

EVALUASI KEMAMPUAN PENAMPANG SUNGAI NGARENG SEBAGAI SALURAN DRAINASE PRIMER DALAM MENAMPUNG DEBIT AKIBAT CURAH HUJAN

Hariyanto¹⁾, Eka Maresti²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jln. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu; Telp. (0296) 422322. Email: hariyanto@sttrcepu.ac.id

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jln. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu; Telp. (0296) 422322. Email: ekamrsti@gmail.com

Abstrak

Jalan Ngareng merupakan kawasan permukiman padat penduduk dan pertokoan yang terletak di bagian utara Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Kondisi geografis wilayah Ngareng yang lebih rendah bila dibandingkan dengan daerah di sekitarnya, meluapnya sungai Ngareng menjadikan wilayah ini menjadi salah satu titik langganan banjir di musim penghujan. Metode analisis data yaitu Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Type III. Berdasarkan metode yang diterapkan metode Gumbel paling mendekati persyaratan. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, Sungai Ngareng tidak dapat menampung debit rencana kala ulang 10 tahun intensitas 62,388 mm/jam. Pada Sta 0+0 debit eksisting sungai sebesar 66,44 m³/detik, debit rencananya sebesar 191,845 m³/detik. Pada Sta 0+37,8 debit eksisting sungai sebesar 12,00 m³/detik, debit rencananya sebesar 94,519 m³/detik. Pada Sta 0+94,4 debit eksisting sungai sebesar 26,62 m³/detik, debit rencananya sebesar 180,615 m³/detik. Pada Sta 0+156,4 debit eksisting sungai sebesar 21,55 m³/detik, debit rencananya sebesar 122,126 m³/detik. Pada Sta 0+218, debit eksisting sungai sebesar 32,88 m³/detik, debit rencananya sebesar 89,372 m³/detik. Dari hasil perhitungan, debit eksisting Sungai Ngareng lebih kecil dibandingkan debit rencana berakibat terjadi luapan.

Kata Kunci: banjir, hujan, debit, eksisting.

Abstract

In Ngareng a densely populated residential area and shops located in the northern part of Cepu Sub-District, Blora Regency. The geographical condition of ngareng area is lower when compared to the surrounding area, the overflow of ngareng river makes this area one of the subscription points of flooding in the rainy season. Data analysis methods are Normal, Gumbel, Log Normal, and Log Pearson Type III. Based on the four methods applied gumbel method is closest to the requirements. Based on the results of analysis and calculation, Ngareng River cannot accommodate the discharge of the plan when the 10-year anniversary intensity is 62,388 mm/h. At Sta 0+0 river existing discharge of 66.44 m³/s, the plan discharge is 191,845 m³/s. At Sta 0+37.8 river existing discharge of 12.00 m³/s, the plan discharge is 94,519 m³/s. At Sta 0+94.4 river existing discharge of 26.62 m³/s, the plan discharge is 180,615 m³/s. At Sta 0+156.4 river existing discharge of 21.55 m³/s, the plan discharge is 122.126 m³/s. At Sta 0+218, the river's existing discharge is 32.88 m³/s, a planned discharge of 89,372 m³/s. From the calculation, the existing debit of Ngareng River is smaller than the debit plan resulting in overflow.

Keywords: flood, rain, existing, discharge.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Ngareng merupakan kawasan permukiman padat penduduk serta pertokoan yang terletak di bagian utara Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Kondisi geografis wilayah Ngareng yang lebih rendah bila dibandingkan dengan daerah di sekitarnya, serta meluapnya sungai Ngareng menjadikan wilayah ini menjadi salah satu titik langganan banjir di musim penghujan apabila terjadi hujan dengan durasi yang cukup lama, terutama di Jalan Raya Ngareng. Seperti yang dilansir oleh Detik.com dalam laman internetnya pada

tanggal 28 Maret 2020 bahwa banjir akibat hujan lebat telah menggenangi 70 rumah di wilayah Ngareng, Cepu.

Sungai Ngareng sendiri tidak hanya menampung aliran air dari kawasan Ngareng, tapi juga menampung aliran air dari kawasan Mentul dan Sarirejo. Melihat kondisi eksisting sungai yang tidak terlalu lebar serta fungsi sungai yang menampung debit dari wilayah yang cukup luas, menjadikan sungai Ngareng ini tidak berfungsi maksimal dalam menampung debit yang terjadi.

Untuk menjadikan Ngareng sebagai kawasan permukiman dan pertokoan yang nyaman serta bersih da-

ri genangan banjir, maka perlu dilakukan evaluasi Sungai Ngareng sebagai saluran drainase primer untuk mengetahui kapasitasnya dalam menampung debit yang terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting Sungai Ngareng sebagai saluran primer?
2. Bagaimana kemampuan Sungai Ngareng dalam menampung debit yang terjadi?
3. Apa solusi penanganan banjir luapan Sungai Ngareng?

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada ruas Sungai Ngareng sepanjang 250 meter (pada wilayah sering terjadi genangan). Diukur dari sebelah pagar kantor Migas ke barat.
2. Limpasan dianggap hanya berasal dari debit air hujan.
3. Penelitian dilakukan dengan debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun.
4. Tidak memperhitungkan sedimentasi atau pendangkalan sungai, juga tidak melakukan penyelidikan tanah.
Penelitian ini tidak memperhitungkan analisa biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui kondisi eksisting Sungai Ngareng.
2. Dapat mengetahui kapasitas Sungai Ngareng dalam menampung debit yang terjadi.
3. Dapat mengetahui solusi penanganan banjir luapan Sungai Ngareng yang terjadi yang selanjutnya mungkin digunakan sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk perbaikan drainase oleh dinas terkait.

1.6 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada ruas Sungai Ngareng sepanjang 250 meter (pada wilayah sering terjadi genangan). Diukur dari sebelah pagar kantor Migas ke barat.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kajian Pustaka

(Wigati, Soedarsono and Mutia 2016) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Study Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00) menyimpulkan bahwa debit banjir Sungai Ciberang dengan kala ulang 50 tahun adalah 1228,162 m³/detik. Kondisi eksisting Sungai Ciberang dengan debit kala ulang 50 tahun tidak dapat menampung debit yang direncanakan. Setelah dilakukan normalisasi sungai dan peninggian tanggul bahwa Sungai Ciberang mampu menampung debit banjir kala ulang 50 tahun dengan penurunan muka

air yang terjadi rata-rata sebesar 10,25% dan kenaikan debit rata-rata 10,49%.

(Widodo and Ningrum n.d.) dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Perumahan Soekarno Hatta Kota Malang dan Penanganannya menyimpulkan bahwa debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun adalah 941,89 mm. Kapasitas untuk masing-masing saluran berbeda-beda dipengaruhi oleh dimensi saluran berbentuk segi empat dengan debit 2,884 m³/detik. Dan dari perhitungan kapasitas saluran eksisting dan debit rencana masing-masing saluran dapat dilihat bahwa hamper sebagian besar kapasitas saluran yang ada tidak bisa menampung debit rencana yang ada saat ini sebesar 6,7272 m³/detik.

(Fairiz, 2015) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang mengemukakan bahwa sebagian besar saluran drainase di Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang tidak mampu mengalirkan debit yang terjadi karena kondisinya yang tidak memadai. Terdapat 24 saluran yang sudah tidak mampu mengalirkan debit air akibat hujan. Dengan evaluasi menggunakan metode rasional dan Trial and Error dengan program EPA SWMM dapat disimpulkan bahwa evaluasi menggunakan Trial and Error dengan program EPA SWMM akan menghasilkan dimensi saluran yang lebih kecil daripada metode rasional sehingga akan lebih efektif apabila akan dilakukan perbaikan jaringan drainase pada kawasan Perumnas Talang Kelapa.

(Sinaga and Harahap 2016) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Sistem Saluran Drainase pada Jalan Perjuangan Medan mengemukakan bahwa berdasarkan hasil perhitungan debit saluran, maka debit saluran yang ada adalah $Q = 0,0394$ m³/detik dan $Q = 0,166$ m³/detik, sedangkan debit rencana adalah $Q = 0,256$ m³/detik. Genangan air yang terjadi pada lokasi studi disebabkan adanya kerusakan pada saluran dan adanya sampah di dalam saluran.

(Riman 2011) dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya menyimpulkan bahwa penyebab terjadinya genangan air diantaranya, bahwa saluran drainase yang sempit dan dangkal bahkan tersumbat oleh sampah, luapan sungai an air kiriman, air balik dari sungai terdekat, serta perubahan tata guna lahan dari pertanian ke perumahan yang mengubah fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase.

(Mona 2019) dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Saluran Drainase Perumahan Nasional (Perumnas) Kecamatan Blora Kabupaten Blora mengemukakan bahwa terdapat beberapa saluran drainase yang rusak sehingga perlu diperbaiki agar dapat berfungsi maksimal. Kondisi eksisting drainase di Perum-

nas Karang Jati Kabupaten Blora untuk eksisting saluran penerima H-I memiliki luas 0,3 m² sedangkan analisis saluran pengumpul 0,35 m², sehingga saluran tersebut memenuhi syarat. Saluran pengumpul 1-12 memiliki luas 0,25 m², sedangkan analisis saluran pengumpul 0,15 m² sehingga masih memenuhi syarat. Kemampuan kapasitas saluran darinas dalam menampung debit yang terjadi pada saluran pengumpul mampu menampung debit air hingga 0,12 m³/detik. Untuk saluran penerima paling ujung mampu menerima debit air hingga 0,52 m³/detik.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum 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. (Dr.Ir. Suripin 2004)

2.2.2 Hujan

Untuk mengevaluasi kapasitas suatu aliran drainase, perlu diperkirakan curah hujan rencana. Hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Intensitas hujan merupakan jumlah hujan tiap satuan waktu. Intensitas hujan yang besar dalam waktu yang singkat akan menghasilkan jumlah air yang berbeda dengan intensitas hujan yang kecil dalam waktu yang lama. Keadaan yang paling ekstrim adalah intensitas hujan yang besar dengan waktu yang lama. Hal ini dapat menyebabkan banjir.

2.2.3 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi) dengan parameter statistik berupa Standar Deviasi (S), Koefisien Skewness (Cs), Koefisien Variasi (Cv) dan Koefisien Kurtosis (Ck).

2.2.4 Periode Ulang Hujan

1. Suatu data hujan adalah (x) akan mencapai suatu harga tertentu/disamai (x_i) atau kurang dari (x_i) atau lebih/dilampaui dari (x_i) dan diperkirakan terjadi sekali dalam kurun waktu T tahun, maka T tahun ini dianggap sebagai periode ulang dari (x_i).

(Wesli 2008) mengemukakan bahwa menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : periode ulang 10 tahun

Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis.

2.2.5 Distribusi Curah Hujan

Analisa distribusi frekuensi curah hujan bertujuan untuk memperkirakan besarnya variasi-variasi masa ulang tertentu. Untuk menganalisis kemungkinan besarnya hujan rencana biasanya dipakai metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III.

2.2.6 Intensitas Hujan

Menurut Wesli dalam bukunya Drainase Perkotaan, intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Di Indonesia alat ini sangat sedikit dan jarang, yang banyak digunakan adalah alat pencatat hujan biasa yang mengukur hujan 24 jam atau disebut hujan harian. Apabila yang tersedia hanya data hujan harian ini maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Monohobe.

2.2.7 Debit Rencana

Perhitungan debit rencana sangat diperlukan untuk memperkirakan besarnya debit hujan maksimum yang sangat mungkin pada periode tertentu. Debit rencana hendaknya ditetapkan tidak terlalu kecil untuk menjaga agar jangan terlalu sering terjadi ancaman kerusakan bangunan atau daerah-daerah sekitarnya oleh banjir besar. Debit rencana juga diupayakan tidak terlalu besar karena bangunan-bangunan yang akan direncanakan menjadi tidak ekonomis.

Besarnya debit rencana dihitung dengan memakai metode Rasional jika daerah alirannya kurang dari 80 Ha. Untuk daerah aliran yang lebih luas sampai dengan 5000 Ha dapat digunakan metode rasional yang diubah. Untuk luas daerah yang lebih dari 5000 Ha digunakan metode Hidrograf satuan atau metode Rasional yang diubah.

1. Rumus Metode Rasional

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

keterangan :

- Q = Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m³/dt)
- C = Koefisien pengaliran
- β = Koefisien penyebaran hujan
- I = Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam

A = Luas daerah aliran dalam Ha
2. Rumus Metode Hidrograf Satuan

$$q_p = \frac{C.A}{T_p} \tag{2}$$

keterangan :

- q_p =Puncak hidrograf satuan (m³/s)
- t_p =0,6 T_c
- t_p =Lama waktu kelambatan (*lag time*)
- T_c =0,01947 $L^{0,775} S^{-0,385}$
- T_c =Waktu konsentrasi (menit)
- $T_p = \frac{t_r}{2} + t_p$
- T_p =Waktu naik (*time of rise*) (jam)

2.2.8 Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

2.2.9 Koefisien Penyebaran hujan (β)

Koefisien penyebaran hujan (β) merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan luas daerah pengaliran. Untuk daerah yang relatif kecil biasanya kejadian hujan diasumsikan merata. Sehingga nilai koefisien penyebaran (β) = 1.

2.2.10 Aspek Hidrolika

Perencanaan penampang melintang diperlukan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan serta data mengalirkan debit air agar tidak sampai meluap ke daerah yang akan dikeringkan. Debit dari saluran rencana dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = A \times V \tag{3}$$

keterangan :

- Q = Debit aliran (m³/s)
- A = Luas penampang basah (m²)
- V = Kecepatan aliran (m/s)

3. Metode Penelitian

3.1 Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang bisa diperoleh dari pihak terkait ataupun referensi lain, meliputi peta DAS serta data curah hujan. Sedangkan data primer merupakan data yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan, meliputi kondisi eksisting, elevasi dasar saluran, lebar eksisting dan lain-lain.

3.2 Analisis Kondisi Eksisting Sungai Ngareng yang Ada

Setelah menghitung debit banjir rencana Sungai Ngareng, maka dilakukan analisis kondisi eksisting yang ada untuk selanjutnya dibandingkan dengan debit rencana apakah kondisi eksisting akan mampu menampung debit banjir yang direncanakan atau tidak. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung debit eksisting:

$$Q = V \times A_p \tag{4}$$

keterangan :

- V = (1/n) . R^(2/3) . I^(1/2) (m/detik)
- R = A_p/P (m)
- P = B + 2H $\sqrt{1 + m^2}$ (m)
- A_p = luas penampang aliran (m²)
- $A_p = H (B + m . H)$
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- A_p = luas penampang aliran (m²)
- P = keliling basah aliran (m)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- n = kekasaran manning
- I = kemiringan dasar saluran
- B = lebar dasar saluran (m)
- H = tinggi air (m)
- m = kemiringan talud (l vertikal : m horisontal)

3.3 Uji Konsistensi Data Hujan

Konsistensi pencatatan data hujan dapat diperiksa dengan analisis kurva massa ganda (*Double Mass Curve Analysis*) yakni dengan membandingkan nilai curah hujantahunan kumulatif stasiun yang akan diperiksa dengan nilai yang sama pada stasiun hujan basis.

3.4 Hujan Wilayah (DAS)

Langkah perhitungan dengan metode aljabar:

1. Tentukan stasiun hujan yang ditinjau;
2. Carilah hujan harian maksimum dari masing-masing stasiun hujan.
3. Hitung hujan wilayah dengan rumus berikut:

$$R = \frac{1}{n} \times (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \tag{5}$$

keterangan :

- R =Curah hujan daerah (mm)
- n =Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan
- (R1, R2 ,...,Rn)=Curah hujan di tiap titik pengamatan

3.5 Analisis Distribusi Frekuensi dan Hujan Periode Ulang

3.5.1 Penentuan Jenis Sebaran

Untuk menentukan jenis sebaran cara analisis dilakukan pengecekan nilai Cs, Ck, dan Cv mana yang memenuhi dengan distribusi. Dengan syarat sebagai berikut:

Tabel 3.1 Persyaratan Jenis Sebaran

No.	Distribusi	Persyaratan	
1	Normal	Cs ≈ 0	Ck = 3
2	Gumbel	Cs ≤ 1.1396	Ck ≤ 5.4002
3	Log Normal	Cs ≈ 3 Cv+Cv ²	Ck = 5.383

4 Log Pearson III $C_s \neq 0$ $C_v \approx 0,3$

➤ Untuk metode normal dan gumbel dengan rumus:

1. Standart Deviasi (Sd)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{x})^2}{n-1}} \tag{6}$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n\sum(xi-\bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(s^3)} \tag{7}$$

3. Koevisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \tag{8}$$

4. Koevisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2\sum(xi-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s^4)} \tag{9}$$

➤ Untuk metode log normal dan log pearson tipe III dengan rumus:

1. Standart Deviasi (Sd)

$$S \text{ Log } \bar{x} = \sqrt{\frac{\sum(\log xi - \log \bar{x})^2}{n-1}} \tag{10}$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n\sum(\log xi - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(s^3)} \tag{11}$$

3. Koevisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{Sd}{\log \bar{x}} \tag{12}$$

4. Koevisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2\sum(\log xi - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s^4)} \tag{13}$$

keterangan:

- \bar{x} = curah hujan rata-rata
- xi = curah hujan pada tahun ke-n
- n = jumlah data curah hujan

3.5.2 Uji Chi-Square atau Uji Chi-Kuadrat

Untuk lebih meyakinkan apakah metode distribusi frekuensi curh hujan yang dipilih memenuhi syarat, maka dapat dilakukan pengujian dengan metode Chi-Kuadrat (X^2). Rumus yang dipakai untuk pengujian:

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \tag{14}$$

keterangan :

- X^2 = Parameter Chi Kuadrat Terhitung
- Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan kelasnya
- Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
- G = Jumlah sub kelompok

3.5.3 Analisis Hujan Rencana

Berikut jenis distribusi yang dapat digunakan sebagai perhitungan:

1. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d \tag{15}$$

keterangan :

X_T = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai tengah sampel

S_d = Standar deviasi sampel

K_T = Faktor frekuensi

2. Metode Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \cdot \text{Log } S_d \tag{16}$$

keterangan :

K = *Variabel Standar*, besarnya bergantung pada koefisien kemiringan

3. Metode Log Person Type III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \cdot \text{Log } S_x \tag{17}$$

keterangan:

X_T = Besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

4. Metode Gumbel

$$X_t = \bar{x} + \frac{(Y_t - Y_n)}{(S_n)} S \tag{18}$$

keterangan:

X_t = curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm),

\bar{X} = curah hujan rata-rata (mm),

S = standar deviasi (deviation standard),

S_n = reduced standard deviasi,

Y_t = reduced variable,

Y_n = *reduced mean*.

3.6 Hujan Periode Ulang Efektif

Setelah koefisien limpasan diketahui, maka untuk menghitung hujan periode ulang efektif bisa digunakan rumus sebagai berikut:

$$X_{eff} = X_t \times C \tag{19}$$

keterangan:

X_{eff} = curah hujan periode ulang efektif (mm);

X_t = curah hujan periode ulang (mm/hari);

C = koefisien limpasan.

3.7 Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi hujan dihitung menggunakan rumus yang diberikan oleh hathway (Ponce, 1989), sebagai berikut:

$$T_c = \frac{0,606 \times (Ln)^{0,467}}{S^{0,234}} \tag{20}$$

keterangan,

T_c = waktu konsentrasi (jam);

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai ke titik yang ditinjau (km);

n = koefisien kekasaran (didapatkan dari tabel);

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

3.8 Intensitas Hujan

Untuk perhitungan intensitas curah hujan digunakan rumus Mononobe, sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \tag{21}$$

keterangan,

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t = Durasi (lamanya) curah hujan (menit atau jam)

3.9 Debit Banjir Rencana

Metode rasional hanya digunakan untuk menentukan banjir maksimum bagi saluran-saluran dengan daerah aliran kecil kira-kira 40-80 Ha. Metode rasional ini dapat dinyatakan secara aljabar dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = C \cdot \beta \cdot I \cdot A \tag{22}$$

keterangan,

- Q = Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m^3/dt)
- C = Koefisien pengaliran

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Debit Eksisting Sungai Ngareng

Sta	L (m)	Beda tinggi (m)	I	B (m)	H (m)	M	Ap (m ²)	P (m)	V (m/det)	Q (m ³ /det)
0+0	37,8	0,375	0,011023	4,1	3,3	0,00	13,53	10,70	4,911	66,44
0+37,8	56,6	0,101	0,001983	2,3	1,365	2,48	7,76	21,85	1,546	12,00
0+94,4	62	0,855	0,015323	2,25	1,26	2,29	6,47	18,00	4,113	26,62
0+156,4	62	0,534	0,009570	2,2	1,3	2,17	6,52	17,01	3,304	21,55
0+218,4	31,6	0,233	0,008193	2,1	1,6	2,46	9,66	24,69	3,403	32,88
0+250										

4.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Pertanian, Perkebunan, Peternakan dan Perikanan Kabupaten Blora.

Tabel 4.2 Data curah hujan Harian Maksimum Kecamatan Cepu

No	Tahun	Curah hujan max (mm)
1	2010	67
2	2011	67
3	2012	77
4	2013	67
5	2014	42
6	2015	75
7	2016	75
8	2017	50
9	2018	74
10	2019	45

4.4 Analisis Distribusi Frekuensi dan Hujan Periode Ulang

Setelah melakukan perhitungan statistik (mengitung nilai S, Cs, Cv, dan Ck) maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil analisa persyaratan jenis sebaran

Jenis distri-	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
---------------	--------	-------------	------------

- β = Koefisien penyebaran hujan
- I = Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam
- A = Luas daerah aliran dalam Ha

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Sungai Ngareng

Penampang sungai pada rambu ke 1 (Sta 0+0) berbentuk persegi panjang dengan lebar penampang 4,1 meter serta tinggi 3,3 meter. Pada titik ini terdapat sampah pada dasar sungai. Penampang pada Sta 0+0 merupakan penampang terluas dalam ruas penelitian sepanjang 250 meter ini. Semakin ke hilir (menuju Sta 0+250), penampang dasar Sungai Ngareng semakin menyempit. Ditambah dengan tumbuhnya tanaman liar pada penampang sungai, hal ini dapat menyebabkan semakin terhambatnya aliran air.

busi			
Normal	$Cs \approx 0$	-0,82709	Memenuhi
	$Ck \approx 3$	3,00067	Memenuhi
Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	-0,82709	memenuhi, dipilih
	$Ck \leq 5,4002$	3,00067	memenuhi, dipilih
Log pearson type III	$Cs \neq 0$	-1,30706	Memenuhi
	$Cs \approx 3Cv + (Cv^2) = 3$	-1,30706	tidak memenuhi
Log normal	$Ck = 5.383$	3,78039	tidak memenuhi

Besarnya hujan rencana dengan metode Gumbel dihitung dengan rumus berikut:

$$Y_t = 2,2510$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$X_t = \bar{x} + \frac{(Y_t - Y_n)}{(S_n)} Sd$$

$$X_t = 63,90 + \frac{(2,2510 - 0,4952)}{(0,9496)} 13,24512$$

$$X_t = 88,39 \text{ mm}$$

4.5 Hujan Periode Ulang Efektif

Hujan periode ulang efektif dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_{eff} = X_t \times C, \text{ diambil nilai } C \text{ adalah } 0,65.$$

$$X_{eff} = 88,39 \text{ mm} \times 0,65$$

$$X_{eff} = 57,545 \text{ mm}$$

4.7 Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi hujan dihitung menggunakan rumus yang diberikan oleh Hathway (Ponce, 1989), sebagai berikut:

$$T_c = \frac{0,606 \times (Ln)^{0,467}}{S^{0,234}}$$

$$T_c = \frac{0,606 \times (0,3 \times 0,2)^{0,467}}{(0,006528)^{0,234}}$$

$$T_c = 0,180 \text{ jam}$$

4.8 Intensitas Hujan

Untuk perhitungan intensitas curah hujan digunakan rumus mononobe, sebagai berikut:

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

$$I = \frac{57,545}{24} \left(\frac{24}{0,180}\right)^{2/3}$$

$$I = 62,388 \text{ mm/jam}$$

4.9 Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada setiap ruas sungai yang ditinjau:

Tabel 4.4 Perhitungan debit banjir rencana pada setiap ruas sungai yang ditinjau

Ruas	Luas DAS (ha)	Debit rencana (m ³ /detik)
I (Sta. 0+0 – Sta. 0+37,8)	4,10	191,845
II (Sta. 0+37,8 – Sta. 0+94,4)	2,02	94,519
III (Sta. 0+94,4 – Sta. 0+156,4)	3,86	180,615
IV (Sta. 0+156,4 – Sta. 0+218,4)	2,61	122,126
V (Sta. 0+218,4 – Sta. 0+250)	1,91	89,371

4.10 Hasil Analisa dan Perhitungan

Dari hasil perhitungan didapat hasil debit rencana dan debit eksisting Sungai Ngareng adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Debit Rencana dengan Kapasitas Eksisting Sungai Ngareng

Ruas	Debit Eksisting (m ³ /detik)	Debit Rencana (m ³ /detik)	Keterangan (Meluap/Tidak)
I	66,44	191,845	Meluap
II	12,00	94,519	Meluap

III	26,62	180,615	Meluap
IV	21,55	122,126	Meluap
V	32,88	89,372	Meluap

4.11 Solusi Penanganan Banjir Luapan Sungai Ngareng

Melihat analisa dan perhitungan serta kondisi eksisting Sungai Ngareng, maka solusi penanganan banjir luapan Sungai Ngareng yang paling tepat adalah dengan melakukan normalisasi dan perencanaan ulang saluran sungai. Normalisasi dan perencanaan ulang saluran bertujuan untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai. Hal ini dimaksudkan untuk menampung debit banjir yang terjadi untuk selanjutnya disalurkan ke Sungai Bengawan Solo sebagai badan air penerima sehingga tidak terjadi air luapan dari Sungai Ngareng tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Eksisting Sungai Ngareng mengalami keretakan dan pengeroposan dinding saluran pada beberapa titik dari Sta 0+0 sampai Sta 0+250. Penampang terbesar terletak pada Sta 0+0 dengan luas 13,5 m². Pada Sta 0+37,8 luas penampangnya 7,76 m², Sta 0+94,4 luas penampangnya 6,47 m², Sta 0+156,4 luas penampangnya 6,52 m², Sta 0+218,4 luas penampangnya 9,66 m² dan pada Sta 0+250 luas penampangnya 4,93 m². Terjadi penyempitan penampang pada Sta 0+37,8 sebesar 5,74 m² dan pada Sta 0+250 sebesar 4,73 m².
2. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, Sungai Ngareng tidak dapat menampung debit rencana apabila terjadi hujan dengan kala ulang 10 tahun dengan intensitas 62,388 mm/jam. Pada Sta 0+0 debit eksisting sungai sebesar 66,44 m³/detik, debit rencananya sebesar 191,845 m³/detik. Pada Sta 0+37,8 debit eksisting sungai sebesar 12,00 m³/detik, debit rencananya sebesar 94,519 m³/detik. Pada Sta 0+94,4 debit eksisting sungai sebesar 26,62 m³/detik, debit rencananya sebesar 180,615 m³/detik. Pada Sta 0+156,4 debit eksisting sungai sebesar 21,55 m³/detik, debit rencananya sebesar 122,126 m³/detik. Pada Sta 0+218,4 debit eksisting sungai sebesar 32,88 m³/detik, debit rencananya sebesar 89,372 m³/detik. Dari hasil perhitungan, debit eksisting Sungai Ngareng lebih kecil dibandingkan debit rencana sehingga akan terjadi luapan.
3. Solusi penanganan banjir luapan Sungai Ngareng yang diperlukan adalah dengan melakukan nor-

malisasi Sungai dan perencanaan kembali dimensi saluran sungai.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan pembahasan terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Untuk mencegah penurunan kapasitas eksisting Sungai Ngareng karena penyempitan saluran akibat tumbuhnya semak belukar dan endapan lumpur, dinas terkait dapat melakukan pembersihan agar eksisting sungai dapat terjaga dan berfungsi maksimal.
2. Untuk mempermudah penelitian-penelitian berikutnya, diharapkan dinas terkait dapat melengkapi data-data yang diperlukan seperti peta DAS serta peta jaringan drainase Cepu.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr.Ir. Suripin, M.Eng. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- Fairiz, Dimitri. "Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang." *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan (Graha Ilmu)*
- Mona, Yan Trias. *Evaluasi Saluran Drainase Perumahan Nasional (Perumnas) Kecamatan Bloro Kabupaten Bloro*. Skripsi, Bloro: STTR CEPU, 2019, 755-765.
- Mulyanto, H R. *Penataan Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- Permen PU tentang Drainase Perkotaan*. 12 (2014).
- Riman. "Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya." 2011: 39-46.
- Sinaga, Rosinta M, and Rumilla Harahap. "Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya." *Jurnal Education Building*, 2016: 41-49.
- Universitas Gunadarma. *Drainase Perkotaan*. Vol. Vol. 3(2). Jakarta: Penerbit Gunadarma, 2015.
- Wesli. *Drainase Perkotaan*. Vol. Vol. 3(2). Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- Widodo, Esti, and Diana Ningrum. "Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Permukiman Soekarno Hatta Kota Malang dan Penanganannya." *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik*, n.d.: 1-9.
- Wigati, Restu, Soedarsono, and Tia Mutia. "Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Study Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)." *Jurnal Fondasi*, 2016: 51-61.