

Studi Evaluasi Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur

Study of drainage system Evaluation in Kapas sub-district, Bojonegoro regency, East Java province

Yulia Indriani^{1*)}

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro, Bojonegoro 62119, Indonesia

Article info: Research Article

DOI:

10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.04

Kata kunci:

debit rancangan; drainase; kapasitas drainase

Keywords:

design discharge; drainage; drainage capacity

Article history:

Received: 09-02-2022

Accepted: 21-06-2022

^{*)}Koresponden email:

razka.aulian9@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Kapas merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bojonegoro yang mengalami laju pertumbuhan penduduk cukup tinggi. Bertambahnya areal pemukiman, maka area resapan akan berkurang dan mengakibatkan nilai koefisien pengaliran menjadi semakin besar. Sehingga debit limpasan permukaan bertambah besar. Maka diperlukan penataan sistem drainase yang mampu menampung limpasan hujan hingga beberapa tahun mendatang. Analisis frekuensi terhadap data curah hujan dengan kala ulang 5 tahun menggunakan metode *Log-Person III*. Metode Rasional digunakan untuk mendapatkan debit rencana (Q_{ranc}). Dilakukan analisis hidraulika untuk menghitung debit kapasitas (Q_{kaps}) dari saluran eksisting dan saluran rencana. Dari kedua hasil itu dibandingkan ($Q_{kaps} > Q_{ranc}$) untuk mengetahui kemampuan dari setiap ruas saluran dalam menampung debit rencana. Sistem drainase dievaluasi hingga 20 tahun mendatang, dengan memproyeksikan pertumbuhan luas permukiman. Pertumbuhan luas permukiman dihitung menggunakan metode proyeksi aritmatik, dengan mengasumsikan pertumbuhan permukiman sama dengan pertumbuhan penduduk. Jika setelah 20 tahun mendatang terjadi limpasan, maka dilakukan perbaikan *slope* dengan menggunakan batas kriteria kecepatan maksimum yang diijinkan sebesar 3,00 m/dt. Namun jika dengan perbaikan *slope* masih terjadi limpasan, maka diperlukan redimensi saluran. Redimensi saluran diperlukan pada ruas SP.5.Ki.2, SP.5.Ka.2, SP.8.Ki.1 dan SP.9.Ka.1. ataupun penanganan genangan lainnya.

Abstract

Kapas District is located in Bojonegoro Regency. As the residential area increases, the infiltration area will decrease, resulting in a larger flow coefficient so that the surface runoff discharge increases. So it is necessary to arrange a drainage system that can accommodate rain runoff. Frequency analysis of rainfall data with a 5-year return period using the *Log-Person III* method. The Rational method is used to obtain the design discharge. A hydraulic analysis was carried out to calculate the existing channel's capacity discharge and the design channel. The two results are compared to determine the ability of each channel segment to accommodate the planned discharge. The drainage system is evaluated for the next 20 years by projecting the growth of the settlement area. The growth of the settlement area is calculated using the arithmetic projection method. Suppose, after the next 20 years there is runoff. In that case, the slope is improved by using the maximum allowable speed criterion limit of 3.00 m/s. However, if there is still runoff with slope improvement, channel re-dimensionality is needed. Channel redimension is required for sections SP.5.Ki.2, SP.5.Ka.2, SP.8.Ki.1 and SP.9.Ka.1. or other flood mitigation.

(c) 2022 Yulia Indriani



Creative Commons License

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Kutipan: Indriani, Y. (2022). Studi Evaluasi Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 13(2), 172–182. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.04>

1. Pendahuluan

Terjadinya perubahan trend limpasan permukaan, kadang kala tidak dibarengi dengan penataan sistem drainase yang memadai. Sebaliknya berubahnya tata guna lahan tidak memperhatikan sistem drainasi yang ada. Hal tersebut merupakan penyebab utama terjadinya banjir/genangan di kawasan perkotaan atau kawasan yang sedang berkembang. Untuk itu, di kawasan perkotaan dan daerah yang sedang berkembang hendaknya dari awal sudah dicanangkan suatu sistem drainase yang dapat memenuhi kebutuhan limpasan air permukaan di waktu yang akan datang.

Laju perkembangan kota searah dengan laju perkembangan penduduk, setiap tahun membutuhkan ruang terbuka yang diubah menjadi kantor dan pemukiman (Akajiaku et al.2015; Lothar Fuchs et al.2012; M. Kh. Askar 2014). Banjir dan drainase merupakan permasalahan dalam pembangunan perkotaan (Marcelo Games Miguez et al. 2015), sehingga diperlukan evaluasi drainase yang sesuai dengan kebutuhan pembangunan kota.

Hal ini berdampak pada perubahan tata guna lahan yang terjadi secara masif dari lahan terbuka menjadi lahan kedap air dan area resapan berkurang (Rurung 2019). Dengan berkurangnya daerah resapan air, maka pada saat terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi terjadi limpasan air berlebih yang tidak dapat ditampung oleh saluran drainase (Pandulu 2015). Sehingga perlu dikaji Proyeksi Kapasitas Saluran Drainase hingga beberapa tahun mendatang, agar dapat direncanakan sistem drainase yang memadai sesuai dengan kebutuhan. Sistem drainase yang digunakan sejak tahun 1970-an adalah sistem drainase konvensional (Salim M 2015). Penerapan konsep drainase konvensional di berbagai wilayah mulai dilakukan evaluasi. Hal ini dikarenakan prinsip kerja drainase konvensional yang bertujuan mengalirkan air secepat-cepatnya ke badan penerima banyak menimbulkan berbagai masalah (Pambudi 2015).

Perencanaan drainase di Kecamatan Kapas selama ini dilaksanakan secara parsial belum menyeluruh. Sedangkan di dalam perencanaan drainase, seharusnya direncanakan berdasarkan Daerah Tangkapan Air mulai dari hulu sampai dengan hilir. Oleh sebab itu, sangat diperlukan Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kecamatan Kapas Kabupaten Bojonegoro yang dapat menjadi masukan untuk pihak terkait. Data kondisi genangan Kecamatan Kapas dapat dilihat pada Tabel 1.

Di dalam penelitian ini, sistem drainase dievaluasi hingga 20 tahun mendatang. Sehingga diperoleh perencanaan perbaikan sistem drainase, yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan banjir hingga 20 tahun mendatang.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Kecamatan Kapas Kabupaten Bojonegoro. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

2.2. Pengumpulan Data

Data curah hujan, diperoleh dari Dinas PUSDA Kabupaten Bojonegoro mulai tahun 2003 sampai dengan 2020. Peta tata guna lahan diperoleh dari *Google Earth* dengan menggunakan aplikasi QGIS 3.18.

2.3. Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Pada daerah kajian, pemilihan metode perhitungan hujan rencana ditetapkan berdasarkan parameter dasar statistiknya. Dalam penelitian ini, hujan rencana dihitung menggunakan Metode *Log Pearson III*.

2.4. Intensitas Hujan

Curah hujan yang digunakan sebagai dasar perhitungan kondisi eksisting sistem drainase digunakan intensitas hujan dengan kala ulang 5 tahun. Intensitas hujan di daerah perkotaan dapat

dihitung dengan rumus Mononobe (Muhammad Amrulloh, Wiwik Yunarni Widiarti, Gusfan Halik 2021).

$$I_n = \frac{R_{24(n)}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Dengan:

I_n = intensitas curah hujan menurut waktu konsentrasi dan masa periode ulangnya, dalam mm/jam

$R_{24(n)}$ = curah hujan maksimum harian (24 jam), sesuai dengan periode ulang yang direncanakan

tc = waktu konsentrasi

2.5. Debit Rancangan

Debit rancangan dihitung menggunakan rumus rasional.

$$Q_{ranc} = 0,00278 C \cdot I \cdot A \quad (2)$$

Dengan:

Q_{ranc} = debit rencana dengan kala ulang T tahun dalam m³/dt

C = koefisien pengaliran

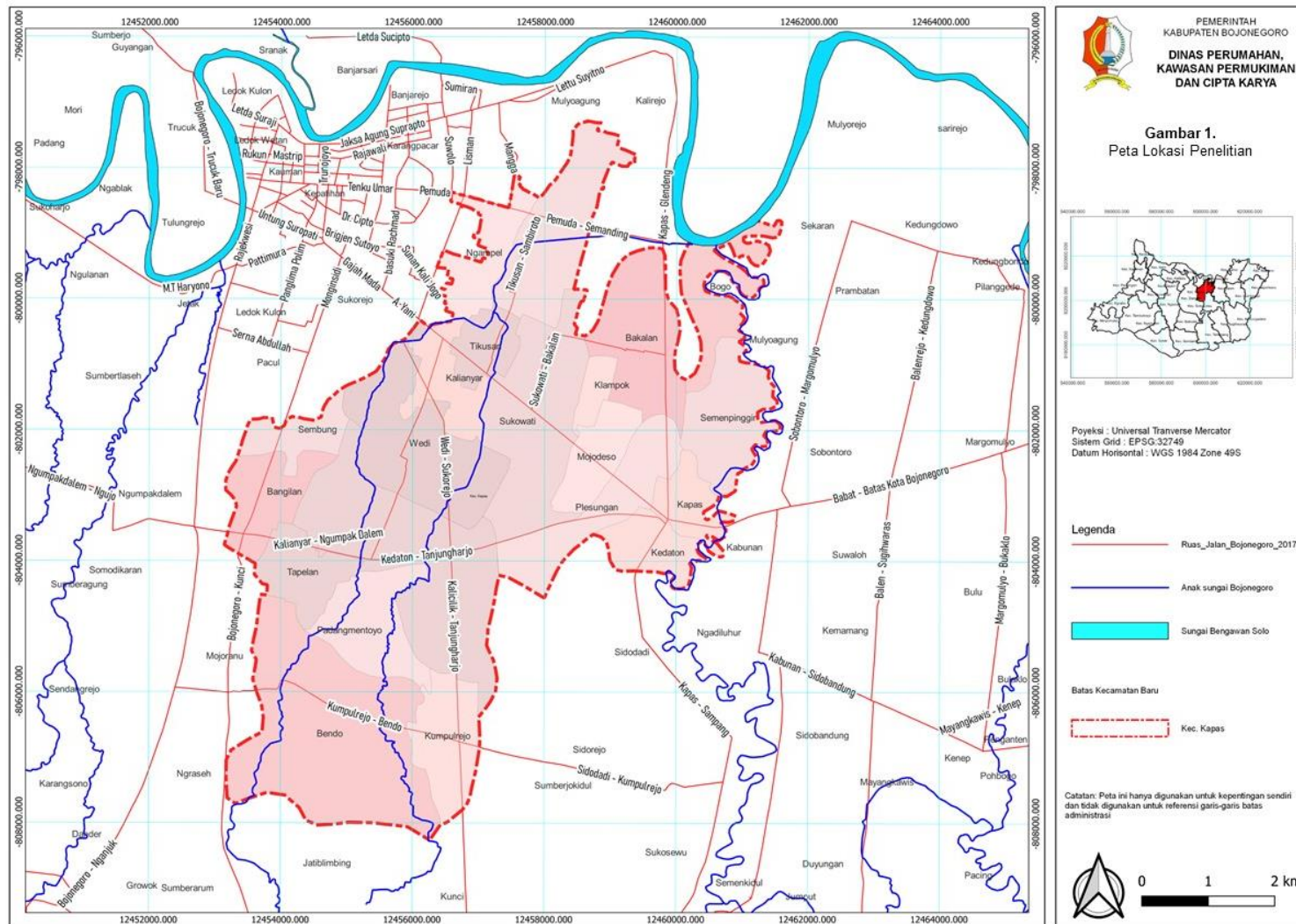
I = intensitas curah hujan

A = luas daerah tangkapan air

Tabel 1. Data Kondisi Genangan Kecamatan Kapas

No.	Desa	Foto Dokumentasi
1	Bangilan	
2	Kalianyar	
3	Wedi	

Sumber: <https://blokbojonegoro.com/2021/01/21/banjir-di-kalianyar-merendam-614-rumah-dan-44-337-hektar-sawah/>



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Dinas Perumahan, Kawasan Permukiman dan Cipta Karya

2.6. Proyeksi Perluasan Permukiman

Proyeksi perluasan pemukiman digunakan untuk menghitung nilai C (koefisien limpasan pada tahun mendatang). Perhitungan dilakukan dengan Metode Aritmatik yaitu dengan mengasumsikan pertumbuhan luas pemukiman berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk. Proyeksi penduduk dengan menggunakan Metode Aritmatik mengasumsikan bahwa jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahun. Formula yang digunakan pada Metode Proyeksi Aritmatik adalah:

$$P_t = P_0(1 + rt) \quad \text{dengan} \quad r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \quad (3)$$

Di mana:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Stasiun Hujan

Analisis curah hujan rencana pada lokasi studi menggunakan curah hujan titik. Untuk mengetahui pengaruh curah hujan untuk analisis debit rencana atau debit desain drainase menggunakan Metode Poligon *Thiessen*. Pada Gambar 2 disajikan gambar Poligon *Thiessen* untuk analisis drainase Kecamatan Kapas. Sistem drainase Kecamatan Kapas dipengaruhi stasiun hujan Bojonegoro, Balen, Dander dan Kapas.

3.2. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana pada lokasi penelitian menggunakan Metode *Log Pearson III*. Untuk selanjutnya perhitungan Intensitas Hujan menggunakan curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun. Berikut disajikan rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan rancangan Metode *Log Pearson III* Stasiun hujan Bojonegoro, Balen, Dander dan Kapas. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana

No.	Periode	Curah Hujan Rancangan Kala Ulang 5 Tahun (R5)			
	Ulang	Sta. Bojonegoro	Sta. Balen	Sta. Dander	Sta. Kapas
	tahun	mm	mm	mm	mm
1	2	91,87	90,66	94,39	86,43
2	5	111,80	107,33	115,03	102,63
3	10	122,89	115,60	126,15	111,40
4	20	130,95	121,08	133,98	117,63
5	25	135,17	123,92	138,07	120,88
6	50	143,32	127,30	145,74	127,04
7	100	150,73	133,24	152,59	132,56
8	1000	171,89	143,80	171,22	147,86



Gambar 2. Poligon Thiessen

3.3. Analisis Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe dengan rekapitulasi hasil perhitungan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan intensitas hujan

t	Intensitas Hujan Kala Ulang 5 Tahun (I5)			
	Sta. Bojonegoro	Sta. Balen	Sta. Dander	Sta. Kapas
1	38,76	37,21	39,88	35,58
2	24,42	23,44	25,12	22,41
3	18,63	17,89	19,17	17,11
4	15,38	14,77	15,83	14,12
5	13,25	12,72	13,64	12,17
6	11,74	11,27	12,08	10,78
7	10,59	10,17	10,90	9,72
8	9,69	9,30	9,97	8,90
9	8,96	8,60	9,22	8,22
10	8,35	8,02	8,59	7,67
11	7,84	7,52	8,06	7,19
12	7,39	7,10	7,61	6,79
13	7,01	6,73	7,21	6,44
14	6,67	6,41	6,87	6,13
15	6,37	6,12	6,56	5,85
16	6,10	5,86	6,28	5,60
17	5,86	5,63	6,03	5,38
18	5,64	5,42	5,81	5,18
19	5,44	5,23	5,60	5,00
20	5,26	5,05	5,41	4,83
21	5,09	4,89	5,24	4,67
22	4,94	4,74	5,08	4,53
23	4,79	4,60	4,93	4,40
24	4,66	4,47	4,79	4,28

Untuk selanjutnya, perhitungan debit limpasan pada saluran drainase menggunakan rumus rasional dengan intensitas hujan kala ulang 5 tahun pada menit ke 300 (5 jam).

3.4. Analisis Hidrolika Debit Saluran

Analisis hidrolika ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas saluran dengan menghitung kemiringan talud, luas penampang, penampang basah, jari-jari hidrolis dan kemiringan saluran. Bentuk penampang saluran primer direncanakan berbentuk persegi (*U-ditch*). Selengkapnya diuraikan tentang contoh perhitungan masing-masing komponen yang berpengaruh pada debit saluran pada saluran primer dengan bentuk penampang persegi.

Contoh perhitungan ruas saluran SP.9.Ka.1.

Dimensi Saluran : $b = 0,8 \text{ m}$

$h = 0,8 \text{ m}$ (ketinggian saluran)

$S = 0,0012$ (*Slope* Saluran Eksisting)

Dengan menggunakan rumus manning, dengan kekasaran $n = 0,02$ (angka kekasaran n manning dengan perkerasan beton), maka:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \cdot S^{0,5} = \frac{1}{0,02} \cdot \left(\frac{0,64}{1,28}\right)^{2/3} \cdot 0,0012^{0,5} = 1,11 \text{ m/dt}$$

3.5. Analisis Debit Saluran Eksisting

Analisis hidrolika ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas saluran dengan menghitung kemiringan talud, luas penampang, penampang basah, jari-jari hidrolis dan kemiringan saluran. Bentuk penampang saluran primer direncanakan berbentuk persegi (*U-ditch*). Debit saluran eksisting dihitung menggunakan rumus rasional, berdasarkan intensitas hujan kala ulang 5 tahun pada menit ke 300 (5 jam) dan stasiun hujan yang berpengaruh seperti pada sub bab ke 3.1. Contoh perhitungan ruas saluran SP.9.Ka.1.

Dari hasil perhitungan pada sub bab 3.4 diperoleh $V = 1,11 \text{ m/dt}$

Maka Debit Kapasitas Saluran Eksisting:

$$Q = V \cdot A = 1,11 \cdot (0,8 \cdot 0,53) = 0,71 \text{ m}^3/\text{dt}$$

3.6. Analisis Kapasitas Saluran

Evaluasi kapasitas saluran dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam menampung debit rancangan. Apabila saluran diketahui tidak mampu menampung debit banjir rancangan, maka bisa terjadi genangan akibat kelebihan air limpasan. Kelebihan air limpasan merupakan selisih antara debit banjir rancangan (Q_{ranc}) dengan debit saluran (Q_{sal}). Apabila $Q_{\text{ranc}} < Q_{\text{sal}}$ maka saluran dikatakan aman terhadap genangan, dan sebaliknya apabila $Q_{\text{ranc}} > Q_{\text{sal}}$ maka akan terjadi genangan. Contoh perhitungan ruas saluran SP.9.Ka.1.

Dari perhitungan pada sub 3.5 diperoleh $Q_{\text{sal}} = 0,71 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Dari analisa pengaruh stasiun hujan Poligon *Thiessen*, seperti pada sub bab 3.1, ruas saluran SP.9.Ka.1 dipengaruhi stasiun hujan Bojonegoro, maka I (Intensitas Hujan) = 13,25 mm.

A (Daerah tangkapan air ruas saluran SP.9.Ka.1) = 536.932,33 m^2 .

Dengan menggunakan rumus rasional, maka:

$$Q_{\text{ranc}} = 0,00278 \text{ C.I. } A = 0,7 \times 13,25 \times \left(\frac{536.932,33}{10.000} \right) = 1,38 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Sehingga pada ruas saluran SP.9.Ka.1 $Q_{\text{ranc}} > Q_{\text{sal}}$, maka pada ruas tersebut terjadi limpasan.

3.7. Proyeksi Luas Daerah Permukiman

Perhitungan laju pertumbuhan penduduk pada kecamatan Kapas:

$$\begin{aligned} P_t &= \text{jumlah penduduk pada tahun } t \text{ (tahun 2020, Sumber Kecamatan Dalam Angka)} \\ &= 54.975 \text{ jiwa} \\ P_0 &= \text{jumlah penduduk pada tahun dasar (tahun 2000, Sumber Kecamatan Dalam Angka)} \\ &= 44.764 \text{ jiwa} \\ t &= \text{periode waktu antara tahun dasar dan tahun } t \text{ (dalam tahun)} \\ &= 2020 - 2000 \\ &= 20 \text{ tahun} \\ r &= \text{laju pertumbuhan penduduk} \\ &= \frac{1}{20} \left(\frac{54.975}{44.764} - 1 \right) \\ &= 0,114 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya proyeksi pertumbuhan permukiman dihitung dengan laju pertumbuhan 0,114 setiap tahunnya.

3.8. Analisis Sistem Drainase 20 Tahun Mendatang

Untuk selanjutnya akan direncanakan dengan dimensi saluran yang sama, namun *slope* direncanakan sesuai dengan batas kecepatan minimum dan maksimum yang diijinkan sesuai dengan proyeksi perubahan tata guna lahan hingga 20 tahun mendatang. Dalam merubah dimensi saluran, lebar saluran harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan, maka perubahan lebih ditekankan pada kedalaman saluran (Wicaksono et al. 2014). Di dalam penelitian ini direncanakan menggunakan *slope* minimal dan *slope* maksimal agar kecepatan sesuai dengan kecepatan minimal dan maksimal yang diijinkan, di mana kecepatan minimal yang diijinkan adalah 0,3 m/dt dan kecepatan maksimal yang diijinkan adalah 3 m/dt. Contoh perhitungan ruas saluran SP.9.Ka.1.

Dimensi Saluran: $b = 0,8 \text{ m}$

$H = 0,8 \text{ m}$ (ketinggian saluran)

$S = 0,0012$ (*Slope* Saluran Eksisting)

Dari perhitungan pada sub 3.5 diperoleh $Q_{sal} = 0,71 \text{ m}^3/\text{dt}$

Dari perhitungan pada sub 3.6 diperoleh $Q_{ranc} = 1,38 \text{ m}^3/\text{dt}$

Debit limpasan = $Q_{sal} - Q_{ranc} = 0,71 \text{ m}^3/\text{dt} - 1,38 \text{ m}^3/\text{dt} = -0,68 \text{ m}^3/\text{dt}$ (jika nilai (+) saluran aman, jika nilai (-) terjadi limpasan).

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi DTA 20 tahun mendatang} &= P_t = P_0(1 + rt) \\ &= 536.932,33 \text{ m}^2 (1 + 0,114 \cdot 536.932,33 \text{ m}^2) \\ &= 1.761.138,03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_{ranc} = 0,00278 \text{ C.I.} A = 0,7 \times 13,25 \times \left(\frac{1.761.138,03}{10.000} \right) = 4,54 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit limpasan = $Q_{sal} - Q_{ranc} = 0,71 \text{ m}^3/\text{dt} - 4,54 \text{ m}^3/\text{dt} = -3,83 \text{ m}^3/\text{dt}$ (jika nilai (+) saluran aman, jika nilai (-) terjadi limpasan).

Pada ruas saluran SP.9.Ka.1. terjadi limpasan. Sehingga *slope* diperbaiki. Dilakukan coba-coba nilai *slope* saluran (S). Untuk mencapai kecepatan maksimum $V = 3,00$ diperoleh $S = 0,0091$.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} \cdot S^{0,5} = \frac{1}{0,02} \cdot \left(\frac{0,43}{0,85} \right)^{2/3} \cdot 0,0091^{0,5} = 3,00 \text{ m/dt}$$

$$Q_{sal} = V \cdot A = 3,00 \cdot (0,8 \cdot 0,53) = 1,92 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dengan perbaikan *slope* menjadi 0,0091, perkiraan 20 tahun mendatang Debit limpasan = $Q_{sal} - Q_{ranc} = 1,92 \text{ m}^3/\text{dt} - 4,54 \text{ m}^3/\text{dt} = -2,62 \text{ m}^3/\text{dt}$ (jika nilai (+) saluran aman, jika nilai (-) terjadi limpasan). Sehingga masih diperlukan redimensi saluran. Untuk ruas saluran yang cukup hanya dengan perbaikan *slope*, tidak diperlukan redimensi. Analisa sistem drainase hingga 20 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada ruas SP.5.Ki.2, SP.5.Ka.2, SP.8.Ki.1 dan SP.9.Ka.1 meskipun dengan memperbesar *slope* dengan kecepatan maksimal desain adalah 3 m/dt, debit rencana lebih besar dari debit kapasitas tampungan saluran. Oleh karena itu diperlukan redimensi ataupun penanganan genangan lainnya berbasis konservasi dan lain sebagainya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa pada ruas saluran SP.5.Ki.2, SP.5.Ka.2, SP.8.Ki.1 dan SP.9.Ka.1 diperlukan perbaikan *slope* dan redimensi saluran. Sedangkan ruas yang lain hanya diperlukan perbaikan *slope*.

Berdasarkan kesimpulan dari hasil Analisa yang telah dilakukan, maka disarankan:

1. Agar perencanaan hingga 20 tahun mendatang tidak terjadi limpasan, dimensi saluran drainase perlu diperbesar.
2. Diperlukan perencanaan berwasawan lingkungan untuk mengurangi besar debit limpasan, dengan perencanaan sumur resapan ataupun kolam retensi.

Dalam melaksanakan suatu kegiatan penataan sistem drainase perkotaan, yang harus dilakukan tidak hanya berkaitan dengan hal teknis saja. Akan tetapi perlu juga dipertimbangan dari berbagai aspek, seperti aspek lingkungan, ekonomi, aspek kelembagaan, dan aspek peran serta masyarakat.

Tabel 4. Analisa Sistem Drainase Hingga 20 Tahun Mendatang

Ruas Saluran	Slope		V (m ² /dt)			Q Kapasitas Saluran (m ³ /dt)		I (mm/jam)	DTA	Qranc (m ³ /dt)	Proyeksi DTA 20 tahun	Qranc (m ³ /dt)	Qlimpasan (m ³ /dt)		Ket
	Eks	Maks	Eks	Min	Maks	Eks	Maks						Slope Eksisting	Slope Rencana	
SP.2.Ka.2	0,0031	0,0091	1,75	0,30	3,00	1,12	1,92	13,64	135.769,82	0,36	445.325,01	1,18	-0,06	0,74	Perbaikan Slope
SP.2.Ki.2	0,0038	0,0091	1,93	0,30	3,00	1,24	1,92	13,64	154.503,91	0,41	506.772,84	1,34	-0,11	0,57	Perbaikan Slope
SP.3.Ki.2	0,0011	0,0091	1,04	0,30	3,00	0,67	1,92	12,72	83.725,00	0,21	274.618,00	0,68	-0,01	1,24	Perbaikan Slope
SP.5.Ki.2	0,0012	0,0091	1,09	0,30	3,00	0,70	1,92	13,25	231.867,37	0,60	760.524,98	1,96	-1,26	-0,04	Re-Dimensi
SP.5.Ka.2	0,0022	0,0091	1,49	0,30	3,00	0,95	1,92	13,25	314.438,13	0,81	1.031.357,05	2,66	-1,71	-0,74	Re-Dimensi
SP.8.Ki.1	0,0012	0,0091	1,08	0,30	3,00	0,69	1,92	13,25	269.504,53	0,70	883.974,85	2,28	-1,59	-0,36	Re-Dimensi
SP.9.Ka.1	0,0012	0,0091	1,11	0,30	3,00	0,71	1,92	13,25	536.932,33	1,38	1.761.138,03	4,54	-3,83	-2,62	Re-Dimensi
SP.15.Ka.1	0,0000	0,0091	0,00	0,30	3,00	0,00	1,92	12,72	7.025,60	0,02	23.043,98	0,06	-0,06	1,86	Perbaikan Slope
SP.16.Ka.1	0,0000	0,0091	0,00	0,30	3,00	0,00	1,92	12,72	7.996,62	0,02	26.228,91	0,06	-0,06	1,85	Perbaikan Slope
SP.16.Ka.2	0,0013	0,0091	1,14	0,30	3,00	0,73	1,92	12,72	152.172,40	0,38	499.125,47	1,24	-0,50	0,68	Perbaikan Slope
SP.19.Ki.1	0,0011	0,0091	1,04	0,30	3,00	0,67	1,92	13,25	176.739,35	0,46	579.705,08	1,50	-0,83	0,42	Perbaikan Slope
SP.23.Ki.1	0,0002	0,0091	0,43	0,30	3,00	0,28	1,92	13,25	52.144,27	0,13	171.033,20	0,44	-0,17	1,48	Perbaikan Slope
SP.24.Ki.1	0,0006	0,0091	0,76	0,30	3,00	0,49	1,92	13,25	62.029,65	0,16	203.457,24	0,52	-0,04	1,40	Perbaikan Slope
SP.25.Ka.1	0,0000	0,0091	0,10	0,30	3,00	0,06	1,92	13,25	43.435,34	0,11	142.467,92	0,37	-0,30	1,55	Perbaikan Slope
SP.27.Ki.1	0,0001	0,0091	0,36	0,30	3,00	0,23	1,92	13,25	82.483,23	0,21	270.545,00	0,70	-0,47	1,22	Perbaikan Slope
SP.29.Ki.1	0,0002	0,0091	0,41	0,30	3,00	0,26	1,92	13,25	35.821,75	0,09	117.495,33	0,30	-0,04	1,62	Perbaikan Slope
SP.29.Ka.1	0,0002	0,0091	0,41	0,30	3,00	0,26	1,92	13,25	56.946,59	0,15	186.784,82	0,48	-0,22	1,44	Perbaikan Slope

Daftar Pustaka

- Akajiaku C. Chukwuocha, Ngozi B. AC-C Chukwuocha, Nigeria. 2015. "Geographic Information Systems Based Urban Drainage Efficiency Factors." *Department of Surveying and Geoinformatics, Federal University of Technology, Owerri, Owerri, Sofia, Bulgaria*, 17-21
- Lothar Fuchs, Thomas Beeneken, Martin Lindenberg. 2012. "Use of Geographic Information Systems for Flooding Analysis in Urban Drainage." *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 627–631.
- Marcelo Games Miguez, Aline Pires Verol and Paulo Roberto Ferreira Carneiro .2012. *Sustainable Drainage systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspect, Drainage Systems*. Prof Muhammad Salik Javaid (Ed), ISBN: 978-953-51-0243-4, InTech
- M. Kh. Askar. 2014. "Rainfall-Runoff Model Using The SCS-CN Method and Geographic Information Systems A Case Study of Gomai River Watershed." *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol 178.
- Muhammad Amrulloh, Wiwik Yunarni Widiarti, Gusfan Halik. 2021. "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember" <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/540/378>
- Pambudi, B. A. 2015. *Sistem Drainase Ramah Lingkungan (Eco-Drainase) dengan Cara Memanen Air Hujan*. 7–8.
- Pandulu et al. 2015. *Pemanenan Air Hujan Pada Perumahan (Real Estate) Melalui Pembangunan Danau Dalam Rangka Mengurangi Eksploitasi Air Tanah Dan*. 15(2), 165 – 172.
- Rurung, M. A et al. 2019. "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa." *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 189–200.
- Salim, M. A. 2015. *Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Di Kawasan Perumahan*. Semarang : Universitas 17 Agustus 1945
- Wicaksono, Dewa Hari, Ruslin Anwar, and Suroso. 2014. "Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase Pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang." *Jurnal Rekayasa Sipil* 8(3): 207 - 213