

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 45 - 54	SURABAYA 2016	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	---------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* PADA *POROUS CONCRETE BLOCK* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS

<i>Eko Febrianto, Arie Wardhono,</i>	01 – 08
--	---------

PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS *PAVING STONE* BERPORI

<i>Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono,</i>	09 – 12
---	---------

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN *ADMIXTURE* SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS *PERMEACONCRETE PAVING STONE*

<i>Kukuh Ainnurdin, Arie Wardhono,</i>	13 – 22
--	---------

PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN *SPLLOWAY* DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO

<i>Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan,</i>	23 – 34
--	---------

ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (*MASS CONCRETE*) DENGAN METODE *PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)* DAN *U.S. BUREAU OF RECLAMATION*

<i>Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S,</i>	35 – 44
--	---------

ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK

<i>Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang,</i>	45 – 54
--	---------

**ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG
KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK**

Ahmad Rifky Saputra

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
e-mail: rifkysaputra16@gmail.com

Ir. Nurhayati Aritonang, MT.

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
e-mail: aritonangsipil@gmail.com

Abstrak

Drainase sub DAS Gulomantung terletak di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik. Drainase sub DAS Gulomantung mempunyai mempunyai 2 saluran sekunder dan 1 saluran primer, yaitu saluran sekunder sekarkurung, saluran sekunder Makam Gulomantung, dan saluran primer Gulomantung. Berdasarkan peta topografi, 2 saluran sekunder mempunyai topografi yang terjal sedangkan pada pertemuan 2 saluran sekunder menuju saluran primer tepatnya di jalan Mayor Jendral Sungkono merupakan daerah yang relatif datar. Pada saat musim hujan, saluran pada daerah sekitar jalan Mayor Jendral Sungkono dan saluran primer Gulomantung mengalami genangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran yang ada dapat menampung debit banjir rancangan. Hasil dari analisa ini yang tidak dapat menampung debit banjir rancangan akan dilakukan normalisasi. Analisa ini dilakukan pada saluran sekunder Sekarkurung, saluran sekunder Makam Gulomantung, dan saluran primer Gulomantung.

Dari hasil penelitian menggunakan debit kala ulang 5 tahun yang diinput pada program HEC RAS menunjukan pada saluran sekunder Sekarkurung dan saluran sekunder Makam Gulomantung pada beberapa patok terlihat tidak mampu menampung debit banjir eksisting sehingga perlu untuk dilakukan normalisasi saluran. Hal tersebut juga terjadi pada saluran primer Gulomantung yang menjadi daerah hilir sub DAS. terjadi luapan air pada patok G.46, G.47, G.48, G.49, dan G.50. Upaya penanggulangan lain juga dipersiapkan apabila normalisasi saluran kurang efektif untuk menanggulangi genangan, yaitu dengan pengadaan rumah pompa banjir. Dari hasil analisa kebutuhan pompa menggunakan banjir kala ulang 10 tahun dibutuhkan 2 pompa dengan kapasitas 1,5 m³/dt, 3 pompa dengan kapasitas 1 m³/dt dan 3 pompa dengan kapasitas 0,5 m³/dt.

Kata kunci: banjir, drainase, kapasitas saluran

Abstract

Gulomantung sub drainage basin located in Kebomas, Gresik. Gulomantung sub drainage basin has a 2 secondary channels and 1 primary channel, secondary channels that sekarkurung, Makam Gulomantung secondary channel and Gulomantung primary channel. Based on the topographic map, 2 secondary channel has a rugged topography while at a meeting 2 primary channel to the secondary channel precisely in the way Major General Sungkono area is relatively flat. During the rainy season, the area around the canal road and Mayor Jendral Sungkono primary channel Gulomantung inundation.

This study aims to determine the capacity of the existing channels can accommodate the design flood. The results of this analysis that can not accommodate the flood discharge plan will be normalized. This analysis was performed on Sekarkurung secondary channel, Makam Gulomantung secondary channel, and Gulomantung primary channel.

From the results of research using debit return period of 5 years which is inputted at HEC RAS program shows a secondary channel and secondary channel Tomb Sekarkurung Gulomantung look at some stakes could not accommodate the existing flood that need to be normalized channel. It also happens to be the primary channel Gulomantung the downstream sub-basins. overflow occurs in stakes G.46, G.47, G.48, G.49 and G.50. Other relief efforts are also prepared when normalization is less effective to overcome stagnation, which houses the pump. From the analysis of the needs of the pump using a flood return period of 10 years required two pumps with a capacity of 1.5 m³ / s, 3 pumps with a capacity of 1 m³ / sec and 3 pumps with a capacity of 0.5 m³ / sec.

Keywords: flood, drainage, channel capacity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Desa Gulomantung, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik terletak di wilayah yang sangat strategis yaitu di sebelah utara Kota Surabaya yang merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur dan sekaligus sebagai pusat kegiatan ekonomi Indonesia Timur. Sejalan dengan perkembangan perkotaan, terjadi genangan hingga banjir di beberapa daerah pada waktu musim hujan. Hal ini disebabkan oleh perubahan fungsi lahan yang awalnya lahan kosong untuk daerah resapan menjadi sebuah bangunan. Pembangunan permukiman dan industri pada daerah ini belum memperhitungkan keseimbangan lingkungan membuat lahan yang seharusnya menjadi daerah resapan menjadi semakin sempit. Akibatnya pada saat musim hujan terjadi genangan hingga banjir karena saluran yang ada disekitar menyempit disebabkan adanya bangunan disisi kanan maupun sisi kiri saluran.

Drainase sub DAS Gulomantung mempunyai mempunyai 2 saluran sekunder dan 1 saluran primer, yaitu saluran sekunder sekarkurung, saluran sekunder makam Gulomantung, dan saluran primer Gulomantung. Berdasarkan peta topografi, 2 saluran sekunder mempunyai topografi yang terjal sedangkan pada pertemuan 2 saluran sekunder menuju saluran primer tepatnya di jalan Mayor Jendral Sungkono merupakan daerah yang relatif datar. Permasalahan yang terjadi sampai saat ini adalah pada saat musim hujan jalan Mayor Jendral Sungkono, Gresik yang menjadi jalan penghubung Kota Surabaya menuju Kota Gresik terjadi genangan sekitar 10-20 cm dengan luas area $\pm 7,85$ ha dan juga terjadi genangan pada daerah permukiman Dusun Jagongan, Kelurahan Gulomantung kurang lebih sekitar 60 cm dengan luas area $\pm 1,97$ ha. Kondisi disekitar daerah genangan di jalan Mayor Jendral Sungkono terdapat bangunan yang membuat saluran menjadi menyempit. Pada bagian bahu saluran dimanfaatkan sebagai pondasi untuk pagar bangunan. Selain itu, kondisi saluran primer yang berada di antara Dusun Jagongan dan pabrik kayu NANKAI mengalami penyempitan akibat permukiman dan pagar pembatas pabrik yang mendesak saluran, selain itu banyak sekali sampah yang ada di dalam saluran.

Dari permasalahan yang terjadi diperlukan analisa untuk mengetahui penyebab terjadinya permasalahan demikian. Dalam penelitian ini akan dipaparkan analisa kapasitas saluran eksisting yang ada dengan perhitungan hidrologi dan hidrolika untuk mengetahui saluran eksisting dapat menampung air mencukupi atau bahkan meluap. Apabila terjadi luapan maka saluran yang ada akan dilakukan normalisasi sesuai dengan debit rancangan yang dihitung.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik?
2. Berapakah curah hujan kala ulang tahun ke 2, 5, 10, 25, dan 50 pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik?
3. Berapakah debit banjir puncak yang terjadi pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik?
4. Apakah saluran drainase yang ada pada drainase sub DAS Gulomantung masih layak untuk menampung debit banjir rancangan?
5. Alternatif apa yang harus dilakukan untuk menaggulangi titik genangan pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik?

Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang akan dibahas, tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi eksisting pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik.
2. Untuk mengetahui curah hujan kala ulang tahun ke 2, 5, 10, 25, dan 50 pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik
3. Untuk mengetahui debit banjir puncak yang terjadi pada drainase sub DAS Gulomantung di Kecamatan Kebomas, Gresik
4. Untuk mengetahui saluran drainase yang ada pada drainase sub DAS Gulomantung masih layak untuk menampung debit banjir atau tidak.
5. Untuk mengetahui alternatif penaggulangan genangan drainase sub DAS di Kecamatan Kebomas, Gresik.

Manfaat

Dari penelitian ini, manfaat yang dapat dipelajari sebagai berikut:

1. Bagi peneliti: Memberikan ilmu tentang analisis hidrologi dan analisis hidrolika khususnya program *HEC-RAS 4.1.0 (Hidrologic Engineering Center-River Analysis System)* serta hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi atau referensi untuk melakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai penanggulungan banjir.
2. Bagi masyarakat dan mahasiswa. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi untuk masyarakat dalam menaggulangi banjir yang menjadi agenda setiap tahun dan untuk mahasiswa dapat dijadikan bahan informasi atau referensi untuk melakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai penanggulungan banjir dengan menggunakan program *HEC-RAS 4.1.0 (Hidrologic Engineering Center-River Analysis System)*.

3. Bagi pemerintah. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan alternatif untuk menanggulangi banjir yang terjadi setiap tahun pada saat musim penghujan tiba di daerah Gresik Timur.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data curah hujan yang digunakan pada 3 stasiun hujan, yaitu Bunder atau Gresik, Suci, dan Cerme selama 10 tahun terakhir (2005-2014).
2. Analisis yang dilakukan adalah analisis kesesuaian kapasitas saluran eksisting dengan debit rancangan.
3. Dalam analisis ini *input* debit yang diperhitungkan adalah debit andalan curah hujan dan debit air buangan domestik tanpa memasukkan debit *backwater* dari pengaruh pasang surut Kali Lamong.
4. Analisis dilakukan pada saluran primer dan sekunder pada drainase sub DAS Gulomantung.
5. Tidak menghitung pengaruh besarnya *sediment transport*, evaporasi, evapotranspirasi, infiltrasi, dan presipitasi serta tidak membahas biaya dan kekuatan konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sub Daerah Aliran Sungai

Menurut Asdak (1995:24) pengertian sub Daerah Aliran Sungai (sub DAS) adalah bagian dari DAS atau percabangan anak sungai dari DAS yang mengalirkan air hujan melalui saluran-saluran kecil kemudian mengalirkan ke anak sungai dan berakhir pada sungai besar.

Analisa Hidrologi

Dalam analisis hidrologi data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data topografi, dan data *land use* diolah untuk mengetahui intensitas curah hujan dan debit banjir rancangan sebagai dasar acuan untuk analisis hidrolika.

1. Curah hujan daerah

Untuk menghitung curah hujan rata-rata daerah maksimum dalam penelitian ini menggunakan metode aritmatik. Alasan penggunaan metode ini, menurut Suripin (2004:31) pemilihan metode yang cocok untuk dipakai pada suatu DAS berdasarkan faktor jumlah pos penakar hujan pada sekitar DAS yang terbatas dan luas DAS tergolong DAS kecil (<500 km²).

2. Analisis frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui distribusi apa yang dipakai untuk analisis hidrologi. Dalam analisis ini nilai-nilai parameter statistik seperti: standart deviasi (S_d), koefisien kemiringan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) dibandingkan dengan persyaratan penggunaan distribusi. Setelah diketahui distribusi yang digunakan untuk analisa hidrologi, maka dilakukan uji kecocokan dengan 2 uji, yaitu: uji *smirnov kolmogorov* dan uji chi kuadrat. Setelah kedua uji tersebut cocok maka distribusi yang terpilih akan digunakan sebagai

acuan untuk dilakukan perhitungan curah hujan kala ulang.

3. Perhitungan debit rancangan

Untuk menentukan debit banjir rancangan terlebih dahulu menentukan kapasitas saluran drainase dengan cara menghitung debit air hujan dan debit buangan domestik. Menurut Kusnan (2013:IV-77) jumlah dari kedua debit ditambahkan dengan kandungan sedimen yang terdapat dalam banjir sebesar 10%.

$$Q_{renc} = 1,10 \times Q_b \quad (1)$$

dimana:

Q_{renc} = debit banjir rancangan (m³/dt)

Q_b = debit air hujan (Q_{ah}) + debit air kotor (Q_{ak}) (m³/dt)

- a. Debit air hujan (Q_{ah})

Untuk menghitung debit air hujan pada saluran drainase menggunakan metode rasional. Menurut Hadisusanto (2004:152), metode ini dipergunakan untuk DAS dengan ukuran luas yang kecil hingga luas 30 km². Perhitungan debit air hujan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (2)$$

dimana:

Q = debit banjir maksimum (m³/dt).

C = koefisien pengaliran

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

0,278 = faktor Konversi

- b. Hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu

Hidrograf ini digunakan untuk mengetahui debit banjir puncak terjadi pada jam beberapa dengan menggunakan kala ulang tertentu. Dari hidrograf ini diketahui debit puncak pada sub DAS Gulomantung terjadi pada jam ke berapa dan sekaligus menjadi *input* debit untuk analisis program HEC RAS.

- c. Perhitungan pertumbuhan penduduk

Untuk mengetahui debit air kotor pada penelitian ini yang perlu diketahui adalah penduduk sekitar daerah penelitian. Pertumbuhan penduduk setiap tahun mengalami peningkatan. Perkiraan jumlah penduduk dibutuhkan untuk mengetahui debit air kotor pada daerah penelitian.

- d. Debit air kotor (Q_{ak})

Debit air kotor merupakan debit air limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, gedung, industri dan sebagainya. Pada penelitian ini memperhitungkan debit air kotor domestik. Debit yang dimaksud adalah debit limbah cair rumah tangga dan debit air kotor bekas pakai, seperti: air kotor bekas cuci, mandi dan sebagainya. Dalam perhitungan debit air kotor perlu diketahui terlebih dahulu kebutuhan rata-rata air bersih dari penduduk sekitar daerah yang akan dianalisis.

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika merupakan lanjutan dari analisa hidrologi. Hasil perhitungan debit banjir rancangan digunakan sebagai input dalam menentukan dimensi saluran. Dalam analisa hidrolika dilakukan evaluasi saluran drainase eksisting terhadap debit rancangan yang telah dihitung dalam analisa hidrologi.

1. Kapasitas saluran

Menurut (Chow, 1997:5) untuk perhitungan kapasitas saluran drainase menggunakan rumus dasar Manning sebagai berikut:

$$Q = \frac{1.49}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad (3)$$

dimana:

Q = kapasitas saluran (m^3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang saluran (m^2)

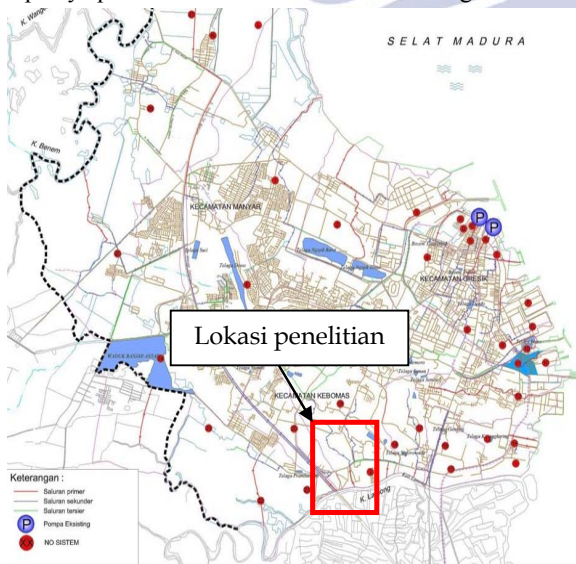
2. HEC-RAS (Hidrologic Engineering Center-River Analysis System)

Analisis penampang saluran drainase dipermodelkan dengan menggunakan program HEC-RAS. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting dari saluran drainase dan dapat mengetahui profil dari muka air. Kelebihan dari program ini adalah penggunaannya praktis karena tidak memerlukan data hidrolika 3D dan tingkat akurasi dengan kesesuaian di lapangan cukup baik.

METODE

Lokasi Penelitian

Secara geografis, wilayah Kabupaten Gresik terletak antara $112^0 - 113^0$ BT dan $7^0 - 8^0$ LS. Daerah penelitian ini berada di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik tepatnya pada drainase sub DAS Gulomantung.



Gambar 1. Peta Lokasi Drainase Sub DAS Gulomantung
(Sumber: PT. Candikencana Sabdawisesa)

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kuantitatif. Dimana penelitian ini

mengangkat permasalahan yang terjadi pada saat ini kemudian dilakukan analisis statistik untuk mengetahui hasil dari analisis dari penelitian ini.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer terdiri atas :

1. Melakukan survei identifikasi daerah genangan.
2. Melakukan survei identifikasi kondisi daerah penelitian/lahan dan potensinya.
3. Observasi yaitu meninjau langsung daerah yang menurut masyarakat sering terjadi genangan di daerah penelitian.

Pengumpulan data sekunder terdiri atas :

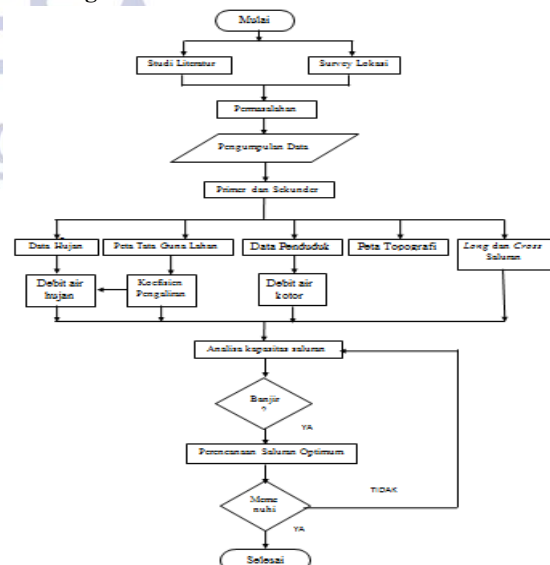
1. Data curah hujan selama 10 tahun yaitu dari tahun 2005 sampai tahun 2014, dari Badan Meterologi dan Geofisika Stasiun Meterologi Kota Gresik.
2. Peta Topografi/Rupa bumi Kota Gresik.
3. Peta tata guna lahan Kota Gresik.
4. Peta jaringan sistem drainase Kota Gresik.
5. Data Penduduk pada daerah penelitian.
6. Studi pustaka sesuai dengan masalah yang dihadapi dan sesuai dengan ilmu yang berkaitan dengan penanggulangan banjir.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini adalah :

1. Melakukan studi pustaka tentang banjir terlebih dahulu.
2. Melakukan survey observasi lapangan yaitu dengan survei identifikasi daerah genangan dan penyebabnya serta meninjau langsung daerah yang menurut masyarakat sekitar terjadi genangan, survei identifikasi kondisi daerah lahan dan potensinya
3. Pengumpulan data primer dan sekunder.
4. Menganalisis data yang didapat dari data primer dan sekunder dengan metode-metode dalam Hidrologi dan Hidrolika.

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Rancangan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

1. Hujan rata-rata daerah

Untuk menghitung curah hujan daerah menggunakan metode aritmatik. Pada penelitian ini, data curah hujan yang digunakan dari 3 stasiun hujan di sekitar daerah penelitian, yaitu bunder (Gresik), Cerme, dan Suci. Data curah hujan yang digunakan dari 3 stasiun tersebut dari tahun 2005-2014 (10 tahun).

Tabel 1. Curah hujan rata-rata pertahun

No	Tahun	Stasiun Hujan Bunder		Stasiun Hujan Cerme		Stasiun Hujan Suci		Rata-rata
		Tinggi Hujan (mm)	Waktu Hujan	Tinggi Hujan (mm)	Waktu Hujan	Tinggi Hujan (mm)	Waktu Hujan	
1	Okt 2004 - Sept 2005	84	09 Maret 2005	23	09 Maret 2005	35	09 Maret 2005	47
2	Okt 2005 - Sept 2006	101	09 April 2006	56	09 April 2006	24	09 April 2006	60
3	Okt 2006 - Sept 2007	150	30 Desember 2007	0	30 Desember 2007	30	30 Desember 2007	60
4	Okt 2007 - Sept 2008	76	21 Maret 2008	31	21 Maret 2008	19	21 Maret 2008	42
5	Okt 2008 - Sept 2009	85	22 Februari 2009	88	22 Februari 2009	25	22 Februari 2009	66
6	Okt 2009 - Sept 2010	103	04 Maret 2010	111	04 Maret 2010	35	04 Maret 2010	83
7	Okt 2010 - Sept 2011	103	07 Maret 2011	23	07 Maret 2011	49	07 Maret 2011	58
8	Okt 2011 - Sept 2012	27	31 Januari 2012	73	31 Januari 2012	33	31 Januari 2012	44
9	Okt 2012 - Sept 2013	80	02 Januari 2013	12	02 Januari 2013	102	02 Januari 2013	65
10	Okt 2013 - Sept 2014	100	09 April 2014	42	09 April 2014	51	09 April 2014	64

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Prov. Jawa Timur)

2. Analisis frekuensi

a) Pemilihan jenis distribusi

Dari hasil analisis parameter statistik dapat dianalisis dengan persyaratan sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Parameter Statistik

Jenis Distribusi	Persyaratan	Nilai
Gumbel	$C_k = 1,14$	$C_n = 1,082$
	$C_k = 5,4$	$C_k = 5,95$
Distribusi Normal	$\bar{x} \pm s = 68,27\%$	$\bar{x} \pm s = 59 \pm 10,74 = 69,74$
		$\bar{x} - s = 59 - 10,74 = 48,29$
	$\bar{x} \pm 2s = 95,44\%$	$\bar{x} \pm 2s = 59 \pm 21,48 = 80,52$
		$\bar{x} - 2s = 59 - 21,48 = 37,55$
	$C_s \approx 0$	$C_s = 1,082$
	$C_k \approx 3$	$C_k = 5,95$
Distribusi Log Pearson III	Bebas	Bebas

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan analisis parameter statistik diatas dapat disimpulkan bahwa parameter statistik dari data tidak ada yang sesuai untuk distribusi normal dan Gumbel. Jadi, untuk data hidrologi yang ada mengikuti distribusi Log Pearson III.

Berikut ini merupakan tabel analisis distribusi Log Pearson III.

Tabel 3. Perhitungan Distribusi Log Pearson III

No	Tanggal Hujan	X	Log X	Log X	log x - log x	(log X - log x)²	(log X - log x)³
1	04 Maret 2010	83	1.919	1.763	0.156	0.024438138	0.003820341
2	22 Februari 2009	66	1.820	1.763	0.057	0.00322543	0.000183181
3	02 Januari 2013	65	1.811	1.763	0.048	0.002297228	0.000110105
4	09 April 2014	64	1.808	1.763	0.046	0.002087118	9.535E-05
5	09 April 2006	60	1.781	1.763	0.018	0.000317063	5.6457E-06
6	30 Desember 2007	60	1.778	1.763	0.015	0.000237166	3.65239E-06
7	07 Maret 2011	58	1.766	1.763	0.003	1.00218E-05	3.17263E-08
8	09 Maret 2005	47	1.675	1.763	-0.088	0.007670953	-0.000671853
9	31 Januari 2012	44	1.647	1.763	-0.116	0.013460799	-0.001561731
10	21 Maret 2008	42	1.623	1.763	-0.140	0.019460746	-0.002714809
Jumlah		590	16.004			0.073204662	-0.000730085

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b) Uji kecocokan

Untuk uji kecocokan pada distribusi log pearson III diuji dengan uji smirnov kolmogorov dan uji chi kuadrat. Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji smirnov kolmogorov:

Tabel 4. Uji Kecocokan Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III

Tanggal Tahun	Urutan Regresi	peringkat	P (log xi)	P (Log xi >)	f(t)=[(Log Xi - Log(Xrt))/Slogx	p(x)	p(x-tabel)	D
04 Maret 2010	83	1	0.09091	0.9091	1.73335	0.04180	0.9582	0.0491
22 Februari 2009	66	2	0.18182	0.8182	0.62972	0.26430	0.7357	-0.0825
02 Januari 2013	65	3	0.27273	0.7273	0.53144	0.29710	0.7029	-0.0244
09 April 2014	64	4	0.36364	0.6364	0.50655	0.30850	0.6915	0.0551
09 April 2006	60	5	0.45455	0.5455	0.19744	0.42470	0.5753	0.0298
30 Desember 2007	60	6	0.54545	0.4545	0.17076	0.43640	0.5636	0.1091
07 Maret 2011	58	7	0.63636	0.3636	0.03510	0.48800	0.512	0.1484
09 Maret 2005	47	8	0.72727	0.2727	-0.97113	0.83400	0.166	-0.1067
31 Januari 2012	44	9	0.81818	0.1818	-1.28643	0.89970	0.1003	-0.0815
21 Maret 2008	42	10	0.90909	0.0909	-1.54679	0.93820	0.0618	-0.0291
D maksimum								0.1484

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil uji smirnov kolmogorov didapat nilai $D_{max}=0,1484$ Sedangkan persyaratan dari hasil uji smirnov kolmogorov adalah $D_{max} < D_0$ dan nilai D_0 untuk data sebanyak 10 adalah 0,41. Maka dari hasil uji smirnov kolmogorov nilai $0,1484 < 0,41$ yang artinya dapat diterima.

Tabel 5. Uji Kecocokan Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III

No	Interval Kelas Hujan Daerah Maksimum	Ef	Of	(Of - Ef)²	(Of - Ef)² / Ef
1	40 - 49	49	2	0.50	0.25
2	50 - 59	59	1	0.50	0.25
3	60 - 69	69	2	4.50	2.25
4	70 - 79	79	2	2.00	1.00
5	80 - 89	89	1	0.50	0.25
Jumlah Total (S)		10	10	8	4

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari nilai $D_k = 7$ dan probabilitas 5% nilai dapat dilihat pada tabel 2.4 (lampiran 2) nilai $\lambda^2_{cr} = 14,067$ dan nilai λ^2_{cr} hitung = 4

Berdasarkan kedua uji kecocokan maka dapat disimpulkan dengan tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Uji Kecocokan Chi Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson III

No.	Distribusi	Uji Kecocokan						Keterangan
		Chi Kuadrat			Smirnov Kolmogorov			
		xh2	Nilai	x2	Dmaks	Nilai	Do	
1	Distribusi Log Pearson Tipe III	4	<	14.067	0.1484	<	0.41	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan kedua uji kecocokan dapat dilihat nilai uji smirnov kolmogorov adalah $D_{max} < D_0$ dan nilai uji chi kuadrat $\lambda^2_{cr} < x^2$ hitung.maka distribusi Log Pearson III dapat diterima untuk digunakan sebagai acuan untuk perhitungan curah hujan kala ulang

Dari perhitungan curah hujan kala ulang nilai curah hujan kala ulang ke 2, 5, 10, dan 50 sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Hujan Kala Ulang

Tr (Tahun)	Pr (%)	G	Standard Deviasi	Log ₂	Log R ₂₄	R ₂₄ (mm)
			(Sx)			
2	50	0.023116509	0.090187867	1.7628	1.7648	58.1883
5	20	0.841351946	0.090187867	1.7628	1.8386	68.9653
10	10	1.265412618	0.090187867	1.7628	1.8769	75.3140
25	4	1.730035172	0.090187867	1.7628	1.9188	82.9429
50	2	1.9789745	0.090187867	1.7628	1.9412	87.3435

(Sumber: Hasil Perhitungan)

c) Koefisien pengaliran

Nilai koefisien pengaliran diperoleh dari data peta tata guna lahan. Berikut ini merupakan nilai koefisien pengaliran pada sub DAS drainase Gulomantung:

Tabel 8. Nilai Koefisien Pengaliran sub DAS drainase Gulomantung

Penggunaan Lahan	Koefisien C	Luasan (Ha)	C x A
Kebun	0.3	91.67	27.501
Semak/Belukar	0.35	88.8	31.08
Tegalan/Ladang	0.35	21.42	7.497
Rumput/Tanah Kosong	0.35	107.21	37.5235
Danau	0	4.78	0
Permukiman	0.4	56.25	22.5
Industri	0.9	54.92	49.428
Jalan	0.9	16.36	14.724
Luas Total		441.41	190.2535

(Sumber: Hasil Perhitungan)

3. Perhitungan debit banjir rancangan

a) Hidrograf HSS (Hidrograf Satuan Sintetik) Nakayasu

Hidrograf HSS Nakayasu digunakan sebagai input data debit yang akan dianalisis pada program HEC RAS. Curah hujan efektif terjadi pada waktu antara 1-5 jam oleh karena itu, curah hujan rencana dikalikan dengan koefisien pengaliran sehingga menjadi curah hujan efektif. Berikut ini merupakan hasil perhitungan curah hujan efektif:

Tabel 9. Curah Hujan Efektif

Periode Ulang	CH Rencana (R)	Koef. Pengaliran (C-Eks)	CH Efektif (Ref)	Distribusi Hujan				
				R1	R2	R3	R4	R5
2	58.19	0.43	25.021	14.6373	3.803	2.677	2.127	1.802
5	68.97	0.43	29.655	17.3482	4.508	3.173	2.521	2.135
10	75.31	0.43	32.385	18.9452	4.923	3.465	2.753	2.332
25	82.94	0.43	35.665	20.8643	5.421	3.816	3.032	2.568
50	87.34	0.43	37.558	21.9713	5.709	4.019	3.192	2.704

(Sumber: Hasil Perhitungan)

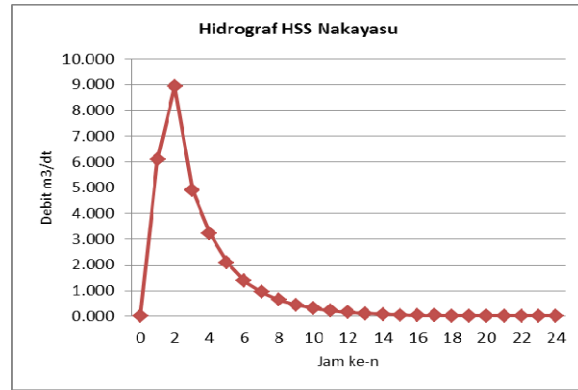
Pada perhitungan hidrograf HSS Nakayasu distribusi hujan yang akan dipakai dalam perhitungan adalah distribusi hujan pada kala ulang 5 tahun.

Tabel 10. Perhitungan Hidrograf Nakayasu kala ulang 5 tahun

T (Jam)	Qt (m ³ /det)	R1	R2	R3	R4	R5	Q (m ³ /det)
0	0.000	0.000					0.000
1	0.319	5.527	0.000				6.089
2	0.371	6.436	1.672	0.000			8.928
3	0.177	3.071	0.798	0.562	0.000		4.883
4	0.106	1.841	0.478	0.337	0.268	0.000	3.225
5	0.064	1.104	0.287	0.202	0.160	0.136	2.087
6	0.0420	0.729	0.189	0.133	0.106	0.090	1.381
7	0.0286	0.497	0.129	0.091	0.072	0.061	0.943
8	0.0195	0.338	0.088	0.062	0.049	0.042	0.646
9	0.0133	0.231	0.060	0.042	0.034	0.028	0.443
10	0.0091	0.157	0.041	0.029	0.023	0.019	0.304
11	0.0062	0.107	0.028	0.020	0.016	0.013	0.210
12	0.0042	0.073	0.019	0.013	0.011	0.009	0.146
13	0.0029	0.050	0.013	0.009	0.007	0.006	0.102
14	0.0020	0.034	0.009	0.006	0.005	0.004	0.072
15	0.0013	0.023	0.006	0.004	0.003	0.003	0.052
16	0.0009	0.016	0.004	0.003	0.002	0.002	0.038
17	0.0006	0.011	0.003	0.002	0.002	0.001	0.029
18	0.0004	0.007	0.002	0.001	0.001	0.001	0.022
19	0.0003	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.018
20	0.0002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.015
21	0.0001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.013
22	0.0001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012
23	0.0001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
24	0.0000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari rekapitulasi debit banjir HSS Nakayasu dapat dilihat bahwa hujan debit puncak terjadi pada jam ke-2 dengan debit sebesar 8,982 m³/dt. Kemudian mulai menurun pada jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5 dan seterusnya. Berikut ini merupakan grafik HSS Nakayasu:



Gambar 3. Hidrograf HSS Nakayasu

b) Debit air kotor

Untuk mengetahui debit air kotor pada sub DAS drainase Gulomantung terlebih dahulu harus diketahui jumlah penduduk pada tahun 2015. Pada sub DAS drainase Gulomantung terdapat 5 Desa/Kelurahan yang dilalui aliran sub DAS drainase Gulomantung, yaitu Desa Sidomukti, Desa Giri, Desa Klangonan, Desa Sekarkurung dan Desa Gulomantung. Untuk perhitungan jumlah penduduk pada tahun 2015 dihitung dengan cara geometris. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pertumbuhan penduduk pada tahun 2015:

Tabel 11. Pertumbuhan Penduduk Pada Sub DAS Drainase Gulomantung

No.	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk Tahun 2013	Laju Pertumbuhan	Luas (Ha)	Kepadatan Penduduk	Luas Catchment Area (Ha)	Kepadatan Penduduk P ₀
1	Gulomantung	2835	0.020518359	175	16.20	175.00	2835.00
2	Sidomukti	3551	0.039519906	44	80.70	44.00	3551.00
3	Klangonan	2950	0.01935038	69	42.75	67.00	2864.49
4	Giri	4197	0.008167187	161	26.07	38.00	990.60
5	Sekarkurung	2664	0.069879518	117	22.77	117.00	2664.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Untuk rekapitulasi debit air kotor ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 12. Debit Domestik Pada Sub DAS Drainase Gulomantung

No.	Desa/Kelurahan	Kepadatan Penduduk P ₀ (Jiwa)	P _n	Q _{ak} (m ³ /dt)
1	Gulomantung	2835.00	2953	0.003280592
2	Sidomukti	3551.00	3837	0.004263574
3	Klangonan	2864.49	2976	0.003307137
4	Giri	990.60	1007	0.001118715
5	Sekarkurung	2664.00	3049	0.003388141

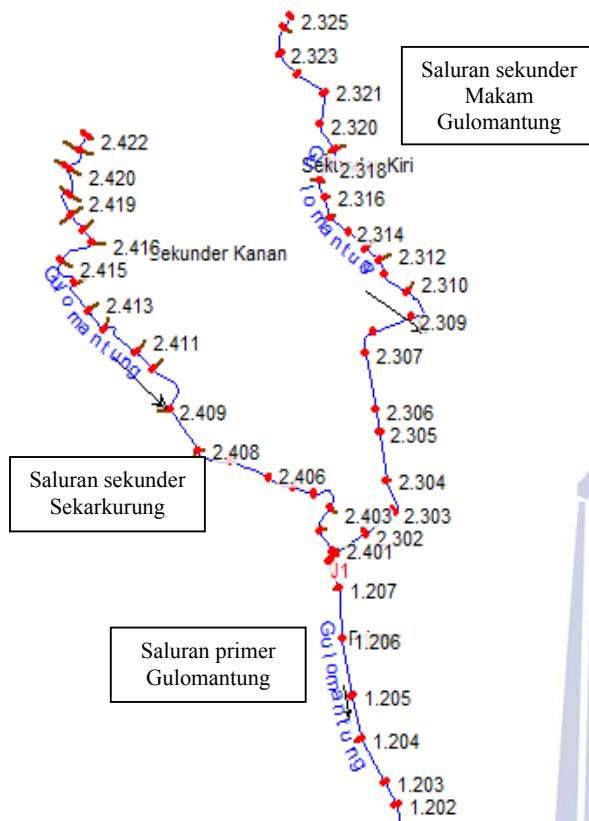
(Sumber: Hasil Perhitungan)

a. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika pada penelitian ini menggunakan program HEC RAS dan metode rasional dengan menggunakan persamaan Mannig.

1) Analisa hidrolika dengan menggunakan program HEC RAS

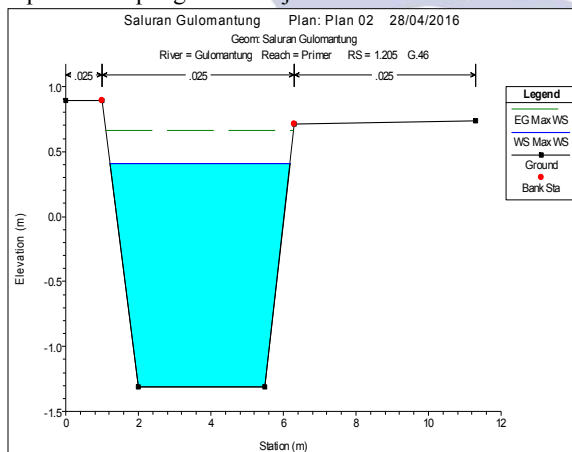
Pada program HEC RAS ini menggambarkan permodelan atau skema aliran dari sub DAS Gulomantung dari hulu hingga ke hilir. Sub DAS Gulomantung terdiri dari 2 saluran sekunder dan 1 saluran primer, yaitu saluran sekunder Sekarkurung, saluran Makam Gulomantung, dan saluran primer Gulomantung. Berikut ini merupakan skema dari sub DAS Gulomantung:



Gambar 4. Skema Alur Aliran Saluran dari sub DAS Gulomantung

a) Saluran primer Gulomantung

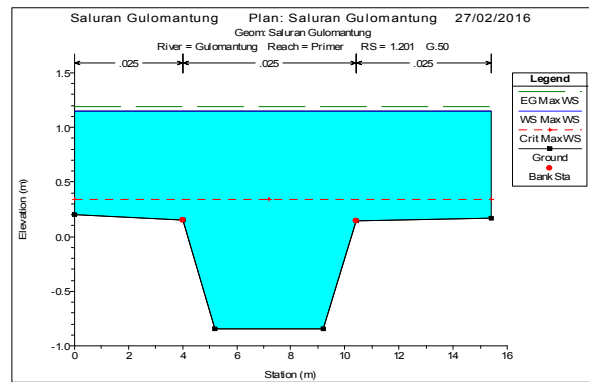
Hasil running program HEC RAS pada saluran primer Gulomantung. Pada patok G.43 – G.46 terlihat masih dapat menampung debit banjir.



Gambar 5. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.46 (1.205)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

Sedangkan pada patok G.47 – G.50 terlihat saluran tidak dapat menampung debit banjir.

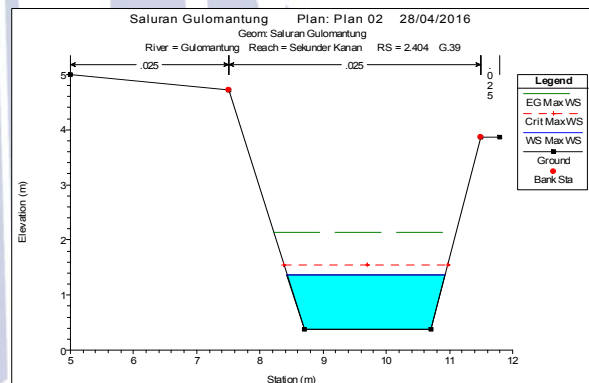


Gambar 6. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.50 (1.201)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

b) Saluran sekunder Sekarkurung

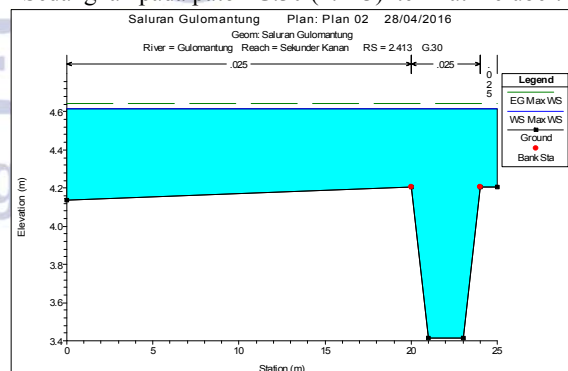
Hasil running program HEC RAS pada saluran sekunder Sekarkurung pada patok G.39 (2.404) terlihat aman.



Gambar 6. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.39 (2.404)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

Sedangkan pada patok G.30 (2.413) terlihat meluber.

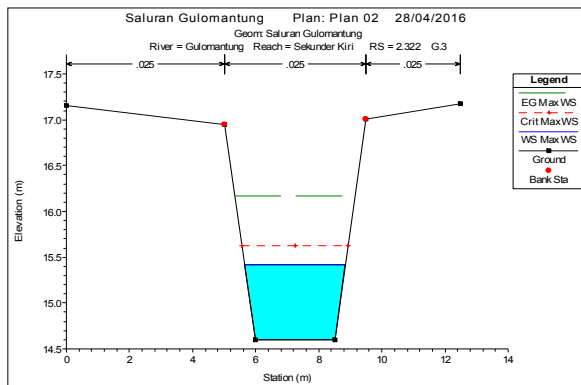


Gambar 8. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.30 (2.413)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

c) Saluran sekunder Makam Gulomantung

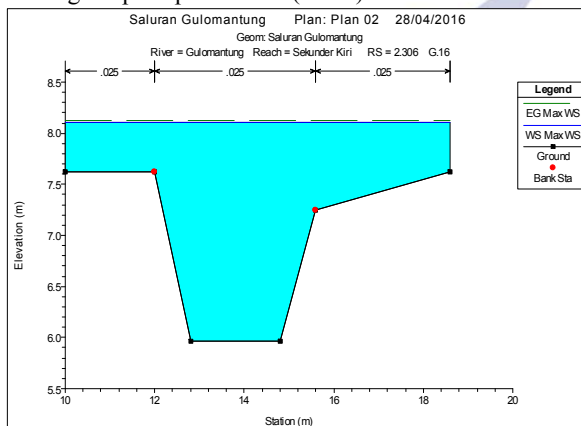
Hasil running program HEC RAS pada saluran sekunder Sekarkurung pada patok G.3 (2.322) terlihat aman



Gambar 9. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.4 (2.322)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

Sedangkan pada patok G.16 (2.306) terlihat meluber.



Gambar 10. Hasil Running Program HEC RAS Pada Patok G.16 (2.306)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

- 2) Analisa hidrolika dengan menggunakan metode rasional dengan persamaan Manning

Berikut ini merupakan contoh dari perhitungan analisa hidrolika pada saluran primer Gulomantung (R2):

Untuk menghitung debit banjir eksisting menggunakan rumus (2):

$$Q_{ah} = 0,00278 \times C \times I \times A = 10,69 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Karena ditambahkan volume sedimen sebesar 10% dari debit banjir maka menghitung debit banjir rancangan (Q) dengan menggunakan rumus (1):

$$Q_{renc} = 1,10 \times Q_b = 11,78 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk menghitung kapasitas saluran normal menggunakan rumus (4):

$$Q_{normal} = V \times A = 4,44 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Karena $Q_{normal} < Q_{renc} = 4,44 \text{ m}^3/\text{dt} < 11,78 \text{ m}^3/\text{dt}$ maka saluran tersebut tidak dapat menampung debit banjir atau meluber.

- 3) Perencanaan saluran optimal

Dari hasil running program HEC RAS dapat diketahui patok-patok yang mengalami luapan. apabila terjadi luapan maka dapat dilakukan normalisasi saluran. berikut

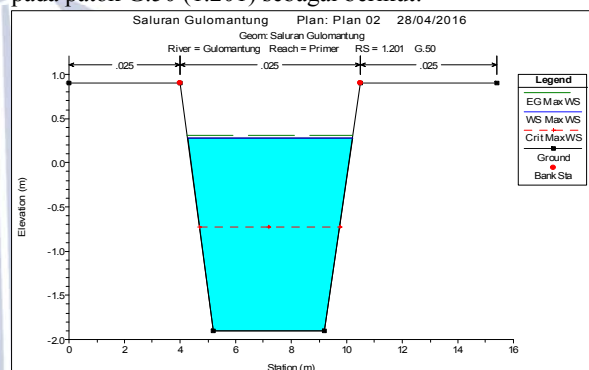
ini merupakan hasil dari normalisasi saluran primer Gulomantung pada program HEC RAS:

Tabel 13 Rekapitulasi Hasil Normalisasi Pada Saluran Primer Gulomantung

Reach	River Sta	Description	Saluran Eksisting			Saluran Rencana		
			Dimension Channel			Dimension Channel		
			Ground (b)	Top (a)	Height (H)	Ground (b)	Top (a)	Height (H)
Primer	1.208	G.43	3	5	2.5	3	5	2.5
Primer	1.207	G.44	3	5	2.5	3	5	2.5
Primer	1.206	G.45	3	5	2.5	3	5	2.5
Primer	1.205	G.46	3.5	5.3	2.5	3.5	6	2.5
Primer	1.204	G.47	3.5	5.8	1.5	4	6.5	2
Primer	1.203	G.48	3.5	6	1	4	6.5	2
Primer	1.202	G.49	4	6	1	4	6.5	2
Primer	1.201	G.50	4	6.4	0.986	4	6.5	2

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh hasil normalisasi pada program HEC RAS pada patok G.50 (1.201) sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil Normalisasi Patok G.50 (1.201)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

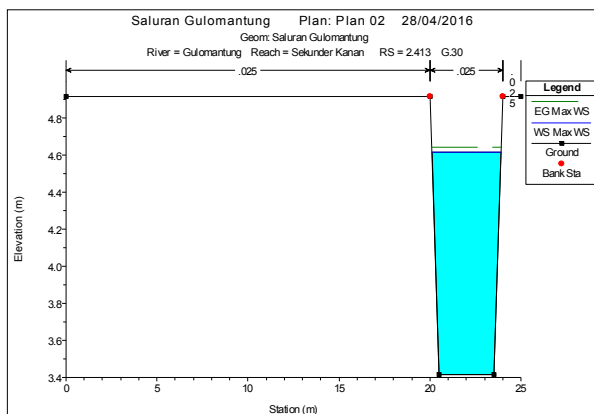
Berikut ini merupakan hasil normalisasi saluran dari saluran sekunder Sekarkurung:

Tabel 14 Rekapitulasi Hasil Normalisasi Pada Saluran Sekunder Sekarkurung

Reach	River Sta	Description	Saluran Eksisting			Saluran Rencana		
			Dimension Channel			Dimension Channel		
			Ground (b)	Top (a)	Height (H)	Ground (b)	Top (a)	Height (H)
Sekunder Kanan	2.422	G.21	2	8.56	1	2	3	1.5
Sekunder Kanan	2.421	G.22	2	3	1.4	2	3	1.4
Sekunder Kanan	2.42	G.23	2	8.6	1	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.419	G.24	2	3.71	0.97	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.418	G.25	2	4	0.87	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.417	G.26	2	4	0.92	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.416	G.27	2	4	1.72	3	4	1.72
Sekunder Kanan	2.415	G.28	2	4	1.1	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.414	G.29	2	4	0.75	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.413	G.30	2	4	0.79	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.412	G.31	2	3.77	1	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.411	G.32	2	3.38	0.31	3	4	1.5
Sekunder Kanan	2.41	G.33	2	3.27	0.47	3	4	2
Sekunder Kanan	2.409	G.34	2	3.6	2.2	3	4	2.2
Sekunder Kanan	2.408	G.35	2	3.6	1.68	3	4	2.5
Sekunder Kanan	2.407	G.36	2	4	0.68	3	4	2
Sekunder Kanan	2.406	G.37	2	3.17	0.8	3	4	2.5
Sekunder Kanan	2.405	G.38	1	1.892	1	3	3.6	2.2
Sekunder Kanan	2.404	G.39	2	3.76	3.49	3	5	3.49
Sekunder Kanan	2.403	G.40	2.5	3.96	1	3	5	1.5
Sekunder Kanan	2.402	G.41	2.5	3.59	0.235	3	5	2
Sekunder Kanan	2.401	G.42	3	4.8	2.39	3	5	2.39

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh hasil normalisasi pada program HEC RAS pada patok G.30 (2.413) sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil Normalisasi Patok G.30 (2.413)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

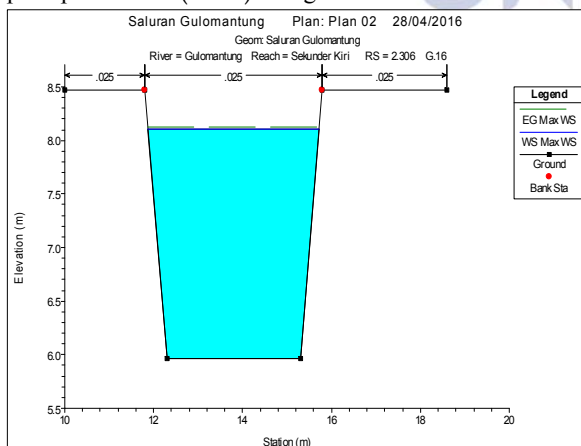
Berikut ini merupakan hasil normalisasi saluran dari saluran sekunder Makam Gulomantung:

Tabel 16 Rekapitulasi Hasil Normalisasi Pada Saluran Sekunder Makam Gulomantung

Reach	River Sta	Description	Saluran Eksisting			Saluran Rencana		
			Dimension Channel			Dimension Channel		
			Ground (b)	Top (a)	Height (H)	Ground (b)	Top (a)	Height (H)
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Sekunder Kiri	2.325	G.0	2	4.5	2.05	2	4.5	2.05
Sekunder Kiri	2.324	G.1	2.5	5	1.95	2.5	5	1.95
Sekunder Kiri	2.323	G.2	2.5	3.5	1.08	2.5	3.5	1.08
Sekunder Kiri	2.322	G.3	2.5	4.5	2.41	2.5	4.5	2.41
Sekunder Kiri	2.321	G.4	2.5	4.5	0.98	3	4	2
Sekunder Kiri	2.32	G.5	2	3.28	1.43	3	4	2
Sekunder Kiri	2.319	G.6	2	3.54	0.91	3	4	2.5
Sekunder Kiri	2.318	G.7	2	4	1.13	3	4	1.5
Sekunder Kiri	2.317	G.8	2	4	0.67	3	4	1.5
Sekunder Kiri	2.316	G.8A	2	4	0.76	3	4	2
Sekunder Kiri	2.315	G.9	2	2.8	0.79	3	4	2.5
Sekunder Kiri	2.314	G.10	2	3.6	1.1	3	4	2
Sekunder Kiri	2.313	G.11	2	3.8	1.23	3	4	1.5
Sekunder Kiri	2.312	G.12	2	4	4.1	3	4	2
Sekunder Kiri	2.311	G.12A	2	3.6	0.85	3	4	2
Sekunder Kiri	2.31	G.13	2	3	1.3	2	3	1.3
Sekunder Kiri	2.309	G.14	2	3.16	0.71	3	4	1.1
Sekunder Kiri	2.308	G.15	2	3.2	0.72	3	4	2
Sekunder Kiri	2.307	G.15A	2	3.6	1.28	3	4	2.3
Sekunder Kiri	2.306	G.16	2	3.6	1.28	3	4	2.5
Sekunder Kiri	2.305	G.16A	2	3.6	1.46	3	4	2.5
Sekunder Kiri	2.304	G.17	2	3.3	1.07	3	4	1.5
Sekunder Kiri	2.303	G.18	3	5	2.65	3	5	2.65
Sekunder Kiri	2.302	G.19	3	5	1.83	3	5	1.83
Sekunder Kiri	2.301	G.20	3	5	0.85	3	5	2.5

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh hasil normalisasi pada program HEC RAS pada patok G.16 (2.306) sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil Normalisasi Patok G.16 (2.306)

(Sumber: Program HEC RAS 4.1.0)

4) Alternatif penanggulangan banjir

Apabila upaya normalisasi saluran kurang efektif untuk mengurangi genangan atau banjir yang terjadi, maka perlu direncanakan alternatif lain. Salah satu alternatif adalah dengan merencanakan rumah pompa banjir. Pada penelitian ini perencanaan rumah pompa menggunakan debit kala ulang 10 tahun. Berikut ini merupakan hasil perhitungan kebutuhan pompa:

Tabel 17 Perhitungan Kebutuhan Pompa

T	Q	Vol	Vol Total	75% Vol. Total	S Pompa @			Vol Pompa		Sisa Pemompaan	Long Storage	Ketr
jam	m ³ /dt	m ³	m ³	m ³	1.5	1	0.5	perjam	Total	m ³	m ³	
					m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21469 tertampung
1	6.656787	11982.22	11982.22	8986.66	0	1	3	4500	4500	4486.66	21469	tertampung
2	9.756864	29544.57	41526.79	31145.09	2	3	3	18000	22500	8645.09	21469	tertampung
3	5.340046	27174.44	68701.23	51525.92	1	1	2	19800	42300	9225.92	21469	tertampung
4	3.529741	15965.62	84666.84	63500.13	0	1	2	9900	52200	11300.13	21469	tertampung
5	2.286209	10468.71	95135.55	71351.67	0	1	2	7200	59400	11951.67	21469	tertampung
6	1.515318	6842.748	101978.3	76483.73	0	0	1	4500	63900	12583.73	21469	tertampung
7	1.037828	4595.662	106574	79930.47	0	0	1	1800	65700	14230.47	21469	tertampung
8	0.712495	3150.581	109724.5	82293.41	0	0	0	900	66600	15693.41	21469	tertampung
9	0.480834	2165.993	111890.5	83917.90	0	0	0	0	66600	17317.90	21469	tertampung
10	0.339807	1495.154	113385.7	85039.27	0	0	0	0	66600	18439.27	21469	tertampung
11	0.236907	1038.087	114423.8	85817.83	0	0	0	0	66600	19217.83	21469	tertampung
12	0.166798	726.687	115150.4	86362.84	0	0	0	0	66600	19762.84	21469	tertampung
13	0.119029	514.4877	115664.9	86748.70	0	0	0	0	66600	20148.70	21469	tertampung
14	0.084482	369.9207	116034.9	87026.14	0	0	0	0	66600	20426.14	21469	tertampung
15	0.064307	271.4216	116306.3	87229.71	0	0	0	0	66600	20629.71	21469	tertampung
16	0.049198	204.3104	116510.6	87382.94	0	0	0	0	66600	20782.94	21469	tertampung
17	0.038904	158.585	116669.2	87501.88	0	0	0	0	66600	20901.88	21469	tertampung
18	0.03189	127.4305	116796.6	87597.45	0	0	0	0	66600	20997.45	21469	tertampung
19	0.027112	106.2038	116902.8	87677.11	0	0	0	0	66600	21077.11	21469	tertampung
20	0.023856	91.74116	116994.5	87745.91	0	0	0	0	66600	21145.91	21469	tertampung
21	0.021637	81.88723	117076.4	87807.33	0	0	0	0	66600	21207.33	21469	tertampung
22	0.020126	75.17337	117151.6	87863.71	0	0	0	0	66600	21263.71	21469	tertampung
23	0.019096	70.59897	117222.2	87916.66	0	0	0	0	66600	21316.66	21469	tertampung
24	0.018394	67.48225	117289.7	87967.27	0	0	0	0	66600	21367.27	21469	tertampung

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil analisa kebutuhan pompa menggunakan banjir kala ulang 10 tahun dibutuhkan 2 pompa dengan kapasitas 1,5 m³/dt, 3 pompa dengan kapasitas 1 m³/dt dan 3 pompa dengan kapasitas 0,5 m³/dt. Pompa bekerja selama 6 jam.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting dari saluran drainase sub DAS Gulomantung masih banyak yang perlu diperhatikan daerah resapan di sekitarnya. Karena sebagian besar daerah resapan sekitar saluran drainase banyak dimanfaatkan warga sekitar untuk bangunan. Kemudian saluran juga terlihat banyak sampah dan tumbuhan liar mengakibatkan fungsi saluran menjadi terganggu.
2. Dari hasil perhitungan pada curah hujan kala ulang dapat dilihat bahwa curah hujan kala ulang 2 tahun = 58,18 mm, curah hujan kala ulang 5 tahun = 68,96 mm, curah hujan kala ulang 10 tahun = 75,31 mm, curah hujan kala ulang 25 tahun = 82,94 mm, dan curah hujan kala ulang 50 tahun = 87,34 mm.
3. Dari hasil perhitungan pada Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dilihat bahwa hujan debit puncak terjadi pada jam ke-2 dengan debit sebesar 8,982 m³/dt. Kemudian mulai menurun pada jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5 dan seterusnya.

4. Dari hasil *running* program HEC RAS menunjukkan pada saluran sekunder Sekarkurung dan saluran sekunder Makam Gulomantung pada beberapa patok terlihat tidak mampu menampung debit banjir eksisting sehingga perlu untuk dilakukan normalisasi saluran. Hal tersebut juga terjadi pada saluran primer Gulomantung yang menjadi daerah hilir sub DAS. terjadi luapan air pada patok G.46, G.47, G.48, G.49, dan G.50.

5. Alternatif yang harus dilakukan untuk menanggulangi genangan yang terjadi adalah dengan normalisasi saluran. Apabila normalisasi kurang efektif untuk menanggulangi genangan yang terjadi maka alternatif lain pun dipertimbangkan, yaitu dengan merencanakan rumah pompa banjir pada lokasi titik yang telah ditentukan. Dari hasil perhitungan kebutuhan pompa dengan menggunakan debit kala ulang 10 tahun maka dibutuhkan 2 pompa dengan kapasitas 1,5 m³/dt, 3 pompa dengan kapasitas 1 m³/dt dan 3 pompa dengan kapasitas 0,5 m³/dt dan pompa tersebut bekerja selama 6 jam.

Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya di daerah sepadan saluran agar diberi daerah resapan agar air hujan yang jatuh ke permukaan tidak langsung dibebankan pada saluran.
2. Perlu dilakukan pemeliharaan saluran secara rutin agar saluran menjadi tampak lebih bersih dan saluran dapat berfungsi secara optimal.
3. Perlu ditambahkan pengaruh besarnya evaporasi, evapotranspirasi, infiltrasi, dan presipitasi agar analisis penelitian ini lebih lengkap.
4. Perlu ditambahkan analisis *backwater* pada penelitian ini agar analisis penelitian ini lebih lengkap.
5. Perlu ditambahkan analisis *sediment transport* pada penelitian ini agar analisis penelitian ini lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2011. *Penyusunan Master Plan Dan DED Drainase Perkotaan Gresik*. Dinas Pekerjaan umum Kabupaten Gresik.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Chow, Ven Te. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya : Erlangga
- Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Mediautama. Malang.
- Kusnan. 2013. *Masterplan Drainage Campus*. Surabaya : Unesa University Press.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI