

EVALUASI SISTEM DRAINASE KECAMATAN PONOROGO
KABUPATEN PONOROGO

Heri Suryaman

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
herisuryaman@gmail.com

Prof. Dr. Ir. H. Kusnan, SE., MM.,MT.

Abstrak

Ponorogo berada pada ketinggian antara 90-199 m dengan kondisi lahan 90% landai atau datar. Kemiringan rata-rata yaitu 0,001 ke arah barat. Wilayah Kota Ponorogo terdapat daerah genangan sementara dengan luas 205,5 ha, dengan kedalaman genangan berkisar 30-50 cm dan lama genangan 0,5-1 hari, permasalahan pada daerah tersebut adalah keadaan saluran drainase primer dan saluran drainase sekunder yang tidak dapat menampung debit rancangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran primer dan saluran sekunder dengan debit rancangan yang dihitung menggunakan analisis hujan rancangan metode distribusi frekuensi Log Pearson Type III kala ulang 25 tahun. Hasil analisa saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit rancangan dilakukan rehabilitasi saluran. Saluran yang diteliti meliputi saluran Primer Kali Kategan, Primer Kali Mungkungan dan Sekunder Kali Tambak Kemangi.

Hasil penelitian menunjukkan Primer Kali Kategan ruas P29-P40 kapasitas salurannya 22,9974538 m³/det, debit rancangan 23,5890426 m³/det, debit pengamatan 23,2974239 m³/det. Primer Kali Mungkungan ruas P16-P21 kapasitas salurannya 4,0992344 m³/det, debit rancangan 5,0005503 m³/det, debit pengamatan 4,7272755 m³/det. Primer Kali Mungkungan ruas P29-P35 kapasitas salurannya 9,6469072 m³/det, debit rancangan 10,1457773 m³/det, debit pengamatan 10,8816255 m³/det. Sekunder Kali Tambak Kemangi ruas P32-P40 kapasitas salurannya 1,8081730 m³/det, debit rancangan 1,8382242 m³/det, debit pengamatan 2,8138916 m³/det. Penyempitan juga menyebabkan efek *back water*. Rekomendasi yang dilakukan menggunakan perencanaan kapasitas dimensi saluran 25 tahun.

Kata Kunci : *Sistem Drainase, Debit Rancangan, Kapasitas Saluran Primer, Kapasitas Saluran Sekunder, Drainase Kota Ponorogo*

EVALUATION SYSTEM DRAINAGE DISTRICT PONOROGO
DISTRICT PONOROGO

Heri Suryaman

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
herisuryaman@gmail.com

Prof. Dr. Ir. H. Kusnan, SE., MM.,MT.

Abstract

Ponorogo is located at an altitude of between 90-199 m with the condition 90% gently sloping land or flat. Average slope - the average is 0,001 to the west. Ponorogo city areas while there is a pool area with an area 205,5 ha, with inundation depths ranging from 30-50 cm long and puddles 0,5 to 1 day, the problem in the region is the state of the primary drainage and secondary drainage channels can not accommodate discharge draft.

This study aimed to evaluate the capacity of the primary channel and secondary channel with a design discharge calculated using precipitation analysis design distribution method Log Pearson Type III frequency when the 25-year anniversary. Results of analysis of existing channels are not able to accommodate the design discharge channel rehabilitated. Channel under study include the river channel Kategan Primer, Primer river Mungkungan farms and Basil Secondary river.

Primary results showed Kategan river segment P29-P40 channel capacity m³/sec 22,9974538, discharge plan 23,5890426 m³/sec, discharge observations 23,2974239 m³/sec. Primary Mungkungan river segment P16-P21 4,0992344 m³/sec channel capacity, the design discharge 5,0005503 m³/sec, discharge observations 4,7272755 m³/sec. Primary Mungkungan river segment P29-P35 channel capacity 9,6469072 m³/sec, the design discharge 10,1457773 m³/sec, discharge observations 10,8816255 m³/sec. Basil Secondary Pond river segment P32-P40 channel capacity

1,8081730 m³/sec, the design discharge 1,8382242 m³/sec, discharge observations 2,8138916 m³/sec. Constriction also cause back water effect. Recommendations are made using capacity planning 25-year dimensional channel.

Keywords : Drainage System, Debit Plan, Capacity Primary Channel, Secondary Channel Capacity, Ponorogo Town Drainage

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kota Ponorogo berada pada ketinggian antara 90-199 m diatas permukaan laut dengan kondisi lahan yang hampir 90% datar. Kemiringan rata-rata yaitu 0,001 ke arah barat maka dalam semua saluran drainase mengalir secara gravitasi. Sungai utama yang mengalir melalui Kota Ponorogo yang mempengaruhi sistem tata air di kota yaitu sungai Ketegan-Jaraan, sungai Mungkungan Urung-Urung, sungai Keyang, sungai Slahung, sungai Sungkur dan sungai Sekayu, Afvour Tambak Kemangi dan Afvour Sedodok.

Kota Ponorogo beriklim tropis mempunyai tingkat curah hujan tertinggi yang terjadi pada Bulan Januari sampai April 253-293 mm, dan tingkat curah hujan terkecil terjadi pada Oktober sampai Desember 27-120 mm. Suhu rata-rata di Kota Ponorogo yaitu berkisar 28⁰-34⁰ C. Suhu Kota Ponorogo tergolong sedang sampai panas dan bila ditinjau berdasarkan perhitungan Schmidt dan Ferguson maka Kota Ponorogo tergolong keadaan iklim tipe C.

Kondisi topografi wilayah Kecamatan Ponorogo mempunyai tinggi permukaan tanah dari permukaan laut (DPL) relatif lebih rendah dibandingkan dengan daerah lain di wilayah kabupaten tersebut yaitu kurang dari 100 m. Kecamatan Ponorogo termasuk dataran yang sangat landai. Kecamatan Ponorogo letaknya yang lebih rendah dari daerah sekelilingnya, maka Kecamatan Ponorogo dilewati aliran air yang datang dari daerah yang lebih tinggi elevasinya seperti sungai Keyang timur dan selatan, sungai Slahung dari arah selatan dan sungai Sungkur dari arah barat. Akhirnya muara ketiga sungai tersebut bertemu di sungai Sekayu.

Muara dari ketiga sungai tersebut bertemu pada posisi yang dapat dikatakan hampir satu titik di badan sungai yang mempunyai kemiringan dasar relatif landai dan kondisinya berbelok-belok, maka apabila hujan turun terjadi di daerah hulu dengan intensitas cukup besar maka aliran hujan dengan segera akan terkonsentrasi di pertemuan ketiga sungai tersebut. Akibatnya bisa dikatakan akan terjadi akumulasi debit yang sangat besar dan apabila sungai Sekayu tidak mampu mengalirkan dengan segera maka dapat dipastikan aliran akan meluap dari tebing sungai dan menggenangi daerah sekitarnya.

Penggunaan lahan di Kota Ponorogo dalam sistem perkotaan nasional diklarifikasikan sebagai kota kecil (berpenduduk < 300.000 jiwa) dengan luas Kabupaten Ponorogo mencapai 1.371,78 Km². Secara umum masih didominasi untuk peruntukan sawah. Peruntukan lainnya yang dominan adalah untuk perumahan dan pekarangan yang luasnya mencapai 32,04 % dari luas Kota Ponorogo.

2. Rumusan Masalah

Faktor apa yang mempengaruhi genangan air sistem drainase di Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo?

3. Tujuan Penelitian

Mengetahui faktor - faktor yang mempengaruhi genangan air sistem drainase di Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo.

4. Analisa Hidrologi

Proses analisis hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan/ beda tinggi, dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rerata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana. Sehingga melalui analisis ini dapat dilakukan juga proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada (eksisting).

a. Debit air Hujan (Q_{ah})

Metode yang digunakan untuk menghitung debit air hujan pada saluran-saluran drainase dalam studi ini adalah metode Rasional (Suripin, 2003 : 79). Rumus ini banyak digunakan untuk sungai-sungai biasa dengan pengaliran yang luas dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang sempit.

Bentuk umum persamaan metode Rasional adalah sebagai berikut :

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (1)$$

dengan :

Q = debit banjir maksimum (m³/ dt)

C = koefisien pengaliran (0 ≤ C ≤ 1)

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/ jam)

A = luas daerah pengaliran (Km²)

0.278 = faktor konversi

Adapun arti dari rumus ini adalah jika terjadi curah hujan selama 1 jam dengan intensitas 1mm/ jam dalam daerah seluas 1 Km², maka besarnya debit banjir adalah 0,278 m³/ dt. Dimana debit banjir akan melimpas merata selama 1 jam.

b. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran berubah

dari waktu ke waktu sesuai dengan pengaruh pemanfaatan lahan dan aliran sungai.

Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh factor-faktor penting (Imam Subarkah, 1978 : 42), yaitu :

- 1) Keadaan hujan
- 2) Luas dan bentuk daerah pengaliran
- 3) Kemiringan daerah pengaliran dan kemiringan dasar sungai
- 4) Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- 5) Kebasahan tanah
- 6) Suhu udara, angin, dan evaporasi
- 7) Letak daerah aliran terhadap arah angin
- 8) Daya tampung palung sungai dan daerah sekitarnya

c. Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi air hujan persatuan waktu dengan satuan mm/jam atau mm/hari. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus mononobe (Suripin, 2003 : 68) sebagai berikut :

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

dengan :

- I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- R₂₄ = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
- t = lamanya hujan (jam)

d. Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di tempat terjauh untuk mencapai titik pengamatan. Dalam hal ini diasumsikan bahwa durasi hujan besarnya sama dengan lama hujan. Sehingga untuk menghitung waktu konsentrasi dapat digunakan persamaan Kirpich (Imam Subarkah, 1978 : 40) :

$$tc = 0,00013 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (3)$$

dengan :

- tc = konsentrasi waktu (jam)
- L = panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai tempat pengamatan banjir, diukur menurut jalannya sungai, dinyatakan dalam feet (1 feet = 0,304800 m)
- S = perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh tadi dengan tempat pengamatan terhadap L, yaitu H : L, atau kira-kira sama dengan kemiringan rata-rata dari daerah alirannya.

e. Debit Air Kotor (Q_{ak})

Debit air kotor adalah yang berasal dari hubungan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Untuk memperkirakan jumlah air kotor yang akan dialirkan ke saluran drainase, terlebih

dahulu harus diketahui jumlah kebutuhan air rata – rata dan jumlah penduduk pada daerah studi. Jumlah kebutuhan air bersih rerata untuk daerah studi ini adalah 100 lt/hari/orang. Jumlah kebutuhan air tiap hari ini dianggap besarnya air buangan adalah (Anonim, 1997 : IV - 44) :

$$100 \times 80\% = 80 \text{ lt/hari/orang} \\ = 0,000925 \text{ lt/orang/dt}$$

$$Q_{ak} = Pn \times 100 \times 80\% \quad (4)$$

dengan :

$$Pn = \text{Jumlah penduduk tahun ke-n (jiwa)}$$

Jumlah air kotor yang akan dibuang pada suatu daerah setiap Km² adalah :

$$Q_{ak} = \frac{Pn \times 1,57.10^{-3}}{A} \quad (5)$$

dengan :

$$Q_{ak} = \text{debit air kotor (lt/dt/Km}^2\text{)}$$

$$Pn = \text{jumlah penduduk (jiwa)}$$

$$A = \text{luas daerah (Km}^2\text{)}$$

5. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika merupakan analisis lanjutan dari analisis hidrologi khususnya sebagai input penentuan bentuk dimensi saluran berdasarkan debit banjir rancangan.

Analisis hidrolika ini terdapat tiga tahap analisis, yaitu analisis terhadap kapasitas maksimum saluran drainase eksisting, evaluasi kapasitas saluran terhadap debit rancangan dan evaluasi tinggi dan kemiringan saluran yang ideal berdasarkan kapasitas/volume air yang masuk.

a. Kapasitas Pengaliran

Dalam studi evaluasi sistem drainase kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo dipakai debit banjir rancangan hasil perhitungan dengan kala ulang 25 tahun.

b. Kapasitas Saluran

Perhitungan yang dipakai dalam menghitung kapasitas saluran drainase adalah menggunakan rumus manning (Suripin, 2003 : 144) :

$$Q = V \times A \quad (6)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (7)$$

dengan :

$$R = \text{jari-jari hidrolis (m)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran rata-rata (m/dt)}$$

$$n = \text{koefisien kekasaran Manning}$$

$$Q = \text{kapasitas saluran (m}^3\text{/dt)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$S = \text{kemiringan dasar saluran}$$

c. Bentuk Saluran Paling Ekonomis

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan

kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus Manning dan Chezy dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidrolis, R , maksimum. Selanjutnya untuk luas penampang tetap, jari-jari hidrolis maksimum jika keliling basah, P , minimum.

Gambar 2.2 Bentuk Penampang Saluran Persegi dan Trapesium

1. Penampang berbentuk segi empat
Perencanaan saluran dengan penampungan segiempat yang paling efisien digunakan rumus-rumus (Suripin, 2003 : 147) :

$$A = B \cdot h \quad (8)$$

$$P = B + 2h \quad (9)$$

$$R = \frac{B \cdot h}{B+2h} \quad (10)$$

dengan :

- b = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi saluran tergenangi air (m)
- A = luas penampang saluran (m²)
- P = keliling basah (m)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- m = kemiringan talud

2. Penampang berbentuk trapesium
Perencanaan saluran dengan penampang trapesium yang paling efisien digunakan rumus-rumus (Suripin, 2003 : 148) :

$$A = (B + mh)h \quad (11)$$

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (12)$$

$$R = \frac{(B+mh)h}{B+2h\sqrt{m^2+1}} \quad (13)$$

d. Kecepatan yang Diijinkan

Berdasarkan kecepatan aliran tergantung pada bahan saluran, kondisi fisik dan sifat-sifat hidrolisnya. Kecepatan aliran dibagi menjadi dua bagian, yaitu saluran yang tahan erosi dimana kecepatan alirannya didasarkan pada kecepatan minimum yang diijinkan dan untuk saluran yang tidak tahan erosi kecepatan alirannya didasarkan pada kecepatan maksimum yang diijinkan. Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terendah yang tidak boleh terjadi pengendapan partikel dan dapat tumbuhnya tanaman air dalam saluran. Umumnya dapat dikatakan bahwa kecepatan rata-rata tidak kurang dari 2,5 kaki per detik (0,762 m/dt).

Kecepatan maksimum yang diijinkan adalah kecepatan rata-rata terbesar yang menimbulkan erosi, dapat diabaikan, asal airnya tidak mengangkut pasir, kerikil, atau batu-batuan. Namun bila di atas perlapisan ini terjadi kecepatan yang sangat besar, perlu diingat

bahwa akan terdapat kecenderungan bagi air yang berkecepatan tinggi ini untuk mengangkat bongkah-bongkah perlapisan dan mencerai-beraiknya.

e. Kemiringan Dasar dan Dinding Saluran

Kemiringan memanjang dasar saluran biasanya diatur oleh keadaan topografi dan tinggi energy yang diperlukan untuk mengalirkan air. Secara prinsip kemiringan dasar saluran drainase semakin besar kemiringannya semakin bagus untuk mempercepat pembuangan air.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian tentang evaluasi sistem drainase di Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan dasar bagi semua penelitian. Penelitian deskriptif dapat dilakukan secara kuantitatif agar dapat dilakukan analisis statistik.

2. Data Penelitian yang Diperlukan

Data yang diperlukan untuk menyelesaikan studi sesuai batasan dan perumusan masalah adalah sebagai berikut :

- a. Data curah hujan harian.
- b. Data peta topografi.
- c. Data peta tata guna lahan.
- d. Data peta jaringan drainase.
- e. Data profil memanjang saluran.
- f. Data jumlah penduduk.
- g. Data pengamatan debit di lapangan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam studi ini adalah :

- a. Metode observasi
Metode observasi adalah pengamatan dan pencatatan sesuatu objek dengan sistematis fenomena yang diselidiki.
- b. Metode dokumentasi
Metode dokumentasi adalah pengumpulan data dengan cara meminta data yang telah ada sebelumnya.
- c. Metode literature atau kepustakaan
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literature (kepustakaan). Literature yang dimaksud yaitu dari buku yang diperoleh, dari perpustakaan pribadi dan dari internet. Data-data dan teori-teori atau temuan-temuan sebelumnya.

4. Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan cara perhitungan matematis atau statistik terhadap data yang telah diperoleh, baik data yang diperoleh dari instansi, pengamatan, maupun data-data literature.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Teknis

Analisis teknis pada penelitian sistem drainase di Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo ini meliputi analisis hidrologi yang mencakup perhitungan hujan (R), waktu konsentrasi (tc) dan intensitas (I) untuk menghasilkan debit akibat air hujan. Selanjutnya dilakukan analisis hidrolika yang meliputi kapasitas dan daya tampung maksimal saluran drainase sekunder.

2. Sistem Drainase Kota Ponorogo

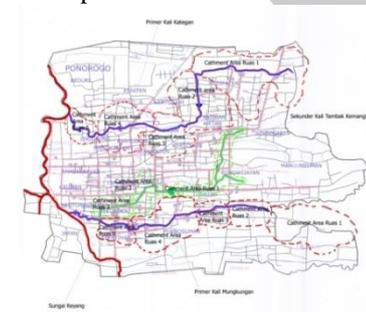
Setelah mempelajari literatur studi terdahulu dan survey lokasi yang dilakukan penulis maka dapat disimpulkan bahwa sistem drainase Kota Ponorogo terdiri dari saluran drainase kota (saluran yang direncanakan untuk drainase kota) dan saluran irigasi. Sistem drainase Kota Ponorogo secara umum sudah cukup lengkap dan tertata dengan baik, sebab sudah memiliki saluran kwarter, tersier, sekunder dan primer. Sketsa layout saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Daerah pemukiman dengan lebar jalan kurang dari 3 m ditampung dengan saluran drainase kwarter. Daerah pemukiman yang memiliki lebar jalan 5-7 m ditampung dengan saluran drainase tersier. Daerah pemukiman yang memiliki lebar jalan lebih dari 10 m ditampung dengan saluran drainase sekunder. Ujung akhir dari beberapa saluran drainase sekunder adalah saluran primer.



Gambar 4.1. Sketsa layout saluran drainase

Gambar daerah pengaliran (catchment area) ruas saluran primer dan sekunder Kota Ponorogo dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Daerah pengaliran (catchment area) saluran drainase

3. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Tinggi hujan rencana merupakan besarnya tinggi hujan yang hendak dipakai untuk menghitung debit agar dimensi saluran untuk mengalirkan air hujan tersebut dapat berfungsi secara optimal dan ekonomis.

Perhitungan koefisien Thiessen untuk analisis hujan rata-rata daerah dari 3 stasiun seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perhitungan Koefisien Thiessen

No.	Stasiun Penakar	Luas Daerah Pengaruh (Km ²)	Bobot Luas (%)	Koefisien Thiessen
1	Babadan	14,483	27,911	0,279
2	Bollu	1,516	2,921	0,029
3	Ponorogo	35,892	69,168	0,692
Σ		51,891	100,00	1,000

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan curah hujan rata-rata daerah, didapatkan hasil seperti Tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Curah Hujan Rata-Rata Daerah

No	Tahun	Curah Hujan (mm)	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2011	61.568	2007	121.084
2	2010	95.993	2009	118.998
3	2009	118.998	2008	108.680
4	2008	108.680	2010	95.993
5	2007	121.084	2003	90.039
6	2006	72.659	2002	80.069
7	2005	75.880	2005	75.880
8	2004	66.757	2006	72.659
9	2003	90.039	2004	66.757
10	2002	80.069	2011	61.568
		Jumlah	891.727	

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\bar{R} = \frac{891.727}{10} = 89,1727$$

Jadi nilai \bar{R} untuk curah hujan rerata daerah berdasarkan metode Thiessen Poligon adalah 89,1727 mm/ jam.

4. Perhitungan Debit Air Hujan (Q_{ah})

Perhitungan debit air hujan perlu menyatukan seluruh data primer survey, data terdahulu. Perhitungan debit air hujan disajikan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Perhitungan Debit Air Hujan (Q_{ah}) Ruas Saluran Primer

No.	Nama Saluran	Ruas	Q hujan (m ³ / dt)
1	Primer Kali Kategan	P0 - P10	6,8114300
		P11 - P17	4,9743588
		P18 - P20	6,1442519
		P21 - P28	5,1885499
		P29 - P40	0,4526365
2	Primer Kali Mungkungan	P0 - P8	3,3778293
		P9 - P15	0,8091937
		P16 - P21	0,7938122
		P22 - P28	4,3488235
		P29 - P35	0,7868802

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Perhitungan Debit Air Hujan (Q_{ah}) Ruas Saluran Sekunder

No.	Nama Saluran	Ruas	Qhujan (m ³ / dt)
1	Sekunder Kali Tambak Kemangi	P0 - P20	0,6547682
		P21 - P31	0,5952314

Sumber : Hasil Perhitungan

5. Perhitungan Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran digunakan untuk mengetahui kapasitas ruas saluran untuk menampung debit yang akan lewat akibat hujan rancangan dengan periode kala ulang 25 tahun. Perhitungan Kapasitas saluran disajikan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Contoh :

Perhitungan kapasitas saluran berbentuk trapesium di Primer Kali Kategagan untuk ruas P0-P10 :

- Lebar dasar (b_1) = 8 m
- Lebar dasar (b_2) = 19,5 m
- Kekasaran Manning (n) = 0,025 (P. batu kali)
- Kemiringan Saluran (m) = 1,28
- Kedalaman Saluran (h) = 9 m
- Kemiringan Dasar Saluran(S) = 0,0006000

Penyelesaian :

$$A = (b_1 + m \cdot h) \cdot h$$

$$= (8 + (1,28 \cdot 9)) \cdot 9 = 111,5 \text{ m}^2$$

$$P = b_1 + 2 \cdot h \cdot \frac{h}{\sqrt{m^2 + 1}}$$

$$= 8 + 2 \cdot 9 \cdot \frac{9}{\sqrt{1,28^2 + 1}} = 270,8555 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{111,5}{270,8555} = 0,4117$$

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

$$= \frac{1}{0,025} 0,4117^{2/3} \cdot 0,0006000^{1/2}$$

$$= 0,5405994 \text{ m/dt}$$

$$Q = V \cdot A = 0,5405994 \times 111,5$$

$$= 60,2768352 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 4.5 Perhitungan Kapasitas Ruas Saluran Primer

No.	Nama Saluran	Ruas	Qsal (m ³ /dt)
1	Primer Kali Kategagan	P0 - P10	60,2768352
		P11 - P17	32,8381232
		P18 - P20	24,2249541
		P21 - P28	50,5271929
		P29 - P40	22,9974538
2	Primer Kali Mungkungan	P0 - P8	12,8957576
		P9 - P15	8,6987146
		P16 - P21	4,0992344
		P22 - P28	24,8248949
		P29 - P35	9,6469072

Sumber : Data Eksisting dan Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Perhitungan Kapasitas Ruas Saluran Sekunder

No.	Nama Saluran	Ruas	Qsal (m ³ /dt)
1	Sekunder Kali Tambak Kemangi	P0 - P20 P21 - P31 P32 - P40	1,5389635 2,0548904 1,8081730

No.	Nama Saluran	Ruas	Qsal (m ³ /dt)
1	Sekunder Kali Tambak Kemangi	P0 - P20 P21 - P31 P32 - P40	1,5389635 2,0548904 1,8081730

Sumber : Data Eksisting dan Hasil Perhitungan

6. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perencanaan pembangunan di segala bidang, memerlukan informasi mengenai keadaan penduduk seperti jumlah penduduk, persebaran penduduk, dan susunan penduduk menurut umur. Informasi yang harus tersedia tidak hanya menyangkut keadaan pada saat perencanaan disusun, tetapi juga informasi masa lalu dan masa kini sudah tersedia dari hasil sensus dan survey-survey. Proyeksi pertumbuhan penduduk dalam studi ini menggunakan proyeksi 25 tahun yang akan datang. Proyeksi pertumbuhan penduduk disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk 25 Tahun Mendatang

No	Daerah	Jumlah Penduduk 2011 (Jiwa)	Tingkat Pertumbuhan (%)	Proyeksi Penduduk 25 Yad Geometris (Jiwa)	Ekspensial (Jiwa)
1	Primer Kali Kategagan	959	0,0018950	1005,4802	960,8190
		251	0,0015895	261,1664	251,3993
		218	0,0013263	225,3447	218,2893
		286	0,0013263	295,6357	286,3796
		132	0,0013263	136,4473	132,1752
2	Primer Kali Mungkungan	1387	0,0018950	1454,2242	1389,6308
		385	0,0013263	397,9712	385,5110
		268	0,0013263	277,0293	268,3557
		728	0,0013263	752,5273	728,9662
		267	0,0013263	275,9956	267,3544
3	Sekunder Kali Tambak Kemangi	498	0,0013263	514,7783	498,6609
		79	0,0013263	81,6616	79,1048
		126	0,0013263	130,2451	126,1672

Sumber : Hasil Perhitungan

7. Perhitungan Debit Air Kotor (Q_{ak})

Debit air kotor yang masuk ke dalam saluran adalah ± 80% dari total kebutuhan air bersih manusia. Debit air kotor adalah ± 80% x kebutuhan air bersih. Masyarakat wilayah perkotaan Kabupaten Ponorogo diambil kebutuhan air bersih sebanyak 100 lt/jiwa.

Contoh :

Perhitungan debit air kotor untuk Primer Kali Kategagan ruas P0-P10 dengan jumlah penduduk kala ulang 25 tahun adalah 1005 jiwa, luas pemukiman 1,5929 Km² adalah :

$$Q_{ak} = P_n \times 100 \times 80\%$$

$$= 1005 \times 100 \times 80\% = 804,38416 \text{ lt/hr}$$

$$= \frac{804,38416}{86400} = 0,0093100 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jumlah air kotor yang akan dibuang pada suatu daerah setiap Km² adalah :

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times 1,57 \times 10^{-3}}{A}$$

$$= \frac{1005 \times 1,57 \times 10^{-3}}{1,5929}$$

$$= 0,9910040 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{km}^2$$

Perhitungan debit air kotor disajikan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Air Kotor (Q_{ak}) Ruas Saluran Primer

No.	Nama Saluran	Ruas	Q _{ak} T = 25 tahun m ³ /detik
1	Primer Kali Kategan	P0 - P10	0,0093100
		P11 - P17	0,0024182
		P18 - P20	0,0020865
		P21 - P28	0,0027374
		P29 - P40	0,0012634
2	Primer Kali Mungkungan	P0 - P8	0,0134650
		P9 - P15	0,0036849
		P16 - P21	0,0025651
		P22 - P28	0,0069678
		P29 - P35	0,0025555

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Perhitungan Debit Air Kotor (Q_{ak}) Ruas Saluran Sekunder

No.	Nama Saluran	Ruas	Q _{ak} T = 25 tahun m ³ /detik
1	Sekunder Kali Tambak Kemangi	P0 - P20	0,0047665
		P21 - P31	0,0007561
		P32 - P40	0,0012060

Sumber : Hasil Perhitungan

8. Evaluasi Sistem Drainase

Evaluasi saluran digunakan untuk mengetahui besar debit yang dapat ditampung saluran dengan dimensi yang ada (eksisting). Kapasitas saluran drainase aman terhadap debit rencana jika kapasitas saluran drainase yang ada (eksisting) lebih besar dari debit rancangan/ rencana hasil perhitungan, apabila kapasitas saluran drainase yang ada lebih besar dari debit rencana maka saluran drainase masih layak dan tidak diperlukan perubahan dimensi saluran.

Contoh :

Analisa dan cek saluran Primer Kali Kategan ruas P0-P10, jika kapasitas saluran (Q_{sal}) = 60,2768352, debit total (Q_{tot}) = 6,8207400.

Penyelesaian :

$$\text{Analisa} = (Q_{\text{sal}}) - (Q_{\text{tot}})$$

$$= 60,2768352 - 6,8207400$$

$$= 53,4560952 \text{ (Aman)}$$

Evaluasi kapasitas saluran drainase primer eksisting disajikan pada Tabel 4.10 dan saluran sekunder eksisting disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Evaluasi Ruas Saluran Sekunder

Saluran	Ruas	Q yang membebani saluran m ³ /detik	Q pengamatan m ³ /detik	Q Saluran Eksisting m ³ /det
Primer Kali Kategan	P0 - P10	6,8207400	5,1317167	60,2768352
	P11 - P17	11,7975170	7,5206996	32,8381232
	P18 - P20	17,9438553	15,9198181	24,2249541
	P21 - P28	23,1351426	21,6617658	50,5271929
	P29 - P40	23,5890426	23,2974239	22,9974538
Primer Kali Mungkungan	P0 - P8	3,3912944	2,4828919	12,8957576
	P9 - P15	4,2041730	3,6100351	8,6987146
	P16 - P21	5,0005503	4,7272755	4,0992344
	P22 - P28	9,3563416	9,6769270	24,8248949
	P29 - P35	10,1457773	10,8816255	9,6469072

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Evaluasi Ruas Saluran Sekunder

Saluran	Ruas	Q yang membebani saluran m ³ /detik	Q pengamatan m ³ /detik	Q Saluran Eksisting m ³ /det
Sekunder Kali Tambak	P0 - P20	0,6595347	0,7484033	1,5389635
	P21 - P31	1,2555223	1,9188106	2,0548904
Kemangi	P32 - P40	1,8382242	2,8138916	1,8081730

Sumber : Hasil Perhitungan

9. Pembahasan

Berdasarkan evaluasi kapasitas saluran drainase primer pada Tabel 4.23 dan evaluasi kapasitas saluran drainase sekunder pada Tabel 4.24 didapat beberapa ruas saluran tidak mampu menerima debit rancangan, yaitu :

- Primer Kali Kategan ruas P29-P40 dengan kapasitas saluran sebesar 22,9974538 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 23,5890426 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 23,2974239 m³/det.
- Primer Kali Mungkungan ruas P16-P21 dengan kapasitas saluran sebesar 4,0992344 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 5,0005503 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 4,7272755 m³/det.
- Primer Kali Mungkungan ruas P29-P35 dengan kapasitas saluran sebesar 9,6469072 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 10,1457773 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 10,8816255 m³/det.
- Sekunder Kali Tambak Kemangi ruas P32-P40 dengan kapasitas saluran sebesar 1,8081730 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 1,8382242 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 2,8138916 m³/det.

10. Rekomendasi

Rekomendasi terhadap pembahasan diatas adalah dengan rehabilitasi saluran eksisting. Hal ini dilakukan dengan cara :

- Pelebaran saluran, dengan mempertimbangkan daerah sekitarnya, jika masih memungkinkan untuk dilakukan pelebaran saluran.
- Penambahan kedalaman saluran, kedalaman saluran seiring dengan waktu bisa terjadi pendangkalan. Jika saluran tersebut tidak terjadi pendangkalan, namun saluran tersebut masih

meluap maka perlu dilakukan penambahan kedalaman saluran.

- c. Perubahan struktur saluran, perubahan struktur saluran seminimal mungkin dilakukan, karena dengan perubahan struktur akan memakan biaya yang besar.

1. Rehabilitasi Saluran Primer Kali Kategon (ruas P29-P40)

Profil saluran : Trapesium

Dimensi saluran :

Eksisting	Rehabilitasi
b1 = 5 m	b1 = 5 m
b2 = 12 m	b2 = 12,5 m
h = 6 m	h = 6 m
m = 1,17	m = 1,25

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat di berikan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Lokasi genangan sementara di beberapa titik wilayah Kota Ponorogo yang disebabkan kapasitas saluran tidak mampu dalam menampung debit rancangan yang ada.
- b. Primer Kali Kategon ruas P29-P40 dengan kapasitas saluran sebesar 22,9974538 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 23,5890426 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 23,2974239 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan efek *back water*.
- c. Primer Kali Mungkungan ruas P16-P21 dengan kapasitas saluran sebesar 4,0992344 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 5,0005503 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 4,7272755 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan efek *back water*.
- d. Primer Kali Mungkungan ruas P29-P35 dengan kapasitas saluran sebesar 9,6469072 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 10,1457773 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 10,8816255 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan efek *back water*.
- e. Sekunder Kali Tambak Kemangi ruas P32-P40 dengan kapasitas saluran sebesar 1,8081730 m³/det, debit rancangan yang ada sebesar 1,8382242 m³/det, sedangkan berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh debit 2,8138916 m³/det. Penyempitan dimensi saluran pada ruas ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu

menampung debit yang ada dan menyebabkan efek *back water*.

2. Saran

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat diberikan beberapa saran untuk perencanaan sistem drainase sekunder sebagai berikut:

- a. Perencanaan dimensi saluran disesuaikan dengan daerah pengaliran (*cathment area*) yang mempengaruhi saluran tersebut.
- b. Perencanaan dimensi saluran harus disesuaikan dengan perubahan tata guna lahan seiring pertumbuhan penduduk tahun yang akan datang.
- c. Melakukan perawatan rutin meliputi usaha untuk mempertahankan kondisi atau fungsi saluran/ sistem tanpa ada bagian yang diubah atau diganti.
- d. Melakukan perawatan berkala meliputi usaha untuk mempertahankan kondisi dan fungsi sistem, tanpa ada bagian yang diubah atau diganti dan dilakukan secara berkala.
- e. Melakukan usaha untuk mengembalikan kondisi dan fungsi saluran drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Gunadarma
- Badan Pusat Statistik. 2003. *Ponorogo Dalam Angka*. Ponorogo
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Ponorogo Dalam Angka*. Ponorogo
- Dinas Pekerjaan Umum Bidang Cipta Karya Ponorogo. 2006. *Master Plan Ponorogo 2006*. Ponorogo
- Kusnan. 2010. *Dasar - Dasar Hidrologi dan Drainase*. Surabaya: Unesa
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2011. *Laporan Draf Akhir Wilayah Barat*. Ponorogo
- Sabariman, Bambang. 1997. *Hidrologi (Bagian: Ekstrapolasi Data Hujan)*. Surabaya: University Press
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Subarkah Imam. 1978. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma Bandung
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Ven Te Chow. 1959. *Open Channel Hydraulics*. McGraw, Inc, New York.
- Tim Penyusun. 2006. *Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Unesa