn(ai/A).....

Dimana ;

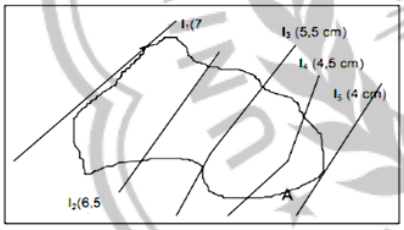
R = jumlah curah hujan pada penakar/stasiun di daerah a



Gambar 2. Daerah-daerah poligon
Sumber : *Suripin. 2004*

Cara isohet (*Isohyetal*)

Dalam metode isohet ini untuk wilayah dibagi dalam daerah - daerah yang masing-masing dibatasi oleh dua garis isohet yang berdekatan, misalnya Isohet 1 dan 2 atau (I1 – I2). Oleh karena itu, dalam Gambar 2.2, curah hujan rata –rata untuk daerah I1 – I2 adalah (7 cm + 6,5 cm)/2 = 6,75 cm.



Gambar 3. Garis-garis besarnya curah hujan
Sumber : *Suripin. 2004*

Analisis Frekuensi Dan Probabilitas

Tujuan analisis frekuensi dan probabilitas data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang di analisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin: 2004).

Distribusi Normal

Distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan sebagai berikut (Suripin,2004):

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} exp[-\frac{(x-\mu)2}{2\sigma}]$$

Keterangan:

P(X) = fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal).

X = veriabel acak kontinu.

μ = rata-rata nilai X.

σ = simpangan baku nilai X.

Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut (Suripin, 2006:39).

$$P\ (X) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{(Y-\mu 2)2}{x\sigma\sqrt{2\pi}}\ X > 0$$

Keterangan:

P(X) = peluang log normal.

X = nilai variat pengamatan.

σY = deviasi standar nilai variat Y.

μY = nilai rata-rata populasi Y.

Distribusi Log-Person III

Metode Log Pearson Tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dangan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$Y = \bar{Y} + k.S$$

Dengan :

Y = Nilai logaritmik dari X atau log X

X = Curah hujan (mm)

$\bar{Y}$ = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log-Pearson Tipe III

Uji Kecocokan Chi-kuadrat

Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X2, yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$X_h^2 = \sum_{i-1}^{G} \frac{(\mathrm{Oi} - \mathrm{Ei})2}{\mathrm{Ei}}$$

Keterangan:

X_h^2 = parameter chi-kuadrat.

Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

G = jumlah sub kelompok.
O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i.
E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

Uji Smirnov–Kolomogrov

Uji kecocokan Smirnov–Kolomogrov, sering juga disebut uji kecocokan non parametik (*non parametic tes*), karena pengujinya tidak menggunakan fungsi tertentu.

Debit Rencana

Debit rencana adalah adalah debit yang diperkirakan akan menjadi debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk kemudian dijadikan sebuah patokan untuk mendimensi saluran drainase supaya tidak terjadi genangan.

Dimensi Penampang Saluran

Pengukuran terhadap dimensi saluran, yaitu lebar dasar saluran (b), lebar atas saluran (B), kemiringan sisi saluran (m), tinggi jagaan (f), tinggi basah saluran (h) dan kemiringan saluran (S). Dengan diketahui saluran lebar dasar saluran dan tinggi basah saluran di atas, maka dapat diperoleh luas penampang basah saluran (A), keliling basah saluran (P) dan jari-jari hidrolis (R).

3. METODE PENELITIAN

Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso. Dan waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2021.

Tinjauan Pustaka

Dari permasalahan yang telah dijelaskan dilakukan tinjauan pustaka yaitu mengumpulkan literatur-literatur yang berkaitan dengan Tugas Akhir yang akan disusun. Literatur itu berupa buku – buku tentang dasar - dasar drainase kawasan , hidrologi persungaian dan hidrolika . Selain buku – buku penulis juga mempelajari *software* dalam analisa data.

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data secara primer dan pengumpulan data secara sekunder. Pengumpulan data primer yaitu pengumpulan data yang diperoleh secara langsung dari pengamatan objek yang telah dilakukan penulis pada kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso seperti melakukan observasi awal pada saluran drainase yang ada serta wawancara pada masyarakat sekitar, sedangkan data sekunder yaitu data yang bersumber dari publikasi instansi pemerintah maupun dari literatur buku tentang drainase kawasan.

Pengolahan Data

Tahapan dimana dilakukan proses pengolahan data baik data primer atau data sekunder. Pengolahan data meliputi kegiatan pengakumulasian dilanjutakan dengan pengelompokan berdasarkan jenis data dan kemudian dilakukan secara analisis.

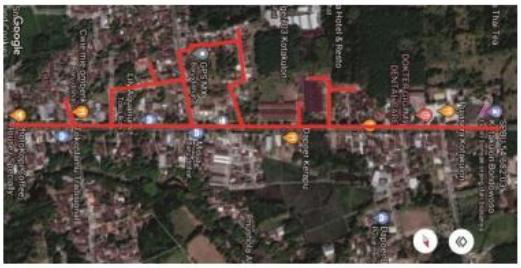
Penyelesaian Masalah

Setelah mengetahui permasalahan yang ada dan berdasarkan tinjauan pustaka yang di gunakan maka penulis memberikan penyelesaian dengan beberapa usulan alternatif yang di harapakan dapat memberikan masukan kepada instansi yang terkait dalam menyelesaikan permasalahan drainase di kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

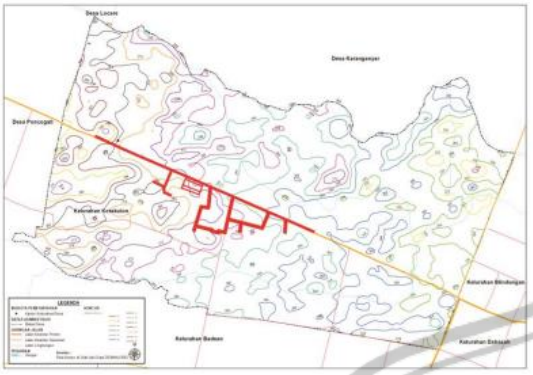
1. Data Peta



Sumber : *Google earth 2020*.

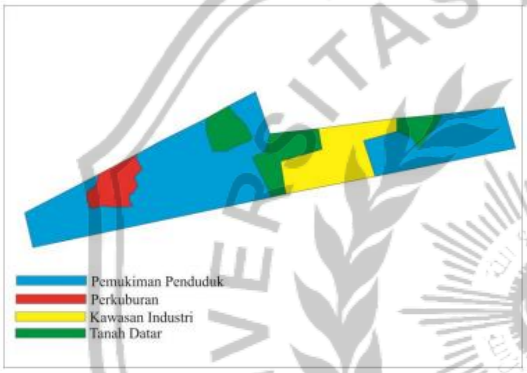
Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

2. Peta Kontur



Sumber : *Hasil Gambar Sendiri ArcGis*

3. Peta Tata Guna Lahan



Sumber : *Hasil Gambar Sendiri ArcGis*

Data Dimensi Saluran

Data yang didapat langsung dari lapangan seperti dimensi saluran, kemiringan lahan dan kondisi di lapangan.

Data Hujan

Data curah hujan dalam penelitian ini menggunakan data hujan bulanan dari 3 stasiun pencatat curah hujan dengan jangka waktu 10 tahun terakhir dari tahun 2011 sampai 2020. Data hujan tersebut didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Kabupaten Bondowoso. Data ketiga stasiun yang digunakan merupakan stasiun hujan Wonosari I, SBR Dumpyong dan Wonosari II.

Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tabel 1. Curah Hujan Rata-Rata Daerah Metode Polygon Thiessen

No	Tahun	STASIUN CURAH HUJAN (mm)			Curah Hujan Rata-Rata Daerah (mm)
		Wonosari I	SBR Dumpyong	Wonosari II	
		22,22 %	60,49 %	17,28 %	R
1	2011	44,0	117,0	100,0	97,8
2	2012	92,0	139,0	98,0	121,5
3	2013	132,0	145,0	105,0	135,2
4	2014	80,0	98,0	89,0	92,4
5	2015	83,5	119,0	70,0	102,6
6	2016	93,0	116,0	47,0	99,0
7	2017	65,0	93,0	80,0	84,5
8	2018	76,0	92,0	100,0	89,8
9	2019	107,0	106,0	66,0	99,3
10	2020	93,0	105,0	70,0	96,3

Sumber : *Hasil Perhitungan Excel*

Analisa Frekuensi dan Distribusi Curah Hujan Rencana

Dalam contoh perhitungan analisa frekuensi dipakai pada tahun 2011, dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

Kolom 3 : (Ri) curah hujan harian maksimum tahun 2011, 97,84 mm

Kolom 4 : (P) ploting = [(m/(n+1)] x 100
: [1/(10+1)x100 = 9,09%

Kolom 5 : Ri – $R_{(rerata)}$
: 97,84 – 101,85 = -4,01

Kolom 6 : $(Ri – R_{(rerata)})^2$
: $- 4{,}01^2 = 16{,}09$

Kolom 7 : $(Ri – R_{(rerata)})^3$
: $-4{,}01^3 = -64{,}53$

Kolom 8 : $(Ri – R_{(rerata)})^4$
: $- 4{,}01^4 = 258{,}9$

$$\text{Standart Deviasi(S)} = \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^{n} (Ri-R(Rerata))^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2092{,}42}{10-1}} = 15{,}25$$

$$\text{Koef Swekness (Cs)} = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^{n} (Ri-R)^3$$

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2)15{,}25^3} \text{ x } (36590{,}33)^3$$

$$= 1{,}434$$

$$\text{Koefisien Kourtosis (Ck)} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{n-1}^{n} (Ri-R)^4}{s^4}$$

$$= \frac{\frac{1}{10}\text{x}1504760{,}2}{15{,}25^4}$$

$$= 1{,}737$$

Jurnal Smart Teknologi
Vol. 3, No. 1, November 2021, Halaman 1 – 10
ISSN: 2774-1702, http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

Berdasarkan ketentuan nilai koefisien kemencengan Cs = 1,434, maka digunakan distribusi Log Person Type III sesuai dengan syarat pemilihan distribusi.

Distribusi Log Person Tipe III

Dengan Koefisien kemencengan G = 1,184, maka harga K untuk periode T ulang 10 tahun Diperoleh K antara 1,337-1,340 perhitungan K dengan kala ulang 10 tahun.

Tabel 2. Analisa Probabilitas Hujan Dengan Distribusi Log Person III

No	Kala Ulang (tahun)	Log X	K	S	Log Xt	Hujan Rancangan (mm)
1	2	2,004	-0,135	0,0608	1,9957	99,026
2	5	2,004	0,734	0,0608	2,0486	111,846
3	10	2,004	1,340	0,0608	2,0855	121,753
4	25	2,004	2,083	0,0608	2,1307	135,117
5	50	2,004	2,619	0,0608	2,1633	145,648
6	100	2,004	3,139	0,0608	2,1949	156,643

Sumber : *Hasil Perhitungan Excel*

Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

1. Uji Smirnov Kolmogorov

Tabel 3. Uji Smirnov Kolmogorov

n	Pe (X)	x	log X	G	Pr (%)	Pt(X)	Pe(X)-Pt(X)
1	0,0909	84,5	1,9269	-1,2665	0,1027	0,9990	-0,9081
2	0,1818	89,8	1,9533	-0,8322	0,2026	0,9980	-0,8162
3	0,2727	92,4	1,9657	-0,6285	0,2649	0,9974	-0,7246
4	0,3636	96,3	1,9836	-0,3333	0,3694	0,9963	-0,6327
5	0,4545	97,8	1,9903	-0,2230	0,4118	0,9959	-0,5413
6	0,5455	99,0	1,9956	-0,1359	0,4459	0,9955	-0,4501
7	0,6364	99,3	1,9969	-0,1143	0,4545	0,9955	-0,3591
8	0,7273	102,6	2,0111	0,1190	0,5474	0,9945	-0,2673
9	0,8182	121,5	2,0846	1,3260	0,9076	0,9909	-0,1727
10	0,9091	135,2	2,1310	2,0887	0,9816	0,9902	-0,0811
Jumlah			20,0391			Jumlah	-4,9531
Log X rerata			2,0039			Δ_{maks}	-0,0811
Simpangan baku (S)			0,0608			Δ_{CR}	0,4095

Sumber : *Hasil Perhitungan Excel*

Dari perhitungan di atas didapat nilai Δ_{maks} sebesar – 0.0811 < Δ_{cr} sebesar 0,4095, maka Distribusi Log Person Tipe III dapat diterima.

2. Uji Chi-Square

Tabel 4 Uji Chi-Square

No	Batas Kelas			Jumlah Data OF	Jumlah Data EF	OF-EF	(OF-EF)2/EF
1	76,6	-	93,5	3	2,5	0,5	0,1
2	93,5	-	110,4	5	2,5	2,5	2,5
3	110,4	-	127,3	1	2,5	-1,5	0,9
4	127,3	-	144,2	1	2,5	-1,5	0,9
				10	10	X^2_{Hitung} =	4,4

Sumber : *Hasil Perhitungan Excel*

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai X^2 sebesar 4,4 yang kurang dari nilai X^2 pada tabel uji Chi-Kuadrat yang besarnya adalah 5,991. Maka dari pengujian kecocokan penyebaran distribusi Log Person Tipe III dapat di terima.

Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Tc = 0{,}0195\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,77}$$

Dengan :

L : Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai tempat pengamatan banjir di Saluran 1A (49 m)

ΔH: Selisih ketinggian antara tempat terjauh dan tempat pengamatan disaluran 1A

S : Perbandingan selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap L, yaitu ΔH : L, atau sama dengan kemiringan rata-rata dari daerah aliran.

Intensitas Hujan Rata-rata

Intensitas Hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode mononobe, intensitas curah hujan (I) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus (loebis 1992) :

$$I = \frac{R24}{24}\left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

Dengan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan rancangan setempat Curah hujan rancangan 2 tahun

T_c = Waktu Konsentrasi saluran 1A = 0,035 jam

$$I = \frac{99{,}026}{24}\left(\frac{24}{0{,}035}\right)^{2/3}$$

= 318,198 mm/jam

Koefisien Tata Guna Lahan

Tabel 5. Tata Guna Lahan

No	Daerah	Luas A	Koefisien C B	A X B C
1	Pemukiman Penduduk	0,04	0,4	0,02
2	Kawasan Industri	0,02	0,6	0,01
3	Perkuburan	0,001	0,1	0,00
4	Tanah Datar	0,02	0,5	0,01
Jumlah		0,081		0,04
C_{DAS}		0,47		

Sumber : *Hasil Perhitungan Excel*

Debit Banjir Rencana

Persamaan Metode Rasional dengan contoh perhitungan pada saluran 1A sebagai berikut :

Dengan:

Q = Debit banjir maksimum (m^3/dtk)
C = koefisien pengaliran/limpasan tata guna lahan = 0,470
I = itensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)
A = luas daerah DAS saluran 1A = 0,0055 km^2
Q = 0,2778 . C . I . A
= 0,2778 . 0,470 . 391,228 . 0,0055
= 0,281 m^3/dtk

Analisa Hidrolika

Pola Jaringan saluran di kawasan Kelurahan Kotakulon dapat dilihat di gambar ini. Pada gambar tersebut sudah tidak sama dengan pola jaringan di lapangan, karena ada tambahan saluran drainase yaitu saluran C. Tambahan pola jaringan ini dilakukan untuk mengurangi debit air yang menuju ke lokasi titik genangan.

Kemiringan Dasar Saluran

Perbandingan selisih tinggi antara tempat terjauh (ΔH) dan tempat pengamatan terhadap panjang saluran (L), yaitu ΔH / L. Penentuan kemiringan dasar saluran diusahakan mengikuti kemiringan permukaan kontur tanah didaerah rencana. Contoh perhitungan pada saluran 1A dengan data sebagai berikut :

L = 49 m , ΔH = 0,6 m

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

$$= \frac{0,6}{49} = 0,012$$

Perencanaan Dimensi Saluran Persegi

Untuk menentukan dimensi saluran 3A existing yang berbentuk persegi antara lain :

1. Lebar dasar saluran (B) = 0,6 m,
2. Kedalaman aliran (H) = 0,5.
3. Luas basah (A) adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.
   A = B x H
   = 0,6 x 0,5
   = 0,30 m^2
4. Keliling basah (P) adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.
   P = B + 2H
   = 0,6 +2 . 0,5
   = 1,6 m
5. Jari – jari hidrolik (R) adalah rasio luas basah dengan keliling basah
   $R = \frac{A}{P}$
   $= \frac{0,30}{1,6}$
   = 0,188 m
6. Menurut data existing dinding saluran menggunakan beton, maka nilai koefisien kekasaran manning sebesar n = 0,011
7. Dalam evaluasi sistem drainase di kawasan Kelurahan Kotakulon saluran 3A kecepatan aliran menggunakan metode manning dengan persamaan sebagai berikut :
   V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/dtk)
   n = Koefisien kekasaran manning
   R = Radius hidrolik = 0,188
   S = Kemiringan dasar saluran = 0,02
   $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
   $= \frac{1}{0,011} \times 0,188^{2/3} \times 0,02^{2/3}$
   = 4,627 m/dtk
8. Untuk menentukan jenis aliran adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude* (F_r). Bilangan *Froude* didefinisikan sebagai berikut :
   V = kecepatan aliran (m/dtk)
   H = kedalaman aliran (m)
   g = percepatan gravitasi (m/dtk)
   $F_r = \frac{V}{\sqrt{g.H}}$
   $= \frac{4,627}{\sqrt{9,81.0,5}}$
   = 2,089
9. Menentukan Debit tiap saluran dengan rumus :
   A = Luas penampang basah
   = 0,30 m^2
   V = Kecepatan aliran dalam saluran
   = 2,160 m/dtk
   Q = V x A
   = 4,627 x 0,30
   = 1,388 m^3/dtk

Perencanaan Dimensi Saluran Trapesium

Untuk menentukan dimensi saluran 1A yang berbentuk Trapesium antara lain :

1. Lebar dasar saluran (B) = 0,24 m,
2. Kedalaman aliran (H) = 0,35.
3. Kemiringan dinding tebing adalah 1 (horisontal) : 2 (vertikal). Maka nilai m = 0,5
4. T adalah tinggi jagaan

   $T = \frac{1}{3}H$

   $= \frac{1}{3}$ x 0,35 = 0,12 m
5. A adalah luas penampang basah

   A = (B+mH) H

   = (0,24+(0,5x0,35) x 0,35

   = 0,15 m^2
6. Keliling basah (P) adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

   $P = B+2H\ (\sqrt{1+m^2})$

   $= 0,24+2x0,35\ (\sqrt{1+0,5^2})$

   = 1,05 m
7. Jari – jari hidrolik (R) adalah rasio luas basah dengan keliling basah

   $R = \frac{A}{P}$

   $= \frac{0,21}{1,33} = 0,155$ m
8. Menurut data existing dinding saluran menggunakan tanah dengan kondisi kurang baik, maka nilai koefisien kekasaran manning sebesar n = 0,011
9. Dalam evaluasi sistem drainase di kawasan Kelurahan Kotakulon saluran 1A kecepatan aliran menggunakan metode manning dengan persamaan sebagai berikut :

   V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/dtk)

   N = Koefisien kekasaran manning

   R = Radius hidrolik = 0,155

   S = Kemiringan dasar saluran = 0,012

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

   $= \frac{1}{0,011} x\ 0,155^{2/3} x\ 0,012^{2/3}$

   = 2,907 m/dtk
10. Untuk menentukan jenis aliran adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude* (F_r). Bilangan *Froude* didefinisikan sebagai berikut :

    V = kecepatan aliran (m/dtk)

    y = kedalaman aliran (m)

    g = percepatan gravitasi (m/dtk)

    $F_r = \frac{V}{\sqrt{g.H}}$

    $= \frac{2,907}{\sqrt{9,81.0,35}}$

    = 1,569
11. Menentukan Debit tiap saluran dengan rumus :

    A = Luas penampang basah

    = 0,21 m^2

    V = Kecepatan aliran dalam saluran

    = 2,907 m/dtk

    Q = V x A

    = 2,907 x 0,21 = 0,600 m^3/dtk

Evaluasi Kriteria Kinerja Sistem Drainase

Bobot penilaian drainase Kelurahan Kotakulon sebesar 66,64 %, maka kinerja sistem drainase pada Kelurahan Kotakulon termasuk di kriteria baik dengan keterangan yaitu saluran bisa menampung debit banjir tetapi Sebagian saja yang bisa menampung debit karena permasalahan dimensi saluran , sampah vegetasi, serta mengalami kerusakan skala yang kecil. Setelah kinerja sistem drainase Kelurahan Kotakulon diadakan perubahan dimensi saluran baru maka kriteria kinerja memperoleh nilai 94,4% dan jika telah di desain ulang (membuat sudetan) dan perubahan dimensi baru mempunyai kriteria kinerja dengan memperoleh nilai 100%, maka kinerja system drainase pada Kelurahan Kotakulon termasuk di kriteria sangat baik dengan keterangan yaitu saluran bisa menampung debit dan tidak ada permasalahan seperti sampah, dimensi saluran, vegetasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kawasan drainase Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso merupakan daerah pemukiman penduduk dan industri. Seiring bertambahnya penduduk juga bisa menjadi faktor volume debit air di saluran drainase menjadi naik karena pembuangan limbah air. Kurang adanya lubang buangan air dari jalan tidak

tersalurkan ke saluran drainase jalan. Jika curah hujan yang tinggi dan cukup lama meyebabkan genangan air di Jalan Diponegoro semakin parah yang merupakan titik genangan.

2. Hasil dari debit rencana yang terhitung 2 sampai 100 tahun. Namun untuk perencanaan saluran hanya memerlukan debit banjir rencana hingga 10 tahun, sehingga debit terkecil pada saluran drainase adalah 0,038 m^3/detik dan terbesar yaitu 2,816 m^3/detik.
3. Pada perhitungan dimensi existing saluran didapatkan dari 18 saluran yang ditinjau maka diketahui ada 12 saluran yang tidak perlu dilakukan perubahan dimensi Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan dimana Q saluran (m^3/dt) lebih besar dari Q rencana (m^3/dt). dan 6 saluran perlu diadakan perubahan dimensi dan perubahan sistem (sudetan) karena Q rencana (m^3/dt) lebih besar dari Q saluran (m^3/dt) (perhitungan analisa di lampiran).
4. Untuk mengatasi masalah drainase kawasan di Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso perlu di lakukan perubahan pada dimensi saluran yang tidak dapat menampung debit banjir sesuai dengan perhitungan dimensi baru dan perubahan sistem (membuat sudetan) sehingga kriteria kinerja dapat memperoleh nilai 100% dengan kriteria sangat baik dengan keterangan yaitu saluran bisa menampung debit dan tidak ada permasalahan seperti sampah, dimensi saluran, vegetasi.

Saran

1. Bagi masyarakat kawasan Kelurahan Kotakulon Kecamatan Bondowoso Kabupaten Bondowoso harus lebih peduli untuk menjaga kebersihan untuk tidak membuang sampah pada saluran drainase yang ada.
2. Bagi Perencana Tata Kota diharapkan lebih rutin untuk mengecek saluran tersebut, sehingga saluran tersebut lebih terawat dan bersih.
3. Perlunya pengkajian atau penelitian lebih lanjut, dikarenakan kemungkinan luapan air (genangan) di jalan Diponogoro Bondowoso akibat lainnya

DAFTAR PUSTAKA

Suripin. 2004. Sistem Drainase Yang Berkelanjutan. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Suripin. 2006. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Andi.

Asdak, C.,2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.Gadjah Mada University Press.Yogjakarta.

Pasaribu, 1999.Sumur Resapan Air Mengurangi Genangan Banjir Dan Mengembalikan Persediaan Air. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Vol.5 No.19 Th.V IKIP Medan, Medan.

Van Te Chow. 1997. Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta: Erlangga.

Soemarto, C.D.1999. Hidrologi Teknik Edisi Ke-2.Jakarta :Erlangga.

Suripin ,M .Eng 1960 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.

Soemarto, C. D. 1999. Hidrologi Teknik. Jakarta : Erlangga.

Soewarno. 1995. Hidrologi Jilid I. Bandung : Nova

Saiful Rizal Nanang, Diktat Aplikasi Perencanaan Irigasi Dan Bangunan Air, LPPM Unmuh Jember, Jember.

Riman. (2011). Evaluasi sistem drinase perkotaan di kawasan kota metropolis Surabaya. J. Widya Teknika 19(2): 39-46.

Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Vol.3, No 1, Maret 2015*, 775-765.