

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN

(Studi Kasus : Daerah Tangkapan Air Klitren, Gondokusuman, Yogyakarta)

Rinaldy Saputro
rinaldysaputro@rocketmail.com

Slamet Suprayogi
slametsuprayogi@yahoo.com

ABSTRACT

Drainage channels of Klitren are insufficient to the flood discharge. The aims of this research were: 1) To calculate the flood discharge (Q_p) of Klitren catchment within return periods of 2, 5, and 10 years, 2) To calculate the maximum capacity of the drainage channels (Q_c) of Klitren catchment, and 3) To evaluate the capacity of the drainage channels. Analysis was done based on rainfall data of Santan station in 2002-2012. The catchment was divided into 5 sub-catchment. Flood discharge (Q_p) is calculated using the rational method. Channel capacity (Q_c) is determined by the slope-area method. The result shows that the channels of Jl. Klitren, Jl. Klitren Selatan, Jl. Tribrata, and Jl. Langensari cannot accommodate the maximum flood discharge. While the channel of Jl. Kusbini with Q_c 1.42 m³/s is sufficient to flow design discharge of 0.24 m³/s, 0.34 m³/s, and 0.42 m³/s.

Keywords: drainage channel capacity, flood discharge, rational method

ABSTRAK

Saluran drainase di Klitren tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) menghitung debit limpasan (Q_p) DTA Klitren dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun; 2) menghitung kapasitas maksimum saluran drainase (Q_c) di DTA Klitren; dan 3) mengevaluasi kapasitas saluran drainase berdasarkan nilai Q_p dan Q_c . DTA Klitren dibagi menjadi 5 Sub DTA dengan saluran utama untuk menghitung kapasitas maksimum. Debit banjir (Q_p) dihitung menggunakan metode rasional. Kapasitas saluran (Q_c) ditentukan dengan metode *slope-area*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa saluran Jl. Klitren, Jl. Klitren Selatan, Jl. Tribrata, dan Jl. Langensari tidak mampu mengalirkan debit banjir maksimum masing-masing Sub DTA pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. Hasil ini mengindikasikan terjadinya genangan pada 4 saluran drainase tersebut. Sedangkan saluran Jl. Kusbini dengan Q_c 1.42 m³/s mampu mengalirkan Q_p rancangan yang bernilai 0.24 m³/s, 0.34 m³/s, dan 0.42 m³/s.

Kata kunci: kapasitas saluran drainase, debit banjir, metode rasional

PENDAHULUAN

Klitren merupakan bagian dari Kota Yogyakarta yang mengalami perkembangan yang cukup pesat. Dinamika aktivitas perkotaan yang terjadi di Klitren melibatkan perubahan penggunaan lahan dari lahan alami menuju lahan terbangun. Lahan terbangun yang kedap air akan mempengaruhi siklus hidrologi yang ada. Lahan kedap air menyebabkan berkurangnya infiltrasi dan perkolasi pada tanah sehingga air lebih banyak ditransformasikan menjadi limpasan permukaan (Nagle dan Spencer, 1997).

Klitren merupakan wilayah permukiman di perkotaan dengan kondisi bangunan yang sangat padat dan hampir seluruh wilayahnya merupakan lahan terbangun. Padatnya permukiman kota ini dicirikan pula dengan banyaknya bangunan rumah dan gedung bertingkat karena keterbatasan lahan yang tersedia. Sungai Belik yang melintasi kampung ini bahkan sudah mengalami penyempitan tubuh sungai akibat kebutuhan akan lahan tersebut

Saluran drainase menuju sungai juga banyak yang telah beralih fungsi sebagai pembuangan limbah berupa sampah. Kondisi

yang demikian mengakibatkan timbulnya genangan air yang muncul ketika hujan, baik karena kapasitas drainase yang kurang memadai, maupun sebagai dampak luapan aliran sungai.

Kondisi saluran drainase Kelurahan Klitren yang telah mengalami dinamika dan perubahan fungsi ini menyebabkan terjadinya banjir genangan ketika hujan terjadi dengan intensitas tinggi. Masalah genangan ini harus diatasi untuk perbaikan kualitas lingkungan permukiman padat di perkotaan ini. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi kapasitas saluran drainase, dengan berdasarkan analisis curah hujan menggunakan data yang terkini (2002-2012), debit banjir maksimum, dan kapasitas maksimum saluran.

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan antara lain: 1) menghitung debit limpasan (Q_p) DTA Klitren dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun; 2) menghitung kapasitas maksimum saluran drainase (Q_c) di DTA Klitren; dan 3) mengevaluasi kapasitas saluran drainase berdasarkan perhitungan banjir dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain: peralatan lapangan seperti alat tulis, yallon, abney level, GPS, dan pita ukur. Peralatan pengolahan data berupa 1 unit komputer, perangkat lunak *Ms. Office Word*, *Ms. Office Excel* dan perangkat lunak ArcGIS. Bahan yang digunakan antara lain data hujan Stasiun Santan 2002-2012, citra GeoEye 2013, data jaringan drainase, dan peta RBI 1:25.000 Lembar Timoho.

Daerah Penelitian dan Sampel Data

Daerah penelitian adalah Daerah Tangkapan Air Klitren, Gondokusuman, Yogyakarta. Daerah Tangkapan Air didefinisikan sebagai daerah yang dialiri sungai yang berhubungan sehingga aliran-aliran dari daerah tersebut keluar melalui sebuah outlet (Linsley, 1982). Semua aliran yang ada di daerah penelitian dikumpulkan sebagai data pengukuran kapasitas saluran dan data observasi lapangan pada 14 penggal saluran drainase pada berbagai tingkat orde dan 2 titik outlet saluran sekunder.

Waktu Konsentrasi dan IDF

Waktu konsentrasi ditentukan dengan parameter panjang saluran utama, berikut besar kemiringan lerengnya. Besarnya waktu konsentrasi dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Asdak (2010) berikut:

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- T_c : waktu konsentrasi (menit)
- L : panjang maksimum aliran (meter)
- S : kemiringan rata-rata saluran

Waktu konsentrasi pada tiap-tiap sub-DTA dihitung hingga didapat besaran berapa menit suatu aliran dari hulu dapat mencapai outlet atau titik terjauh dari saluran. Nilai T_c ini merupakan salah satu variabel yang digunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan rancangan.

IDF dibuat dengan tahapan langkah sebagai berikut:

- 1) Mengurutkan data hujan harian maksimum rata-rata dari besar ke kecil.
- 2) Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil ke besar, yaitu: *mean (X)*, *standard deviation (S)*, *Coefficient of variation (Cv)*, *Coefficient of skewness (Cs)*, dan *Coefficient of kurtosis (Ck)*.
- 3) Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada.
- 4) Melakukan pengujian dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov untuk mengetahui apakah jenis distribusi yang dipilih sudah tepat.
- 5) Menghitung besaran curah hujan rancangan untuk kala ulang tertentu berdasarkan jenis distribusi yang dipilih, yang dinyatakan dengan rumus sederhana sebagai berikut

$$X_T = X_r + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- X_T : hujan rancangan dengan kala ulang T tahun
- X_r : besaran rata-rata
- S : simpangan baku
- K_T : faktor frekuensi

- 6) Menghitung curah hujan rancangan menjadi intensitas curah hujan dengan menggunakan persamaan Mononobe sebagai berikut:

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

Keterangan:

- I : intensitas hujan (mm/jam)
- t : lamanya hujan (jam)
- R₂₄ : curah hujan maksimum selama 24 jam

7) Penggambaran kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.

Perhitungan Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan permukaan adalah angka yang menunjukkan nilai perbandingan antara air hujan yang jatuh pada suatu lahan terhadap air yang menjadi limpasan permukaan. Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir (Suripin, 2004).

Koefisien limpasan ditentukan pada masing-masing penggunaan lahan (Gambar 1.), dan kemudian dihitung pula untuk keseluruhan luasan Sub DTA menggunakan nilai komposit sebagai berikut:

$$C \text{ komposit} = \frac{\sum(C_i)(A_i)}{A \text{ total}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- C_i : Koefisien limpasan penggunaan lahan tertentu
- A_i : Luas penggunaan lahan tertentu (ha atau km²)
- A total : Luas Total Sub DTA (ha atau km²)



Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan DTA Klitren

Klasifikasi koefisien limpasan untuk perkotaan dan skala detail tidak sama dengan klasifikasi pada skala global. Klasifikasi C yang digunakan berdasarkan *Georgia Stormwater*

Management Manual (2001) seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai C

Tataguna lahan	C	Tataguna lahan	C
Halaman		Industri	
Tanah berpasir, datar, 2%	0,10	Ringan	0,70
Tanah berpasir, rata-rata, 2-7%	0,15	Berat	0,80
Tanah berpasir, miring, >7%	0,20	Taman, kuburan	0,25
Tanah lempung, datar, 2%	0,17	Taman bermain	0,35
Tanah lempung, rata-rata, 2-7%	0,22	Rel kereta api	0,40
Tanah lempung, miring, >7%	0,35	Jalan	
Hutan/Bervegetasi	0,40	Aspal dan beton	0,95
Perkantoran		Batu bata	0,85
Perkotaan	0,95	Trotoar dan atap	0,95
Pinggiran	0,70	Daerah berkerikil	0,50
Perumahan		Tanah kosong (tidak ada penutup berupa tanaman)	
Rumah tinggal	0,50	Tanah berpasir, datar, 0-5%	0,30
Multi-unit, terpisah	0,60	Tanah berpasir, rata-rata, 5-10%	0,40
Multi-unit, tergabung	0,70	Tanah lempung, datar, 0-5%	0,50
Perkampungan	0,40	Tanah lempung, rata-rata, 5-10%	0,60
Apartemen	0,70		

Sumber: Georgia Stormwater Management Manual (2001)

Perhitungan Debit Banjir Maksimum (Qp)

Perhitungan debit banjir maksimum (Qp) untuk wilayah yang kurang dari 50 Km² menurut Suripin (2004) paling tepat menggunakan rumus rasional. Metode ini mempunyai asumsi-asumsi: 1) hujan merata di seluruh daerah tangkapan, 2) lama hujan sama dengan waktu konsentrasi, dan 3) timbunan permukaan diabaikan atau hujan yang jatuh di lahan menjadi aliran.

$$Q_p = 0,278 C I A \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- Q_p : debit maksimum (m³/s)
- C : koefisien limpasan
- I : intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi (mm/jam)
- A : luas DAS (km²)

Perhitungan Kapasitas Maksimum Saluran (Qc)

Kapasitas saluran dihitung berdasarkan kondisi penampang melintang saluran pada lokasi penampang yang ditentukan. Kapasitas saluran diukur pada setiap titik yang mewakili masing-masing daerah tangkapan air. Kapasitas didapatkan dengan cara mengalikan luas penampang saluran dengan kecepatan. Kecepatan setiap penampang dihitung

berdasarkan rumus Manning yaitu (Chow, 1964):

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- n : Koefisien kekasaran Manning
- R : Jari-jari hidrolik (m)
- S : Kemiringan permukaan aliran

Setelah didapatkan besarnya kecepatan saluran, nilai tersebut dikalikan dengan luasan penampang saluran (A) yang formula penghitungannya adalah sebagai berikut:

$$Q_c = V \times A \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- Qc : Debit aliran (m³/s)
- V : Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)
- A : Luas penampang (m)

Koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan klasifikasi Dinas Bina Marga (1990) pada Tabel 2. untuk perencanaan saluran drainase. Klasifikasi nilai n Manning dari Bina Marga dalam penelitian ini hanya diambil untuk saluran drainase yang buatan saja, karena seluruh saluran di DTA Klitren merupakan saluran buatan.

Tabel 2. Klasifikasi n Manning Saluran Buatan

No	Tipe Saluran Buatan	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
1	Saluran tanah, lurus teratur	0.017	0.02	0.023	0.025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0.023	0.028	0.03	0.04
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0.023	0.03	0.033	0.035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0.035	0.04	0.045	0.045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0.025	0.03	0.035	0.04
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran dari batu	0.028	0.03	0.033	0.035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0.02	0.025	0.028	0.03

Sumber: Dinas Bina Marga (1990)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Daerah Penelitian

DTA Klitren memiliki permasalahan hidrologis yang cukup serius. Disamping Sungai Belik yang seringkali mengalami banjir ketika intensitas hujan tinggi, juga terjadi masalah genangan di jalan raya akibat buruknya infrastruktur jaringan drainase. Permasalahan lain yang tidak kalah penting adalah banjir genangan di jalan raya. Masalah ini tidak hanya dirasakan oleh warga yang tinggal di perkampungan padat di sepanjang Sungai Belik, akan tetapi dialami oleh banyak pengguna jalan

yang melintasi Klitren sebagai jalur utama menuju Jl. Yogya-Solo.

Masalah lebih lanjut yang dapat muncul antara lain: 1) memicu kendaraan bermotor untuk terendam bagian mesinnya yang dapat menyebabkan kerusakan mesin, dan 2) meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Kejadian genangan tersebut merupakan bukti yang tidak dapat dipungkiri lagi bahwa kapasitas saluran drainase di wilayah kajian sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir yang ada

Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis dilakukan melalui penerapan distribusi kemungkinan (probabilitas). Peristiwa ekstrem dalam hidrologi misalnya hujan dan debit banjir yang ekstrem. Analisis frekuensi dan probabilitas digunakan untuk menghitung intensitas hujan rancangan.

Data yang dipergunakan untuk analisis frekuensi dan probabilitas adalah data stasiun hujan Santan pada periode 2002-2012 (Tabel 3.) dengan mengambil nilai curah hujan maksimum rerata harian tiap tahunnya

Tabel 3. Data Curah Hujan Maksimum Rerata Stasiun Santan (2002-2012)

No	TAHUN	CH Harian Maksimum Rerata (mm)
1	2002	90.0
2	2003	192.0
3	2004	110.0
4	2005	140.0
5	2006	86.0
6	2007	156.9
7	2008	64.5
8	2009	93.0
9	2010	67.0
10	2011	75.6
11	2012	48.0
Rata-rata		102.1

Sumber: Hasil Analisis (1990)

Data tersebut kemudian dilakukan pemeringkatan nilai. Data statistik dasar dari pemeringkatan ini diperoleh nilai rerata atau *mean* 102.1; deviasi standar 43.985; koefisien kemencengan (Cs) sebesar 0.957; koefisien kurtosis (Ck) 0.197; serta koefisien variansi (Cv) 0.431. Berdasarkan nilai tersebut, distribusi yang sesuai untuk perhitungan hujan rancangan adalah Log-Pearson Tipe III karena nilai Cs dan Cv tidak memenuhi untuk distribusi yang lainnya

Uji Kecocokan

Uji chi kuadrat digunakan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi yang

telah dipilih dapat mewakili distribusi sampel yang dianalisis. Tingkat kecocokan atau konfidensi dari uji statistik ini adalah 5% atau derajat ketidakpercayaan 0.05. Perhitungan uji chi kuadrat menghasilkan nilai chi kuadrat sebesar 1.273 dengan derajat kebebasan 1, yang menghasilkan nilai chi kritik 3.841

Hasil uji Smirnov-Kolmogorov berbeda dari uji chi kuadrat karena tidak berdasarkan pada distribusi sampel yang ada. Uji Smirnov-Kolmogorov menggunakan nilai delta kritik 0.390 menghasilkan kesimpulan bahwa distribusi terbaik adalah Log-Pearson III dengan nilai delta maksimum adalah sebesar 0.081.

Hujan Rancangan

Hujan rancangan untuk perencanaan saluran drainase digunakan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. Kala ulang adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur mengikuti kala ulang. Misal, hujan dengan kala ulang 5 tahun tidak berarti akan terjadi sekali selama 5 tahun, akan tetapi ada kemungkinan dalam waktu 500 tahun akan terjadi 100 kali hujan dengan kala ulang 5 tahunan.

Curah hujan rancangan akan semakin tinggi seiring dengan kala ulang yang semakin besar. Curah hujan rancangan yang disimbolkan X_T berdasarkan perhitungan dengan distribusi Log Pearson III menghasilkan nilai 92.71 mm pada kala ulang 2 tahun, 132.9 mm pada kala ulang 5 tahunan, dan 162 mm pada kala ulang 10 tahun. Nilai-nilai curah hujan rancangan ini dipergunakan untuk menghitung intensitas hujan rancangan pada setiap Sub DTA menggunakan metode rasional.

Debit Banjir Maksimum (Qp)

Debit ialah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang saluran per satuan waktu (Chow, 1964). Banjir didefinisikan sebagai debit/tinggi aliran air dalam suatu saluran, karena berbagai sebab melebihi kapasitas maksimum secara normal (Foster, 1949).

Debit banjir maksimum dari DTA Klitren dihitung berdasarkan pembagian Sub-DTA nya menjadi 5 Sub DTA. Hal ini dilakukan karena DTA Klitren memiliki 4 output drainase menuju Sungai Belik dengan

daerah tangkapan yang berbeda. Pembagian Sub DTA ditunjukkan oleh Gambar 2. Penamaan blok-blok penggunaan lahan dimaksudkan untuk memudahkan identifikasi pembagian Sub DTA. Sub DTA 1 ditunjukkan oleh blok A, Sub DTA 2 ditunjukkan oleh blok B, Sub DTA 3 ditunjukkan oleh blok C, Sub DTA 4a mencakup blok I,J,K,L,MN, sedangkan Sub DTA 4 adalah keseluruhan blok yang berada di sebelah timur dari Sungai Belik yaitu blok D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N.



Gambar 2. Pembagian Blok dan Sub DTA

1.) Koefisien Limpasan (C)

Perhitungan koefisien limpasan dilakukan pada setiap Sub DTA. Koefisien limpasan dihitung menggunakan rerata tertimbang dengan mengalikan masing-masing luas penggunaan lahan dengan nilai masing-masing C sehingga pada akhirnya didapatkan satu nilai C komposit bagi setiap Sub DTA.

Tabel 4. Perhitungan C Komposit untuk Sub DTA 1

No	PL	C	A(Km ²)	CxA	C Komposit
1	Atap	0.95	0.004264	0.004051	0.51
2	Bervegetasi	0.4	0.001114	0.000446	
3	Perkampungan	0.4	0.036758	0.014703	
4	Perkantoran Pinggiran	0.7	0.011869	0.008308	
TOTAL			0.054005	0.027508	

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

Tabel 5. Perhitungan C Komposit untuk Sub DTA 2

No	PL	C	A(Km ²)	CxA	C Komposit
1	Atap	0.95	0.000811	0.00077045	0.42
2	Beton	0.95	0.001068	0.0010146	
3	Makam	0.25	0.001908	0.000477	
4	Perkampungan	0.4	0.030789	0.0123156	
5	Perkantoran Pinggiran	0.7	0.000022	0.0000154	
6	Tanah Kosong berpasir datar	0.3	0.000959	0.0002877	
TOTAL			0.035557	0.01488075	

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

Tabel 6. Perhitungan C Komposit untuk Sub DTA 3

No	PL	C	A(Km ²)	CxA	C Komposit
1	Aspal	0.95	0.001048	0.0009956	0.45
2	Beton	0.95	0.001293	0.00122835	
3	Makam	0.25	0.000079	0.00001975	
4	Perkampungan	0.4	0.022326	0.0089304	
5	Tanah Kosong berpasir datar	0.3	0.001115	0.0003345	
TOTAL			0.025861	0.0115086	

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

Tabel 7. Perhitungan C Komposit untuk Sub DTA 4a

No	PL	C	A(Km2)	CxA	C Komposit
1	Aspal	0.95	0.012621	0.01199	0.79
2	Atap	0.95	0.023343	0.022176	
3	Bervegetasi	0.4	0.001435	0.000574	
4	Beton	0.95	0.006739	0.006402	
5	Perkantoran Pinggiran	0.7	0.029522	0.020665	
6	Perumahan Multi-unit gabung	0.7	0.018448	0.012914	
7	Perumahan Multi-unit pisah	0.6	0.009745	0.005847	
TOTAL			0.101853	0.080568	

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

Tabel 8. Perhitungan C Komposit untuk Sub DTA 4

No	PL	C	A(Km2)	CxA	C Komposit
1	Aspal	0.95	0.020081	0.019077	0.73
2	Atap	0.95	0.045544	0.043267	
3	Bervegetasi	0.4	0.006937	0.002775	
4	Beton	0.95	0.015841	0.015049	
5	Halaman Berpasir Datar	0.1	0.001526	0.000153	
6	Perkampungan	0.4	0.0318	0.01272	
7	Perkantoran Pinggiran	0.7	0.009745	0.006822	
8	Perumahan Multi-unit gabung	0.7	0.101853	0.071297	
9	Perumahan Multi-unit pisah	0.6	0.009745	0.005847	
10	Rumah Tinggal	0.5	0.000379	0.00019	
11	Tanah Kosong Berpasir Datar	0.3	0.001378	0.000413	
TOTAL			0.244829	0.177609	

Sumber: Hasil Perhitungan (2014)

Dapat dilihat pada Tabel 4. Hingga Tabel 8. Yang menunjukkan nilai C komposit masing-masing Sub DTA. Sub DTA 1 memiliki nilai 0.51, Sub DTA 2 memiliki C 0.42, Sub DTA 3 0.45, Sub DTA 4a 0.79, dan Sub DTA 4 sebesar 0.73.

2.) Waktu Konsentrasi (Tc)

Perhitungan waktu konsentrasi Tc melibatkan parameter panjang saluran serta kemiringan dasar saluran. Terdapat 5 saluran utama yang juga mewakili output dari kelima Sub DTA. Saluran Jl. Klitren berfungsi sebagai saluran utama Sub DTA 1, saluran Jl. Klitren Selatan berperan sebagai saluran utama Sub DTA 2, saluran Jl. Kusbini adalah saluran utama Sub DTA 3, saluran Jl. Tribirata adalah saluran utama Sub DTA 4a, dan saluran Jl. Langensari berfungsi sebagai saluran utama Sub DTA 4. Tabel 9. menunjukkan nilai Tc setiap saluran. Nilai Tc ini digunakan sebagai input dalam perhitungan Intensitas Hujan rancangan menggunakan rumus Mononobe

Tabel 9. Nilai Tc tiap Saluran

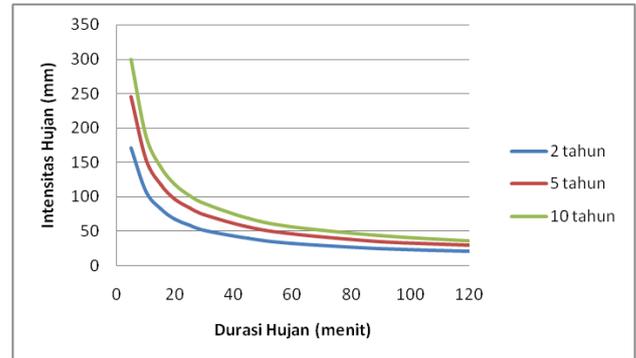
Sub DTA	Saluran	Panjang Saluran (m)	Slope	Tc (menit)	Tc (jam)
1	Jl. Klitren	199.4	0.002	12.59	0.209785
2	Jl. Klitren Selatan	254.9	0.001	19.86	0.33097
3	Jl. Kusbini	304	0.002	17.42	0.290268
4a	Jl. Tribirata	706.4	0.004	25.53	0.425461
4	Jl. Langensari	1096.7	0.05	13.55	0.22576

Sumber: Hasil Perhitungan (2014)

3.) Intensitas Durasi Frekuensi

Parameter intensitas hujan memiliki korelasi yang kuat dengan parameter durasi. Hubungan yang muncul adalah berbanding terbalik, yaitu semakin singkat durasi hujan

yang terjadi, maka intensitas dari hujan tersebut semakin tinggi. Kemudian hubungan dengan frekuensi kejadiannya, semakin besar kala ulangnya, maka intensitas hujan yang terjadi akan semakin tinggi pula. Hubungan ini digambarkan dalam kurva IDF yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Kurva IDF DTA Klitren

4.) Debit Banjir Maksimum Rancangan (Qp)

Perhitungan debit banjir maksimum rancangan Qp dapat dilakukan setelah semua parameter input yang diperlukan terpenuhi. Perhitungan debit banjir maksimum dirancang dengan menentukan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. Pertimbangan pemilihan kala ulang ini adalah dari luasan lingkup kajian serta tujuan dari perencanaan. Perhitungan Qp dapat dilihat pada Tabel 10. hingga Tabel 14.

Tabel 10. Debit Banjir Maksimum DTA 1

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Km2)	Qp (m3/s)
2	0.51	92.48	0.05401	0.707237
5	0.51	132.58	0.05401	1.013839
10	0.51	161.61	0.05401	1.235896

Sumber : Hasil Analisis Data (2014)

Tabel 11. Debit Banjir Maksimum DTA 2

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Km2)	Qp (m3/s)
2	0.42	68.14	0.03556	0.282887
5	0.42	97.68	0.03556	0.405524
10	0.42	119.07	0.03556	0.494345

Sumber : Hasil Analisis Data (2014)

Tabel 12. Debit Banjir Maksimum DTA 3

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Km2)	Qp (m3/s)
2	0.45	74.41	0.02586	0.327321
5	0.45	106.67	0.02586	0.469222
10	0.45	130.04	0.02586	0.571994

Sumber : Hasil Analisis Data (2014)

Tabel 13. Debit Banjir Maksimum DTA 4a

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Km2)	Qp (m3/s)
2	0.79	74.41	0.10185	1.664523
5	0.79	106.67	0.10185	2.38613
10	0.79	130.04	0.10185	2.908754

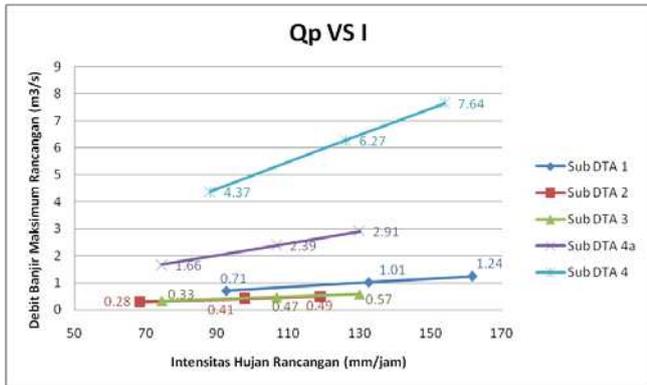
Sumber : Hasil Analisis Data (2014)

Tabel 14. Debit Banjir Maksimum DTA 4

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Km ²)	Qp (m ³ /s)
2	0.73	88.05	0.24483	4.374597
5	0.73	126.22	0.24483	6.27108
10	0.73	153.86	0.24483	7.644608

Sumber : Hasil Analisis Data (2014)

Grafik plot data I rancangan dan Qp pada DTA Klitren pada Gambar 4. menunjukkan hubungan positif dengan Qp yang semakin besar seiring dengan bertambahnya nilai I yang dimasukkan dalam formula rasional. Hubungan positif ini menunjukkan kesesuaian data dan ketepatan perhitungan menurut rumus rasional yang diterapkan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Qp dan I DTA Klitren

Rumus rasional Qp melibatkan 3 parameter, dengan 1 parameter berubah yaitu I rancangan dan 2 parameter yang dianggap bernilai tetap yaitu C dan A. Praktis nilai I menjadi satu-satunya peubah pada perhitungan Qp dalam berbagai kala ulang.

4.) Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Qc)

Hasil perhitungan Qp dibandingkan dengan nilai Qc untuk melakukan analisis komparasi dimana akan diketahui saluran mana yang mampu menampung debit banjir, dan saluran mana yang tidak mampu.

Debit banjir maksimum pada Sub DTA 1 berkisar antara 0.7 hingga 1.23 m³/s sedangkan nilai Qc adalah sebesar 0.328 m³/s. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase pada Sub DTA 1 tidak mampu menampung debit banjir pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahun (Tabel 15.)

Tabel 15. Perbandingan Qc dan Qp DTA 1

Kala Ulang	Qp (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)
2	0.707	0.328
5	1.014	0.328
10	1.236	0.328

Sumber : Hasil Analisis (2014)

Debit banjir maksimum pada Sub DTA 2 adalah 0.28 m³/s, 0.41 m³/s, dan 0.49 m³/s. Sedangkan kapasitas maksimum Saluran Jl. Klitren Selatan memiliki nilai Qc 0.139 m³/s saja (Tabel 16.)

Tabel 16. Perbandingan Qc dan Qp DTA 2

Kala Ulang	Qp (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)
2	0.283	0.139
5	0.406	0.139
10	0.494	0.139

Sumber : Hasil Analisis (2014)

Sub DTA 3 memiliki Qp rancangan secara berurutan 0.238 m³/s, 0.341 m³/s, dan 0.416 m³/s dengan besar kapasitas maksimum saluran Qc 1.421 m³/s. Dengan demikian, saluran drainase pada Sub DTA ini mampu mengalirkan debit banjir maksimum pada setiap kala ulang (Tabel 17.)

Tabel 17. Perbandingan Qc dan Qp DTA 3

Kala Ulang	Qp (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)
2	0.238	1.421
5	0.341	1.421
10	0.416	1.421

Sumber : Hasil Analisis (2014)

DTA 4a menunjukkan nilai Qp yang berkisar 1.66 m³/s hingga 2.9 m³/s. Kapasitas maksimum Qc memiliki nilai 1.346 m³/s yang menunjukkan bahwa saluran Tribrata tidak mampu mengalirkan debit banjir maksimum dari DTA 4a (Tabel 18.).

Tingginya koefisien limpasan dalam perhitungan (0.79) yang merupakan koefisien limpasan terbesar pada DTA Klitren mempengaruhi perhitungan Qp yang demikian besarnya pada Sub DTA ini

Tabel 18. Perbandingan Qc dan Qp DTA 4a

Kala Ulang	Qp (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)
2	1.665	1.346
5	2.386	1.346
10	2.909	1.346

Sumber : Hasil Analisis (2014)

Sedangkan Sub DTA 4 dengan Qp rancangan tertinggi yaitu sebesar 4.3 m³/s, 6.27m³/s, dan 7.64 m³/s hanya memiliki kapasitas saluran maksimum 2.283 m³/s (Tabel 19.) Selisih nilai debit banjir pada Sub DTA 4 sangat jauh dari kapasitas maksimum Saluran Langensari.

Penambahan debit dari Saluran Balapan yang bergabung menjadi satu dengan Saluran

Tribrata ternyata juga membawa perubahan yang cukup signifikan pada selisih nilai Qp dan Qc yang begitu jauh.

Tabel 19. Perbandingan Qc dan Qp DTA 4

Kala Ulang	Qp (m ³ /s)	Qc (m ³ /s)
2	4.375	2.283
5	6.271	2.283
10	7.645	2.283

Sumber : Hasil Analisis (2014)

Hasil perhitungan dan analisis bersesuaian dengan observasi awal peneliti, bahwa terjadi banjir genangan yang cukup besar pada Jalan Langensari yang mendapatkan tambahan input dari Jl Tribrata dan Jl. Balapan. Saluran Klitren dan Klitren Selatan menurut informasi dari penduduk sekitar sangat jarang terjadi penggenangan, akan tetapi untuk Jl. Kusbini yang diamati pernah terjadi genangan, namun dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitasnya sangat baik untuk mengantisipasi genangan yang ada. Kasus genangan yang pernah terjadi pada Jl.Kusbini dapat diakibatkan penyebab lain seperti keberadaan penyumbatan saluran, serta dapat pula disebabkan oleh kenaikan debit Kali Belik hingga menutup saluran buangan menuju sungai. Apabila hal ini terjadi, maka saluran tidak mampu mengalir ke sungai dan berakibat pada penggenangan di permukaan jalan.

Pembangunan saluran drainase DTA Klitren dan mungkin juga sebagian besar wilayah perkotaan Yogyakarta dilakukan dengan pertimbangan perhitungan parameter hujan, kondisi dan fungsi lahan pada tahun perencanaan. Intensitas hujan dan penggunaan lahan mengalami dinamika seiring dengan waktu. Kondisi saat perencanaan dahulu sangat mungkin berbeda dengan kondisi saat ini.. Signifikansi dari evaluasi kapasitas saluran drainase perlu dilakukan berkala sesuai dengan tahun perencanaan bangunan air di wilayah perkotaan yaitu 5 hingga 10 tahunan mengingat dinamika wilayah kota yang intensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, kapasitas maksimum Saluran Jl. Klitren, Jl. Klitren Selatan, Jl. Tribrata, dan Jl. Langensari tidak mampu mengalirkan debit banjir maksimum Sub DTA 1, Sub DTA2, Sub DTA 4a, dan Sub DTA 4 secara berurutan, karena besar kapasitas saluran utama tiap-tiap Sub DTA tersebut lebih kecil dibandingkan

dengan debit banjir maksimumnya pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. Hanya Saluran Jl. Kusbini yang mampu mengalirkan debit banjir rancangan pada semua kala ulang, yaitu, 2, 5, dan 10 tahun

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Chow, V.T. 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill
- Dinas Bina Marga. 1990. Standar Nasional Indonesia T-07-1990-F. Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan.
- Foster, E.E. 1949. *Rainfall and Runoff*. New York : Macmillan
- Linsley, R., Kohler, M., dan Paul, J. 1982. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Nagle, G. dan Spencer, K. 1997. *Advanced Geography*. New York : Oxford University Press
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi