

Analisis Kapasitas Tampung Saluran Drainase dengan Menggunakan Software HEC-RAS 5.0.3 (Studi Kasus Sistem Jaringan Drainase Kelurahan Tlogopojok, Kabupaten Gresik)

Ahmad Ubaidillah

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru no. 45 Surabaya

E-mail: _____

Abstrak

Sistem jaringan drainase ataupun pengendalian banjir merupakan salah satu dari 12 komponen universal infrastruktur, sehingga butuh dicoba kajian buat mengenali kapasitas saluran drainase bisa menampung debit rencana ataupun tidak. Tergenangnya wilayah dekat saluran drainase di Kelurahan Tlogopojok, disebabkan air yang mengalir di saluran drainase melebihi kapasitas tampungan saluran sehingga air meluap serta memunculkan genangan di wilayah sekitarnya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir yang mengalir dan mengetahui kapasitas tampung pada drainase di ruas Jalan Gubernur Suryo untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun serta untuk mengetahui bentuk profil muka air banjir di saluran dengan menggunakan software HEC-RAS. Metode pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan subjek penelitian penggunaan software HEC-RAS 5.0.3 pada saluran drainase dan menggunakan instrument studi pustaka dan observasi lapangan dengan teknik analisis data hidrologi, data peta topografi dan kontur, debit banjir, kapasitas tampung, dan bentuk profil muka air. Maka dengan ini, dapat disimpulkan bahwa pada hilir saluran terjadi banjir karena kapasitas tampung eksisting pada interval tersebut semuanya lebih kecil dari debit rencana baik dalam periode ulang 2, 5 dan 10 tahun dan masing-masing STA mengalami luapan atau banjir dengan volume atau debit banjir yang berbeda-beda baik dalam kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Kata kunci: Kapasitas Tampung, Saluran Drainase, Software HEC-RAS 5.0.3

Abstract

Drainage channel or flood control is one of the 12 universal components of infrastructure, so it need to be tried a study to determine the capacity of the drainage canal to accommodate design discharge or not. The inundation of the area near the drainage channel in Tlogopojok Village, is due to the water flowing in the drainage channel that exceeds the capacity of the canal so that the water overflows and causes puddles in the surrounding area. The purpose of this study was to determine the flood discharge that flows and to determine the capacity of the drainage channel on Gubernur Suryo street in the 2, 5 and 10 year return period and also to determine the form of the flood water level in the channel using HEC-RAS software. The method in this study uses descriptive quantitative methods with research subject using HEC-RAS 5.0.3 software on drainage channel and using research instruments by library studies and field observations with hydrological data analysis techniques, topographic and

contour map data, flood discharge, carrying capacity, and the form of water level profile. So, it can be concluded that downstream of the channel is flooding because the existing holding capacity at these intervals is smaller than the planned discharge both in the 2, 5 and 10 year return periods and each STA experiences overflow or flooding with different volumes or flood discharges both in return 2.5 and 10 years.

Keywords: Capacity, Drainage Channel, HEC-RAS 5.0.3 Software

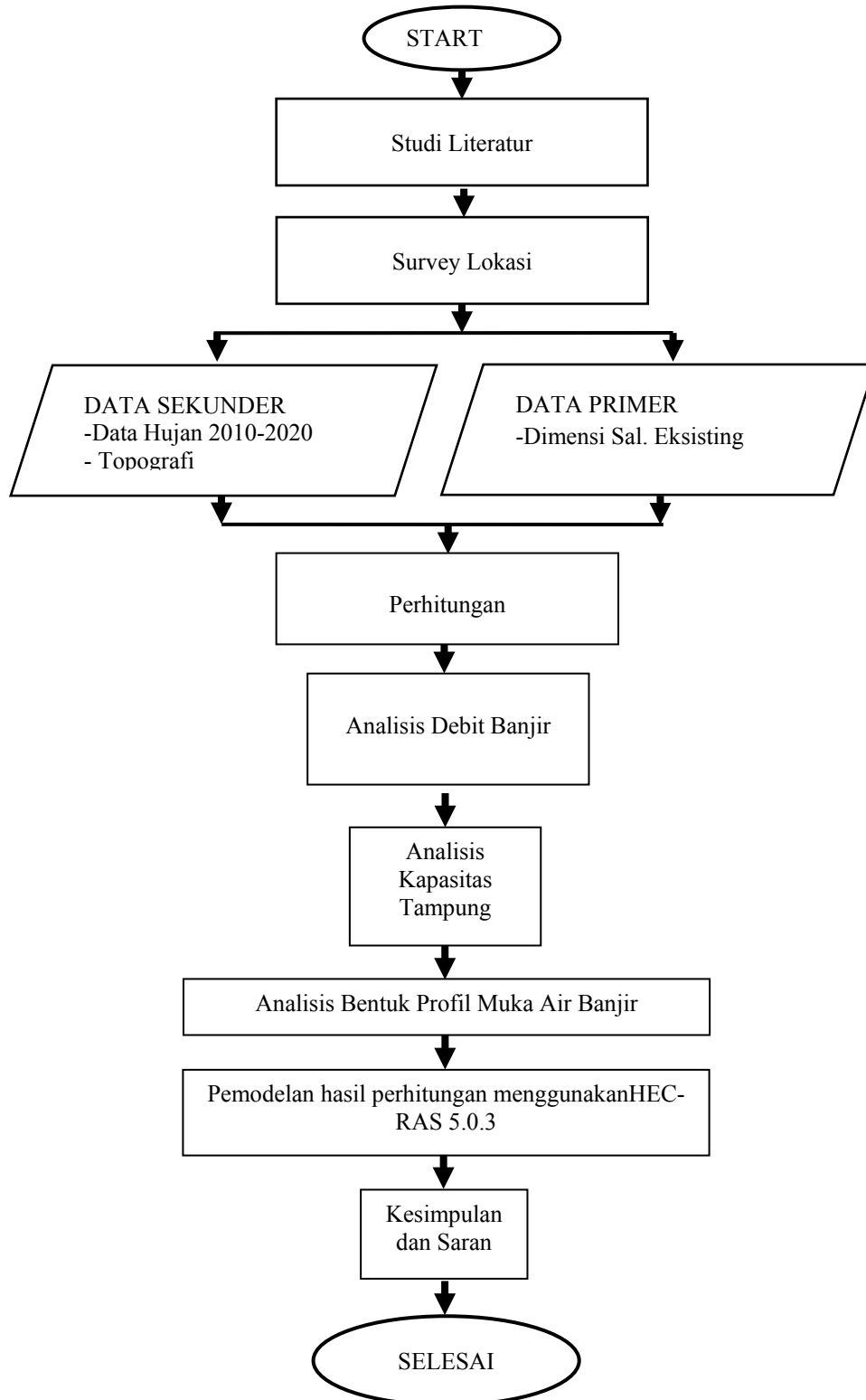
1. PENDAHULUAN

Suatu wilayah perkotaan yang tertata dengan baik haruslah pula diiringi dengan penyusunan sistem drainase yang berperan buat kurangi ataupun membuang kelebihan air dari sesuatu kawasan, sehingga tidak memunculkan genangan air. Saluran drainase ataupun pengendalian banjir merupakan salah satu dari 12 komponen universal infrastruktur, sehingga butuh dicoba kajian buat mengenali kapasitas tampung saluran drainase bisa menampung debit rancangan ataupun tidak. Tergenangnya wilayah dekat saluran drainase di Kelurahan Tlogopojok, disebabkan air yang mengalir di saluran drainase melebihi kapasitas tampungan saluran sehingga air meluap serta memunculkan genangan di wilayah sekitarnya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir yang mengalir dan mengetahui kapasitas tampung pada drainase di ruas Jalan Gubernur Suryo untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun serta untuk mengetahui bentuk muka air banjir di saluran dengan menggunakan software HEC-RAS.

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan sistem HEC-RAS dapat menjadi acuan bagi pemerintah untuk mengevaluasi kembali saluran yang ada di kawasan Jalan Gubernur Suryo, Kelurahan Tlogopojok, Kecamatan Gresik, Kota Gresik, yang masih sering meluap apabila terjadi hujan dengan intensitas yang besar. HEC-RAS adalah program aplikasi untuk pemodelan aliran di sungai. Tujuan analisa hidraulika ditujukan guna mengetahui kapasitas aliran dan profil muka air sungai terhadap banjir dengan suatu kala ulang tertentu, sehingga dapat diketahui tinggi muka air maksimal yang terdapat di sepanjang sungai yang ditinjau. Sistem HEC-RAS nantinya akan memuat tiga komponen analisa hidrolika satu dimensi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kawasan dekat kawasan industri Petrokimia Kota Gresik tepatnya di Kelurahan Tlogopojok, Kecamatan Gresik, Kota Gresik. Dibawah ini terdapat alur dari penelitian yang terdapat pada gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan subjek penelitian penggunaan software HEC-RAS 5.0.3 pada saluran drainase dan menggunakan instrument studi pustaka dan observasi lapangan dengan teknik analisis data hidrologi, data peta topografi dan kontur, debit banjir, kapasitas tampung, dan bentuk profil muka air.

langkah-langkah penelitian ini adalah:

a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data antara lain:

1. Data dimensi saluran drainase terbuka di wilayah Kelurahan Tlogopojok.
2. Data curah hujan yang dipakai adalah 10 tahun, mulai dari tahun 2010 sampai tahun 2020. Data curah hujan yang didapat yakni data curah hujan terbesar harian yang berasal dari stasiun terdekat, yang terletak disekitar lokasi daerah tangkapan air hujan. Data curah hujan yang diambil adalah hujan terbesar pada setiap tahun pengamatan.
3. Data spesifikasi perencanaan saluran drainase

b. Mengolah data

Pengolahan data ini terdiri dari beberapa langkah diantaranya :

1. Peninjauan ke lapangan
2. Pengumpulan data teknis

Data masukan (*input*) :

- Peta topografi daerah Semarang
- Peta hidrologi Daerah Aliran Sungai
- Data Penunjang
- Studi literatur
- Perencanaan Teknis

Analisis ini meliputi :

1. Analisis data hidrologi yang diperlukan meliputi data debit dan data hujan.
2. Analisis data peta topografi dan kontur

c. Penyusunan laporan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hidrologi

Kabupaten Gresik memiliki beberapa stasiun hujan, namun didalam penelitian kapasitas tampung saluran drainase ini akan diambil data dari 2 stasiun hujan yang paling dekat dengan aliran sungai, yaitu stasiun hujan Bunder dan stasiun hujan Suci. Dari beberapa stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi studi akan diambil data curah hujan selama 10 tahun (2010-2020).

a. Data Curah Hujan

Data yang dibutuhkan untuk menunjang teori kemungkinan disini yakni minimal 10 besaran hujan atau debit dengan harga tertinggi dalam setahun yang berarti dibutuhkan data curah hujan maksimal minimum dalam periode 10 tahun yang didapat dari stasiun hujan Bunder dan stasiun hujan Suci .

b. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan digunakan untuk menghitung debit banjir tiap periode rancangan yang sudah ditentukan. Berdasarkan dengan kriteria klasifikasi saluran dan luasan wilayah tangkapan (catchman area), dalam penelitian ini akan ditentukan periode ulang rancangan. Periode ulang rancangan ini nantinya akan menyajikan tingkat kinerja yang berasal dari sistem drainase yang sudah dirancang.

c. Perhitungan Parameter Dasar Statistika

Perhitungan parameter statistik butuh dilakukan sebelum dilakukan perhitungan distribusi probabilitas. Dikarenakan setiap distribusi mempunyai sifat yang tidak sama, sakibatnya setiap data hidrologi wajib diuji kesesuaiannya dengan sifat statistiknya. Dengan demikian kesalahan pada pemilihan metode distribusi bisa diminimalisir serta kesalahan asumsi tentu mustahil akan terjadi.

d. Distribusi Probabilitas (Metode Gumbel)

Faktor probabilitas K untuk nilai ekstrim Gumbel bisa dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

Dari jumlah data (n) = 11, maka bisa diperoleh :

$$Y_n = 0,449$$

$$S_n = 0,96$$

e. Distribusi Probabilitas (Metode *Log Person Type III*)

Berdasarkan perhitungan nilai C_k dan C_s (parameter dasar statistika) yang sudah didapat yakni $C_s=0,37$ dan $C_k=4,89$ maka, distribusi probabilitas yang dipakai dalam laporan skripsi ini yakni distribusi probabilitas *Log Person Type III* karena dianggap hasil analisa C_s dan C_k lebih mendekati pada distribusi probabilitas ini.

f. Uji Kecocokan Data

Untuk menentukan kesesuaian distribusi frekuensi dari contoh data terhadap fungsi distribusi peluang yang diasumsikan bisa mewakili distribusi frekuensi tersebut dibutuhkan pengujian kecocokan parameter. Untuk kebutuhan analisis uji kecocokan data, dipakai 2 tata cara statistik. Cara tersebut antara lain ialah Uji Chi Kuadrat serta Uji Smirnov Kolmogorov.

- Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dipakai untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang sudah dipilih bisa mewakili dari distribusi standard contoh data yang dianalisa.

- Uji Smirnov-Kolmogorov

Fungsi dari uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov ialah untuk mengetahui akurasi data curah hujan, metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah Distribusi *Log Person Type III*.

g. Daerah Pengaliran Sungai (Catchment Area)

Daerah aliran sungai (Watershed) atau pada skala luas kecil dinamakan Catchment Area yakni suatu area daratan yang berbatasan dengan punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berguna untuk menerima, menyimpan juga mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir

ke anak sungai dan ke sungai primer, pada akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut.

Berdasarkan penggambaran dibawah ini, telah ditentukan Catchment Area dalam lokasi penelitian ini adalah seluas 842,07 Ha.



Gambar 4.1 Catchment Area Drainase Tiogopojok
(Sumber: Plotting Google Earth, 2021)

h. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Untuk menentukan intensitas hujan per satuan waktu, disetarakan dengan durasi hujan dan frekuensi yang didapatkan dari analisa curah hujan. Sehingga pada perhitungan berikut nantinya dipakai metode *Mononobe*, data yang tersedia dapat digunakan untuk menghitung periode hujan dengan ulang 2, 5 dan 10 tahun. Rumus yang dipakai ialah rumus persamaan 2.13 sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

i. Koefisien Pengaliran / Limpasan (C)

Koefisien limpasan ataupun pengaliran dipengaruhi (C) merupakan sesuatu koefisien yang menampilkan selisih antar besarnya debit air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan pada tanah. Pemilihan koefisien pengaliran wajib memperhitungkan mungkin terdapatnya pergantian keadaan permukaan lahan. Oleh karena itu penentuan koefisien pengaliran (C) dilakukan berdasarkan perbandingan luas.

j. Perhitungan Debit Banjir Rancangan (Q)

Debit banjir rencana merupakan debit puncak yang ada pada sungai ataupun saluran air dengan periode ulang (rata-rata) yang telah ditetapkan yang bisa dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi serta stabilitas bangunan-bangunannya. Dalam penelitian kali ini analisa debit banjir rancangan menggunakan metode rasional dengan metode persamaan 2.17 sebagai berikut :

$$Q = (0,278).C.I.A$$

3.2 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika juga bertujuan buat mengevaluasi apakah ukuran saluran eksisting yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan mampu untuk mengalirkan debit rancangan dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun pada setiap saluran. Apabila kondisi saluran eksisting tidak mampu untuk mengalirkan debit banjir dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun, maka dilakukan perubahan bentuk penampang atau dimensi saluran yang sesuai dengan debit banjir yang akan dialirkan oleh masing-masing saluran.

a. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

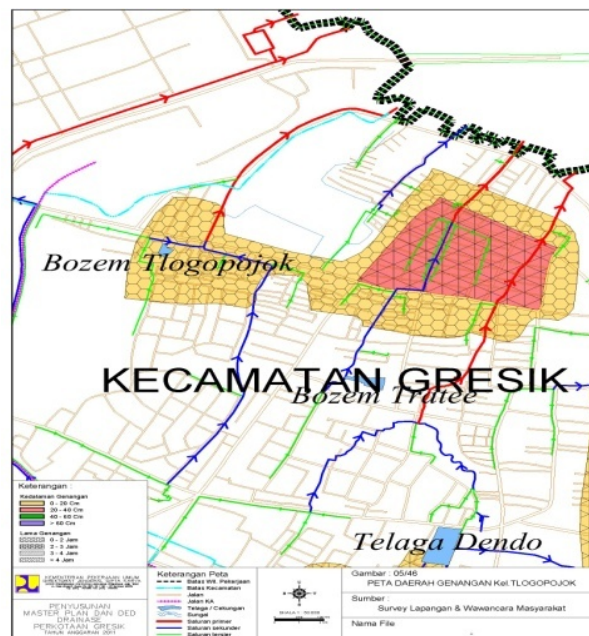
Perhitungan kapasitas saluran eksisting pada jaringan drainase Tlogopojok ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar kemampuan kapasitas saluran sungai remu, untuk menampung debit rencana dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

3.3 Pemodelan HEC-RAS

Analisa hidrolika tampang saluran dianalisa dengan memakai program HEC-RAS. Dengan analisis ini bisa didapatkan elevasi muka air pada tampang saluran ketika suatu debit air melewati saluran tersebut. Analisis yang dilakukan oleh HEC-RAS ialah analisis Aliran *Steady Flow*, *Unsteady Flow* serta *Sediment Transport*.

a. Data Genangan

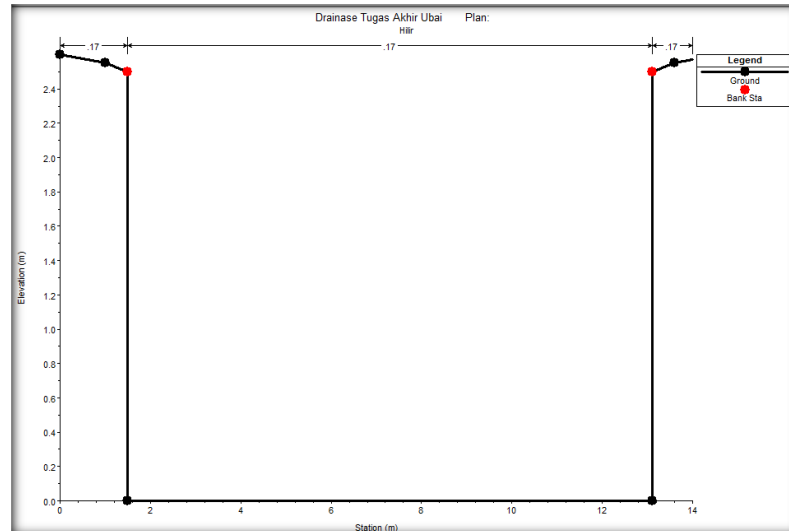
Berdasarkan wawancara terhadap beberapa warga dan juga perangkat wilayah di beberapa lokasi di kelurahan Tlogopojok dan hasil survey kementerian dinas perairan Kab.Gresik, memang masih terjadi beberapa genangan di wilayah kelurahan Tlogopojok dengan tinggi sekitar 20cm hingga 60cm. Berikut daerah genangan akan dijelaskan pada gambar dibawah.



Gambar: Daerah Genangan Tlogopojok
(Sumber : Album Kearsipan Dinas Pengairan Kab.Gresik, 2021)

b. Cross Section Jaringan Drainase

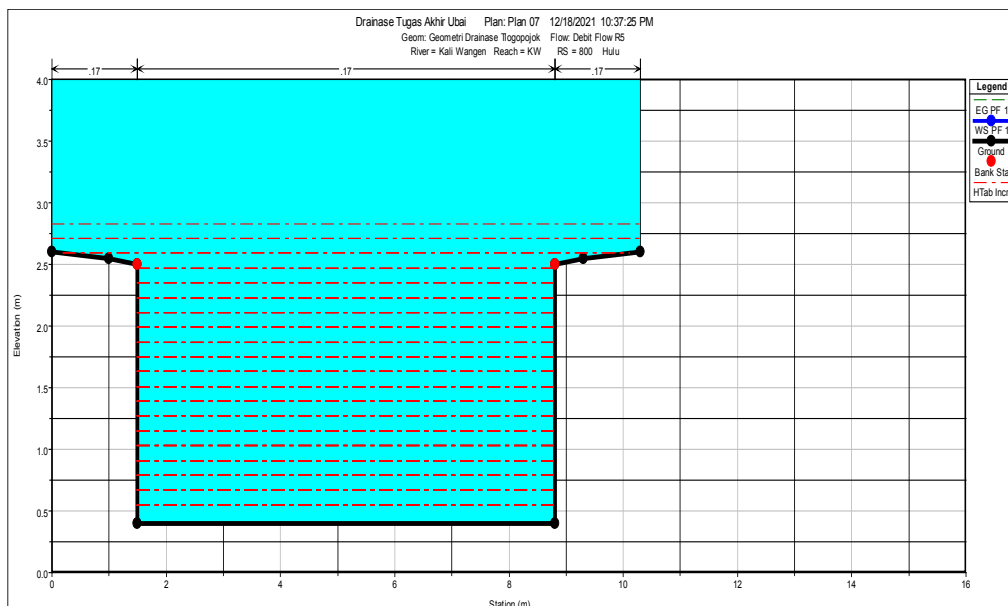
Berikut pemodelan cross section jaringan drainase kelurahan Tlogopojok menggunakan software HEC-RAS dengan STA interval 100m.



Gambar 4. 2 Cross Section STA 0
(Sumber : Pemodelan HEC-RAS, 2021)

c. Analisis Steady Flow

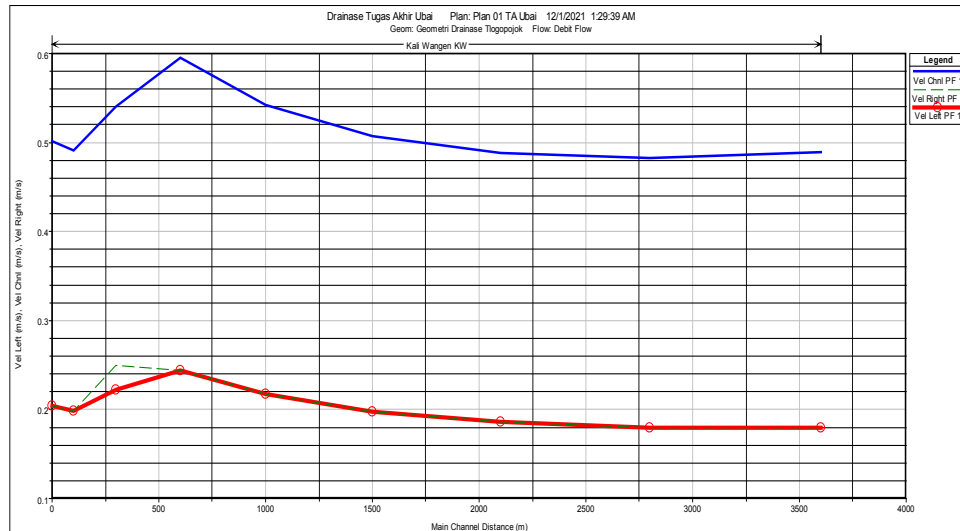
Setelah didapat data untuk pemodelan cross section dan long section saluran drainase, maka dilakukan analisis steady flow guna membuktikan apakah benar terjadi luapan atau banjir pada saluran drainase yang diteliti dengan menginput data yang telah dihitung sebelumnya maupun data yang didapat dari tabel.



Gambar 4. 3 Steady Flow Cross Section STA 800
(Sumber : Pemodelan HEC-RAS, 2021)

d. Analisis Unsteady Flow

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan dilakukan pada kondisi debit puncak dengan tujuan untuk menganalisa kecepatan aliran sungai dengan menggunakan debit rencana yang berdasarkan hasil simulasi aliran dengan *Unsteady Flow*, selanjutnya dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui pergerakan air di saluran drainase Tlogopojok.



Gambar 4. 4 Grafik *Velocity* hasil running HEC-RAS
(Sumber : Pemodelan HEC-RAS, 2021)

4. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan semua perhitungan yang dibutuhkan untuk penelitian yang dilakukan pada jaringan drainase di Kelurahan Tlogopojok, telah didapatkan hasil dari perhitungan yang disajikan.

1. Debit banjir saluran drainase yang ada di saluran drainase kelurahan tlogopojok ini adalah sebesar 70,241m³/detik pada kala ulang 2 tahun, sebesar 72,382m³/detik pada kala ulang 5 tahun dan sebesar 73,328m³/detik pada kala ulang 10 tahun.

Pada penampang saluran untuk kala ulang 2 tahun terjadi luapan pada saluran interval 300, 400, 500, 600, 700 dan 800. Luapan maksimum terjadi pada saluran 800 dan luapan minimum terjadi pada saluran 300. Sedangkan pada hulu saluran tidak terjadi luapan karna penampang masih mampu menampung debit yang mengalir. Pada kala ulang 5 tahun terjadi luapan pada saluran interval 200, 300, 400, 500, 600, 700, dan 800. Luapan maksimum terjadi pada saluran 800 dan luapan minimum terjadi pada saluran 300. Dan untuk kala ulang 10 tahun terjadi luapan pada saluran interval 200, 300, 400, 500, 600, 700 dan 800 atau

hilir saluran. Luapan maksimum terjadi pada saluran 800 dan luapan minimum terjadi pada saluran 200.

2. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting disimpulkan bahwa Pada hulu saluran atau pada STA interval 100 saluran tidak terjadi luapan atau banjir dikarenakan kapasitas eksisting saluran masih lebih besar dari debit rencana, maka dari itu tampang masih sanggup menampung debit yang mengalir baik dalam periode ulang 2,5 dan 10 tahun.
3. Sedangkan untuk tampang drainase untuk STA 300,400,500,600,700 dan 800 atau pada hilir saluran terjadi banjir karena kapasitas tampung eksisting pada interval tersebut semuanya lebih kecil dari debit rencana baik dalam kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Masing-masing STA mengalami luapan atau banjir dengan volume atau debit banjir yang berbeda-beda baik dalam periode ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Penulis menyarankan untuk perangkat wilayah di kelurahan Tlogopojok ataupun Pemerintah Kabupaten Gresik dengan menjadikan saluran pembuangan utama di Desa Tlogopojok yang mengalirkan air dari hulu hingga hilir. Hasil dari analisis ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengevaluasi saluran drainase yang ada di Kelurahan Tlogopojok. Agar nantinya Kelurahan Tlogopojok tidak terjadi banjir dan saluran eksistingnya mampu menampung debit banjir rencana, maka diperlukan pendalaman saluran atau mungkin instalasi saluran baru karena menurut kondisi wilayah sepertinya tidak memungkinkan untuk melakukan pelebaran saluran karena kondisi saluran berada ditepi jalan raya yang membutuhkan kapasitas besar untuk mendukung kelancaran lalu lintas di wilayah tersebut.

Dan kepada masyarakat juga sangat berperan penting dalam upaya menjaga saluran tetap bersih dengan cara tidak membuang sampah maupun limbah rumah tangga ataupun limbah industry yang ada disekitar maupun didalam saluran Tlogopojok karena pada saat peninjauan lapangan peneliti menemukan hampir semua bagian dari saluran drainase di wilayah Tlogopojok terdapat banyak sampah sehingga mengakibatkan terjadinya penyempitan dan pendangkalan pada saluran.

5. REFERENSI

- Asep Supriyadi (2015). Efektivitas Saluran Drainase di Area Kampus I Universitas Muhammadiyah Purwokerto : melakukan penelitian dengan menggunakan metode rasional, *Penelitian Terdahulu*.
- Ahmad Syapawi (2013). Studi Permasalahan Drainase Jalan (Saluran Samping) Dilokasi Jalan Demang Lebar Daun Sepanjang \pm 3900 M (Lingkaran Sma Negeri 10 S.D Simpang Polda, *Penelitian Terdahulu*.
- Anna Emiliawati (2011). Analisis Kapasitas Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus Jalan Colombo, Yogyakarta, *Penelitian Terdahulu*.

-
- Bagas Ari Kuncara Brata (2020). Studi Kasus Sistem Jaringan Drainase di Kelurahan Patemon Kecamatan Gunungpati Kota Semarang, Semarang, Jurnal Teknik Sipil Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
- Chay Asdak, (2002). Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Dewi Parwati Suadnya, Jeffry S. F. Sumarauw Dkk. (2017). Analisis debit banjir dan tinggi muka air banjir Sungai sario di titik kawasan citraland, Manado, Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3 Mei 2017 (143-150) ISSN: 2337-6732
- Dwi Norhayati, (2011). Studi analisis daya tampung drainase jalan kedaung Kecamatan teluk bayur berau, Samarinda, Jurnal Teknik Sipil Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Edisono, Sutarto, dkk, (1997). Drainase Perkotaan, Jakarta, Penerbit Gunadarma.
- Hasmar, H.A. Halim. (2012). Drainase Terapan, Yogyakarta, Penerbit UII Press.
- Moh. Arifahrizal (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Diponegoro Kota Gorontalo, Gorontalo, Jurnal Teknik Sipil Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo.
- I Made Kamiana, (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Palangkaraya, Penerbit Graha Ilmu.
- Joshua Ntajal, Benjamin L. Lamptey, Ibrahim B. Mahamadou, Benjamin K. Nyarko (2017). Flood Disaster Risk Mapping in the Lower Mono River Basin in Togo West Africa, *Penelitian Terdahulu*.
- Mulyanto, H.R. (2013). Penataan Jaringan Drainase Perkotaan, Edisi Pertama. Semarang, Penerbit Graha Ilmu.
- Soemarto, (1986). Siklus Hidrologi, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Pambudi, B.A. (2015) *Sistem Drainase Ramah Lingkungan (Eco-Drainase) dengan cara Memanen Air Hujan*. Jurusan Diploma Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Tugas Akhir.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (2014), Nomor 12 / PRT / M / 2014 *tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, BSN, Jakarta.
- Putri Syafrida Yanti (2009). Evaluasi Sistem Drainase pada Daerah Irigasi Ular di Kawasan Sumber Rejo Kabupaten Deli Serdang, *Penelitian Terdahulu*.
- Rosinta M Sinaga, Rumilla Harahap (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan, *Penelitian Terdahulu*.
- SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda (1999), Hidrologi untuk Pengairan, Bandung, Penerbit Pradya Paramitha.
- Suripin, (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta, Penerbit Andi Offset.
- Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014) yang diakses di internet, diakses pada 20 Mei 2021.
-

- Widia, (2008). Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Wulan dengan Menggunakan Program HECRAS 4.0 pada kondisi *Steady*. Semarang, Jurnal Teknik Sipil Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Katholik Soegijapranata Semarang
- Wesli, (2008). Drainase Perkotaan, Edisi Pertama. Yogyakarta, Penerbit Graha Ilmu.
- Yanuar Adhiya Pratama, Usamah Hidayatullah, Sutarto Edhisono, Dwi Kurniani (2017). Analisis Sistem Drainase Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Km 22 + 025 – 52 + 100, *Penelitian Terdahulu*.
- [s.n] (1997). Ilmu Drainase Perkotaan, Yogyakarta, Penerbit Gunadarma.