

POLA PENGENDALI BANJIR PADA SUNGAI TENGGANG KECAMATAN GENUK KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS

Indah Nur Aini, Qoilyah Filjanah

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas TEKNIK, Universitas PGRI Semarang Gedung Pusat Lantai 5
Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur No. 24 Semarang

E-mail : ainiindahnur11@gmail.com, liyajanah@yahoo.co.id

Abstrak

Sungai Tenggang merupakan bagian dari Sistem Drainase Semarang Timur, yang wilayah alirannya membentang dari Banjir Kanal Timur di sebelah barat sampai Kali Babon di sebelah Timur. Sering terjadinya banjir di Sungai Tenggang mempunyai beberapa faktor yaitu kapasitas sungai yang terbatas akibat sedimentasi, angka penurunan tanah, pasangannya air laut dan luapan dari sungai sekitar. Sering terjadinya banjir di Sungai Tenggang sangat menarik untuk dikaji secara mendalam guna mencari solusinya. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengitung Tampungan yang tersedia dari Sta 125 – Sta 768 dan Mengetahui Elevasi Air Saat Musim Hujan Dan Kemarau. Penelitian tentang pola pengendalian banjir di sungai Tenggang ini, diawali dengan pengumpulan data primer yang meliputi data karakteristik dan geometri sungai, dan data sekunder yang terdiri dari data stasiun hujan, data curah hujan harian maksimum, dan data karakteristik DAS yang di analisa kedalam metode Hidrograf Satuan Sintetik, HEC-RAS. Pada perhitungan debit banjir rancangan diperlukan data curah hujan, data pengukuran sungai, dan kondisi sungai. Berdasarkan data tersebut dapat dihitung hujan rencana kala ulang 2,5,10,20,25 dan 50 tahun dengan analisa distribusi frekuensi curah hujan seperti Distibusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III dan Distribusi Gumbel, sehingga dipilih analisa Distribusi Log Pearson III yang lebih mendekati dan lebih teliti. Berdasarkan pengolahan data dengan metode Nakayasu diperoleh nilai debit banjir puncak (QP) sebesar $2.35 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan Q10 tahun sebesar $28,94 \text{ m}^3/\text{detik}$ Q25 tahun sebesar $31,93 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan Q50 tahun sebesar $34,20 \text{ m}^3/\text{detik}$. Data debit banjir kala ulang 50 kemudian dimodelkan dan disimulasikan pada software Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS) Versi 4.0.

Kata kunci: Sungai Tenggang , Analisa Banjir, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

Banjir merupakan permasalahan umum yang terjadi di sebagian wilayah di Indonesia, terutama di wilayah padat penduduk misalnya di daerah perkotaan. Kerugian yang dapat ditimbulkannya cukup besar, baik dari segi materi maupun kerugian jiwa, maka sudah selayaknya permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian yang serius (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Kota Semarang merupakan daerah yang sering mengalami bencana banjir pada saat musim hujan, genangan banjir berada di beberapa titik tertentu di Kota Semarang terutama di daerah aliran sungai maupun irigasi. Sungai Tenggang merupakan bagian dari Sistem Drainase Semarang Timur, Banjir di Sungai Tenggang mempunyai beberapa faktor yaitu kapasitas sungai yang terbatas akibat sedimentasi, angka penurunan tanah, pasangannya air laut dan luapan dari sungai sekitar.

Untuk mengatasi permasalahan banjir di Semarang khususnya di daerah aliran Sungai Tenggang maka diperlukan penelitian dengan perhitungan debit banjir dan intensitas hujan dengan menggunakan beberapa metode hidograf untuk mengetahui besar volume tampungan yang sudah ada. Pengujian bertujuan mengitung tampungan yang tersedia dari Sta 0.00 – Sta 768 dan mengetahui elevasi air saat musim hujan dan kemarau.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pola pengenalan banjir guna menanggulangi banjir ini dilakukan dengan metodologi seperti berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data.

Pada tahap persiapan ini meliputi :

- a. Melakukan survey identifikasi daerah genangan.
- b. Melakukan survey identifikasi kondisi daerah penelitian
- c. Observasi atau meninjau langsung daerah yang menurut masyarakat sering terjadi genangan di daerah penelitian.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:

- a. Data curah hujan selama 10 tahun
- b. Peta Topografi/Rupa bumi Kota Semarang
- c. Peta tata guna lahan Kota Semarang
- d. Peta jaringan sistem drainase Kota Semarang
- e. Studi Literatur, laporan atau catatan dari pihak yang berhubungan dengan penelitian.

3. Analisis Hidrolika

Saluran drainase rencana ini menggunakan HEC-RAS. HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) adalah software yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineering. HEC-RAS didesain untuk melakukan perhitungan hidrolika satu dimensi untuk jaringan saluran secara keseluruhan baik yang alami maupun buatan.

4. Analisis Perencanaan Pompa Banjir

Perencanaan pompa banjir untuk mengatur elevasi muka air di bagian hilir agar tidak meluap.

III. Hasil Studi Dan Pembahasan

1. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Faktor hidrologi yang berpengaruh pada wilayah hulu adalah curah hujan (presipitasi). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya (Soemarto,1995). Maka, langkah-langkah dalam perhitungan debit banjir yang harus dilakukan adalah:

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS).
- b. Menghitung curah hujan wilayah.
- c. Menghitung distribusi curah hujan rencana.
- d. Uji keselarasan Chi kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.
- e. Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan program HEC-HMS

Perhitungan hujan harian rata-rata maksimum pada stasiun hujan Simongan, Puncanggading, dan Karang roto. Tipe sebaran yang digunakan adalah Log Pearson III. Tipe sebaran tersebut telah diuji dengan metode Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Hasil perhitungan curah hujan rencana ditunjukkan oleh tabel 1

Tabel 1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

| periode ulang (Tahun) | Probabilitas Terlampai | Hujan Rencana (mm) |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2 | 0.5 | 123.962 |
| 5 | 0.2 | 143.033 |
| 10 | 0.1 | 155.740 |
| 25 | 0.04 | 171.858 |
| 50 | 0.02 | 184.071 |
| 100 | 0.01 | 196.354 |

(sumber: Hasil Perhitungan 2020)

2. Analisis Hidrolika

a. Data Hidrologi Sungai

Sering terjadinya banjir di Sungai Tenggang, kemungkinan besar sungai tersebut telah mengalami penurunan fungsi dan telah terjadi kerusakan pada daerah catchment area atau DAS Tenggang yang meliputi kerusakan hutan atau adanya perubahan tata guna lahan. Untuk itu pada analisa hidrologi dalam studi ini diperlukan adanya inventarisasi kondisi sungai dan perhitungan banjir rencana di beberapa titik pengamatan dengan beberapa metode yang telah banyak digunakan di Indonesia. Untuk mendapatkan distribusi curah hujan di seluruh daerah aliran Sungai, maka di berbagai tempat pada suatu daerah aliran sungai tersebut dipasang alat pengukur curah hujan daerah. Adapun beberapa data hidrologi sungai yang dibutuhkan:

- 1) Data Stasiun Curah Hujan
- 2) Data Curah Hujan Harian Maksimum
- 3) Data Karakteristik DAS (Daerah Aliran Sungai)
- 4) Data Tata Guna Lahan
- 5) Rating Curve Debit

Pemilihan Distribusi Frekuensi Curah Hujan

- 1) Distribusi Probabilitas Normal
- 2) Distribusi Probabilitas Log Normal
- 3) Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III
- 4) Distribusi probabilitas Gumbel

Uji Keselarasan (Goodness of Fittest Test)

- 1) Uji Vertikal dengan Metode Chi Squar

Uji chi kuadrat digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis.

Tabel 2 Data curah hujan maksimal

| No | Tahun | Hujan Maksimal (mm) |
|----|-------|---------------------|
| 1 | 2006 | 169 |
| 2 | 2007 | 124 |
| 3 | 2008 | 141 |
| 4 | 2009 | 159 |
| 5 | 2010 | 105 |
| 6 | 2011 | 117 |
| 7 | 2012 | 122 |
| 8 | 2013 | 110 |
| 9 | 2014 | 120 |
| 10 | 2015 | 131 |
| 11 | 2016 | 105 |

(sumber: Hasil Perhitungan 2020)

a) Menghitung Jumlah Kelas

$$\text{Jumlah Data (n)} = 10$$

Kelas Distribusi (K)

$$= 1 + 3,3 \log n$$

$$= 1 + 3,3 \log 10$$

$$= 4,3 \approx 5 \text{ kelas}$$

b) Menghitung Derajat Kebebasan (Dk) dan X^2 cr.

$$\text{Parameter (p)} = 2$$

$$\text{Derajat Kebebasan (Dk)} = K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$$

$$\text{Nilai } X^2_{cr} \text{ dengan Jumlah Data (n) = 11, } \alpha = 5\% \text{ dan } Dk = 2 \text{ Adalah } = 5,9910$$

Berdasarkan semua Distribusi Probabilitas memiliki nilai $X^2 < X^2_{cr}$, namun Distribusi yang di pilih dalam menganalisis seri data hujan adalah Distribusi Gumbel

IV. Debit Banjir Rencana

a. HSS Nakayasu

Pada analisis sungai Tenggang dengan luas sebesar (A) 19,93 km² dengan panjang sungai utama L = 7,68 km.

$$\text{Untuk } t_g = 0,4 + 0,058 L$$

untuk $L > 15 \text{ km}$

$$1. t_g = 0,4 + 0,058 \times L$$

$$= 0,4 + 0,058 \times 19,93$$

$$= 1,56 \text{ jam}$$

$$2. Tr = (0,5 - 1)$$

$$= 1$$

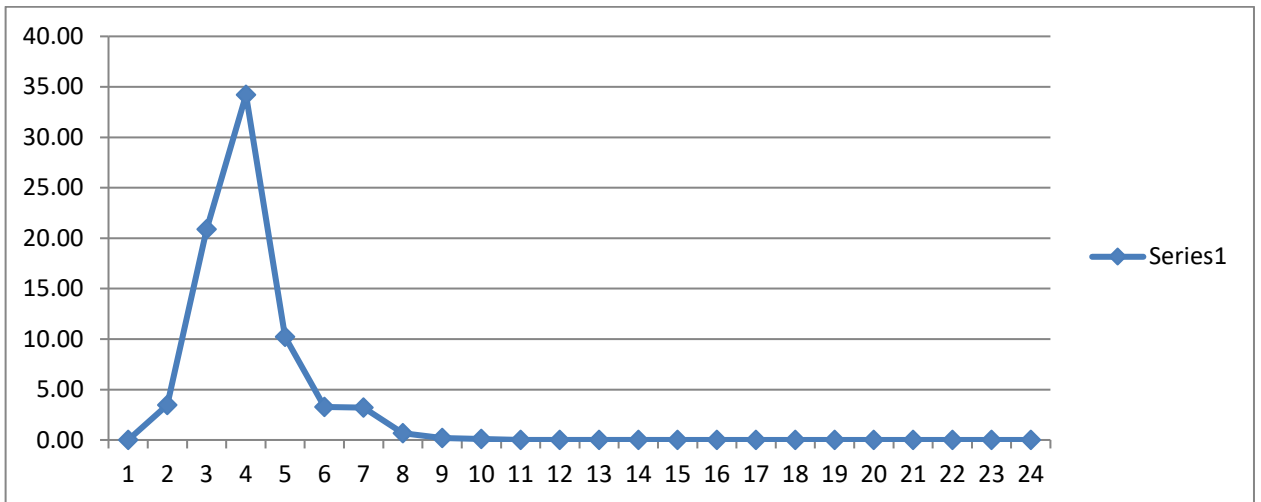
$$3. t_p = T_g + 0,8 Tr$$

- $= 1,56 + (0,8 \times 1)$
 $= 2,36 \text{ jam}$
 4. $t_{0,3} = \alpha \times t_g$
 $= 1,062 \times 1,56$
 $= 1,66 \text{ jam}$
 5. $Q_p = 2.35 \text{ m}^3/\text{det.}$

Tabel 3 Rekapitulasi HSS Nakayashu

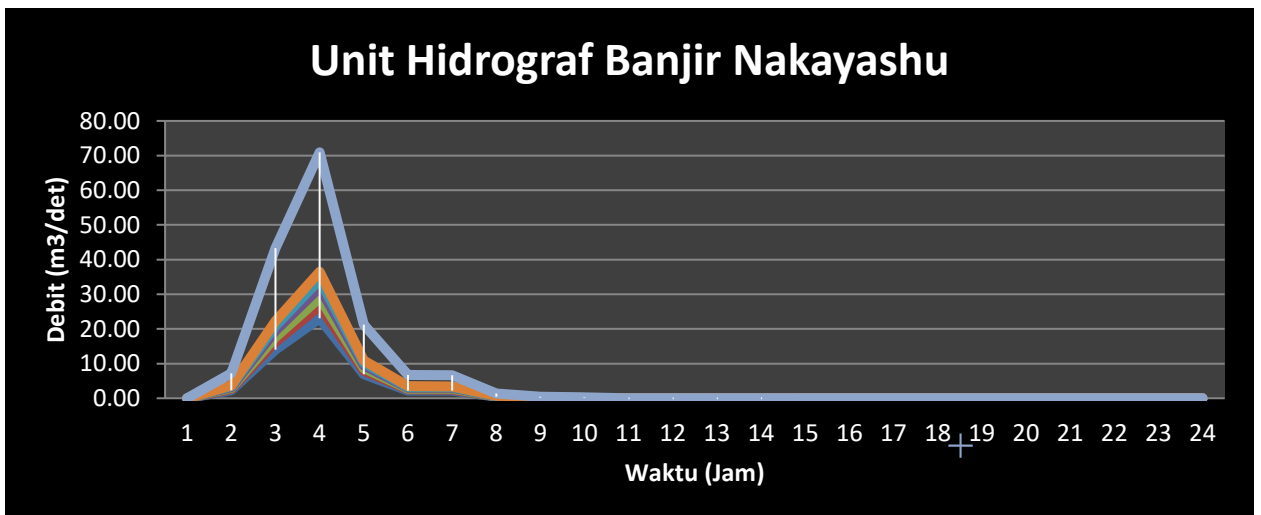
| t (jam) | Q 2 tahun | Q 5 tahun | Q 10 tahun | Q 25 tahun | Q 50 tahun | Q 100 tahun |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | 2.33 | 2.68 | 2.92 | 3.23 | 3.46 | 3.69 |
| 2.00 | 14.06 | 16.23 | 17.67 | 19.50 | 20.88 | 22.28 |
| 2.36 | 23.03 | 26.57 | 28.94 | 31.93 | 34.20 | 36.48 |
| 3.00 | 6.88 | 7.94 | 8.65 | 9.54 | 10.22 | 10.90 |
| 4.00 | 2.19 | 2.53 | 2.76 | 3.04 | 3.26 | 3.48 |
| 4.01 | 2.17 | 2.50 | 2.72 | 3.01 | 3.22 | 3.43 |
| 5.00 | 0.44 | 0.51 | 0.56 | 0.61 | 0.66 | 0.70 |
| 6.00 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.20 | 0.21 |
| 6.49 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.12 |
| 7.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 8.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nilai Max | 23.03 | 26.57 | 28.94 | 31.93 | 34.20 | 36.48 |

(sumber: Hasil Perhitungan 2020)



Grafik 1 Grafik Debit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada Q50

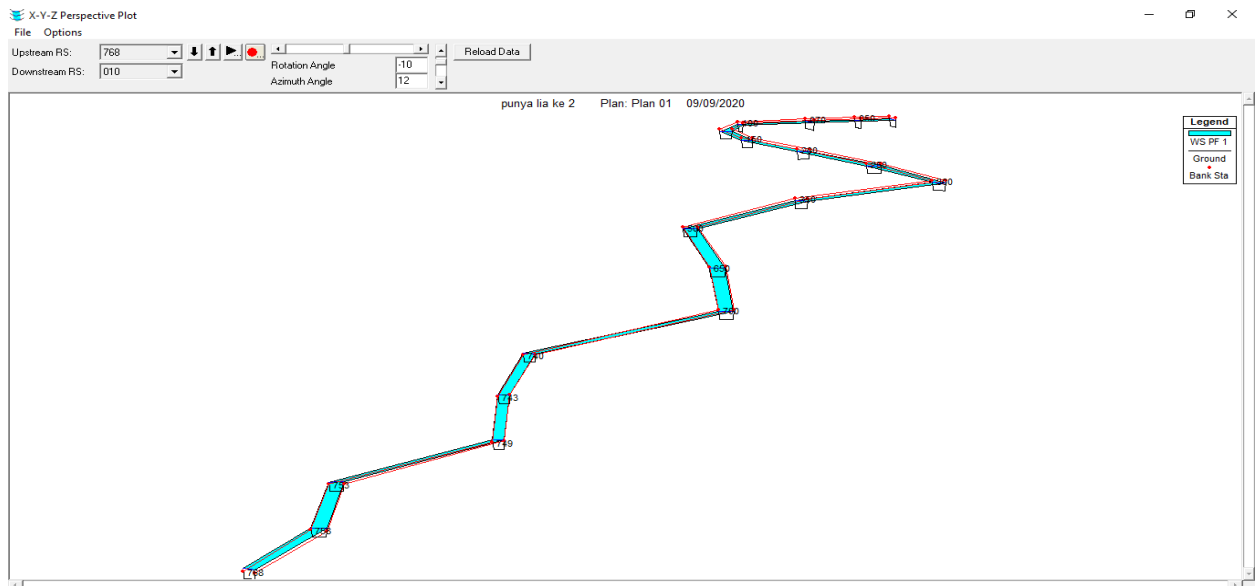
(sumber: Hasil Perhitungan 2020)



Grafik 2 Grafik Debit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada Q2,Q5,Q10 Q25,Q50,Q100

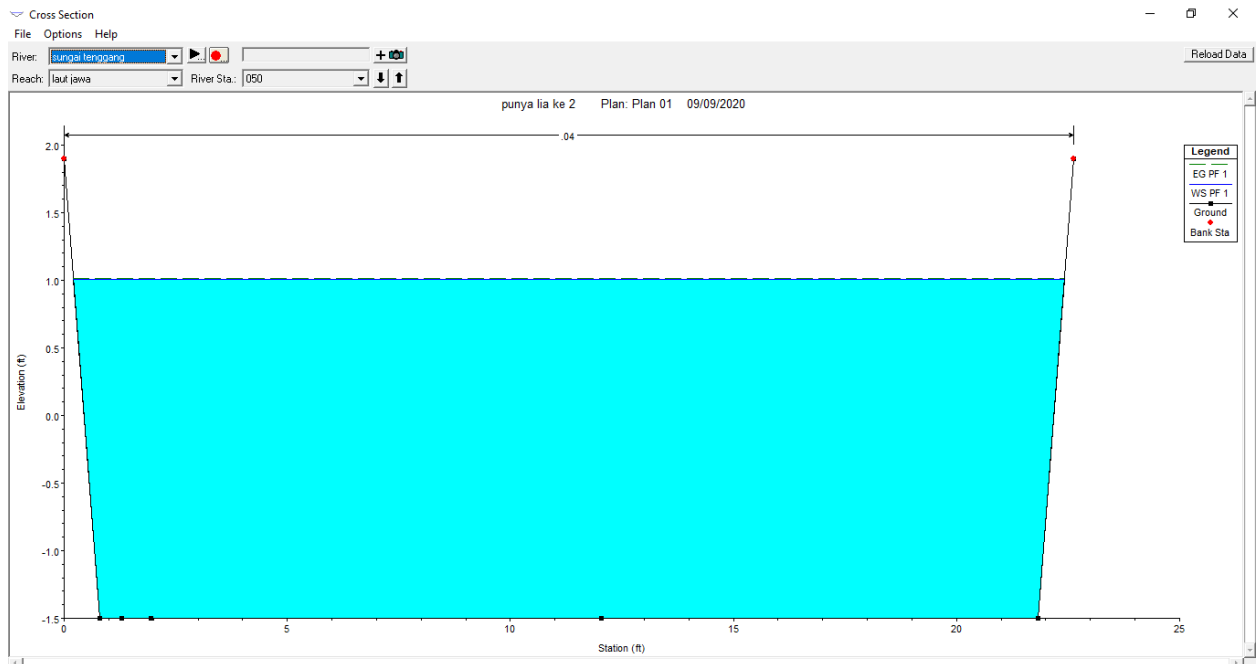
(sumber: Hasil Perhitungan 2020)

- b. Pemodelan Kapasitas Pengendalian Banjir Sungai Tenggang
Analisa Pengendalian Banjir Sungai dengan Metode HEC-RAS



Gambar 1 Perspective Plot Geometric Data Sungai Tenggang

(sumber: Hasil Perhitungan 2020)



Gambar 2 Cross Section Geometric Data Sungai Tenggang

(sumber: Hasil Perhitungan 2020)

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diuraikan dalam Pola Pengendali Banjir Pada Sungai Tenggang Kecamatan Genuk Kota Semarang Dengan Menggunakan Metode Hec-Ras yaitu perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode terpilih yaitu Nakayatsu, hasil dari perhitungan Nakayatsu yaitu QP

sebesar 2.35 m³/detik Q10 tahun sebesar 28,94 m³/detik Q25 tahun sebesar 31,93 m³/detik Q50 tahun sebesar 34,20 m³/detik, hasil Simulasi HEC-RAS menyatakan bahwa Sungai Tenggang memiliki kapasitas pengendalian debit banjir, sebesar 34,20m³ /detik, dengan elevasi puncak setinggi 3.3, dan pada debit banjir Q50 menyebabkan air sungai naik setinggi 4,03 meter dari bantaran sungai, pada keadaan ini disiapkan perbaikan tanggul dengan ketinggian 5 m.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annisa Wahyuningtyas, J. E. (2017). Pengendali Banjir Bringin. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 161-171.
- [2] Bonnier. (1980). *Probability Distribution and Probability Analysis*. Bandung: DPMA.
- [3] Kodoatie, R. d. (2002). *Banjir: Beberapa penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Prefektif Lingkungan*. Semarang: Pustaka Pelajar.
- [4] Maryono, A. (2008). *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [5] Soemarto C. D, D. H. (1995). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Sosrodarsono, S. (1985). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [8] Sosrodarsono, S. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. Dalam K. Mori, *Manual on Hidrology* (hal. 27). Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [9] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [10] Triadmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.