

PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI BRINGIN SEMARANG

Annisa Wahyuningtyas, Jehandyah Erma Pahlevari, Suseno Darsono^{*)}, Hary Budienny^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan salah satu kota besar yang terletak di daerah pesisir pantai utara Pulau Jawa. Kota ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.763.370 jiwa pada tahun 2016 dan menjadi kota besar nomor lima di Indonesia. Kota Semarang memiliki garis pantai sepanjang 13,6 km dan 62,5% wilayahnya merupakan daerah pantai atau dataran rendah. Luas Kota Semarang tercatat sebesar 373,70 km² dan dibagi menjadi empat sistem besar drainase. Sistem drainase tersebut adalah Sistem Drainase Mangkang, Semarang Barat, Semarang Tengah, dan Semarang Timur (Pemerintah Kota Semarang, 2016). Semarang merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi banjir. Masalah utama yang dihadapi di Semarang ini yaitu masalah banjir dengan genangan yang cukup lama. Kali Bringin merupakan sungai yang secara periodik menyebabkan banjir di kawasan Mangkang, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Seringkali pada musim penghujan tanggul pada sungai Bringin tidak mampu menahan debit air sungai Bringin sehingga tanggul tersebut jebol dan mengakibatkan banjir.

Perbaikan penampang pada daerah aliran sungai Bringin dapat menjadi alternatif penanganan masalah yang tepat untuk wilayah tersebut, muka air laut yang tinggi dan mengalami penurunan tanah. Perbaikan penampang aliran sungai Bringin ini meliputi perencanaan sheet pile dan tanggul sungai. Perhitungan debit banjir rencana 50 tahun menggunakan pemodelan HEC-HMS 4.0. Debit banjir rencana untuk perencanaan ini adalah 430,9 m³/detik untuk sungai tanpa embung dan 242,1 m³/detik untuk sungai dengan embung. Perencanaan perbaikan sungai menggunakan model HEC-RAS dengan debit rencana hasil dari program HEC-HMS 4.0. Penampang direncanakan berbentuk persegi panjang dengan perkuatan sheet pile. Sheet pile direncanakan sedalam 23 m sepanjang tujuh kilometer. Tanggul sungai direncanakan untuk menanggulangi air sungai yang melimpas akibat dari sungai yang tidak mampu menampung debit banjir. Hasil perhitungan biaya perbaikan penampang sungaisebesar Rp701.152.920.933,00

Kata kunci : *Banjir, Sungai Bringin*

ABSTRACT

Semarang city is one of the major city located in the northern coastal areas of Java. The town has a population of 1,763,370 million inhabitants in 2016 and became the fifth major city in Indonesia. Semarang city has a coastline of 13.6 km and 62.5% of its territory is coastal or low-lying areas. Size Semarang recorded at 373.70 km² and is divided into four

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

large drainage system. The drainage system is a drainage system Mangkang, West Semarang, Semarang Central and East Semarang (Semarang City Government, 2016). Semarang is one of the areas prone to flooding. The main problem faced in Semarang is the problem of flooding with inundated puddles. Bringin River is a river that periodically causes flooding in Mangkang area, Tugu sub-district, Semarang city. Often during the rainy season the dike on the Bringin River is not able to withstand the Bringin River flood so that the dikes broken and cause flooding.

Improvement of cross-sectional areas in the Bringin River basin can be an alternative treatment of the right problem for the region, high sea level, and land subsidence. Bringin River flow section improvements include sheet pile planning and river dikes. The 50 year floodplain flow rate calculation uses HEC-HMS 4,0 modeling. The flood design discharge is 430.9 m³/sec for the river without reservoirs and 242.1 m³/sec for the river with reservoirs. The river improvement planning uses the HEC-RAS software with the planned outcome discharge from the HEC-HMS 4,0 program. The cross section is planned to be rectangular with sheet pile protection. Sheet pile is design with depth of 23 m along the seven kilometers. The river dike is planned to prevent overtopping of river water. Cost of this project is amount of Rp 701,152,920,933.00.

Key words: *Flood; Bringin River*

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).

Banjir terbagi menjadi dua peristiwa, yaitu:

1. Peristiwa banjir yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir.
2. Peristiwa banjir yang terjadi karena limpasan air banjir dari sungai karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Peristiwa banjir sendiri tidak menjadi permasalahan apabila tidak mengganggu aktivitas atau kepentingan manusia dan permasalahan ini timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Semarang merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi banjir. Masalah utama yang dihadapi di Semarang ini yaitu masalah banjir dengan genangan yang cukup lama. Kawasan Kota Semarang hampir setiap musim hujan mengalami bencana banjir yang pada umumnya disebabkan karena tidak terkendalinya aliran sungai, akibat kenaikan debit, pendangkalan dasar badan sungai dan penyempitan sungai karena sedimentasi, adanya kerusakan lingkungan pada daerah hulu (wilayah atas Kota Semarang) atau daerah tangkapan air.

Kali Bringin merupakan sungai yang secara periodik menyebabkan banjir di kawasan Mangkang, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Seringkali pada musim penghujan tanggul

pada sungai Bringin tidak mampu menahan debit air sungai Bringin sehingga tanggul tersebut jebol dan mengakibatkan banjir.

Lokasi peninjauan dilakukan di sepanjang Sungai Bringin. Secara Geografis DAS Bringin terletak diantara 110°17'30" LS - 110°21'100" LS dan 7°4'00" BT - 6°50'00" BT.

Secara administratif DAS Bringin meliputi beberapa kelurahan di Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan yaitu Kecamatan Ngaliyan, meliputi: Kelurahan Wonosari, Kelurahan Tambakaji, Kelurahan Gondorio, Kelurahan Wates, Kelurahan Bringin dan Kelurahan Ngaliyan. Kecamatan Mijen, meliputi: Kelurahan Pesantren, Kelurahan Kedungpane, Kelurahan Jatibarang dan Kelurahan Mijen. Lokasi wilayah banjir dan rob yang akan ditanggulangi dengan sistem drainase ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi DAS Bringin

(Sumber: Peta Bencana Banjir Kota Semarang 2009 dan Peta Wilayah Semarang Barat, 2016)

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan sistem drainase guna menanggulangi banjir dan rob 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. Studi pustaka terhadap materi untuk proses evaluasi dan perencanaan.
- b. Menentukan kebutuhan data.
- c. Mendata instansi dan institusi yang dapat dijadikan sumber data.
- d. Pengadaan persyaratan administratif / surat – menyurat untuk pengumpulan data.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:

- a. Data curah hujan;
- b. Data pasang surut;
- c. Data tanah; dan
- d. Peta topografi.

3. Analisis Hidrologi

Software yang digunakan dalam analisis debit banjir adalah HEC-HMS. HEC-HMS adalah suatu program analisa yang digunakan untuk mencari debit rencana dari tiap penggal sungai dalam suatu DAS. HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Simulation – Hydrologic Modeling System*) adalah *software* yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineering.

4. Analisis Hidrolika

Saluran drainase rencana dimodelkan dengan 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.

5. Perencanaan Teknis

Perencanaan teknis meliputi setiap komponen sistem drainase, yaitu *sheet pile* serta tanggul. Merancang dan membangun penampang sungai baru dengan perkuatan *sheet pile* serta tanggul.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang mempengaruhi wilayah Sungai Bringin adalah curah hujan. Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada suatu wilayah. Berdasarkan data curah hujan tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk memperkirakan debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan hidrologi adalah sebagai berikut :

- 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.

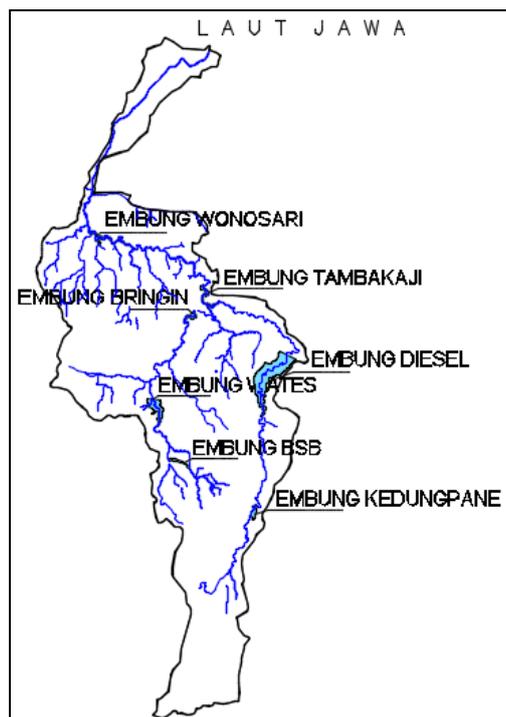
Perhitungan hujan harian rata-rata maksimum pada stasiun hujan Mangkang Waduk, Kalisari, dan Gunungpati dianalisis dengan menggunakan program A-Prob (Istiarto, 2014) untuk memperoleh curah hujan rencana. Tipe sebaran yang digunakan adalah Log Pearson III. Tipe sebaran tersebut telah diuji dengan metode Chi-kuadrat dan

Smirnov-Kolmogorov. Hasil curah hujan rencana dengan periode ulang 2 hingga 50 tahun ditunjukkan pada Tabel 1.

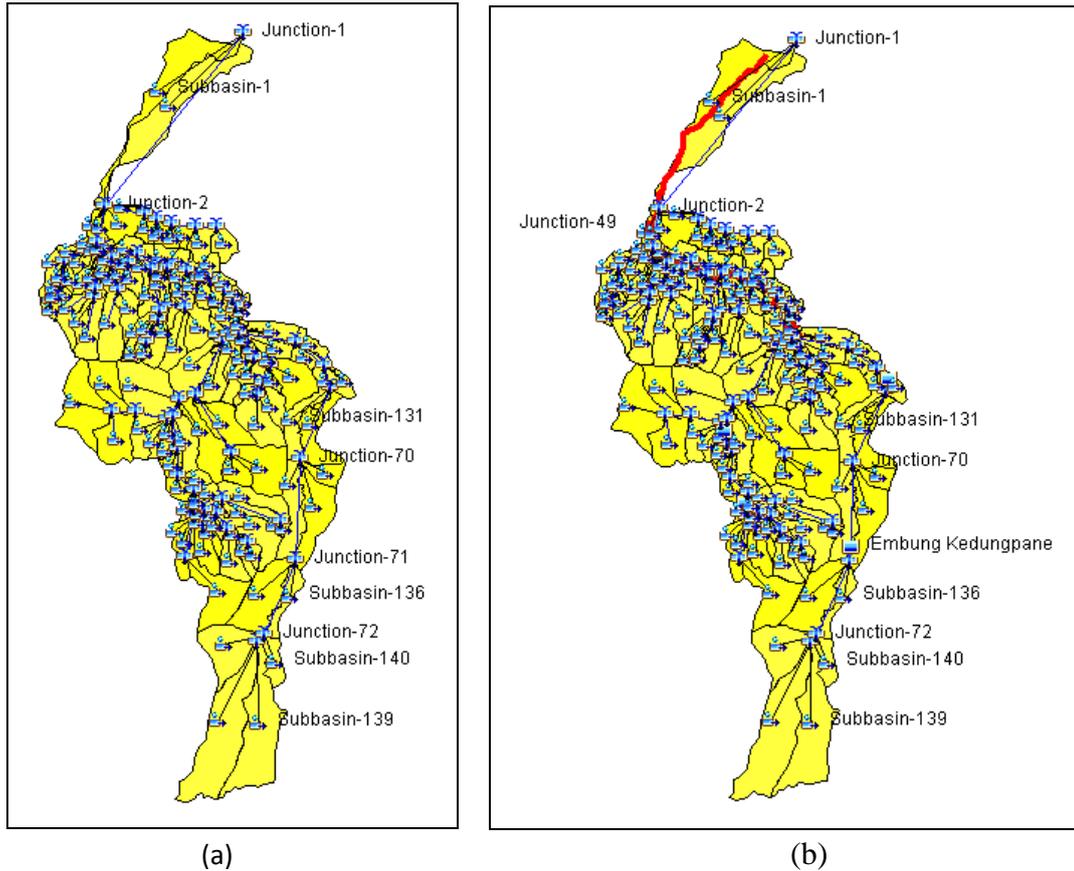
Tabel 1. Curah Hujan Harian Rencana DAS Bringin

No	Kala Ulang (tahun)	Hujan rencana (mm)
1	2	109
2	5	145
3	10	172
4	20	212
5	50	245

Berdasarkan hasil curah hujan rencana dari aplikasi A-Prob kemudian dihitung debit banjir. Pada DAS Bringin, terdapat tujuh embung rencana yang akan dibangun, yaitu Embung Wates, Kedungpane, BSB, Diesel, Bringin, Tambakaji, dan Wonosari. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan pemodelan HEC-HMS dilakukan dengan membuat simulasi hidrologi Sungai Bringin tanpa embung dan pemodelan menggunakan embung yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Letak Embung *Rencana* pada DAS Bringin



Gambar 3. Pemodelan DAS Sungai Bringin (a) tanpa Embung dan (b) dengan Embung

Hasil pemodelan hidrologi dengan menggunakan HEC-HMS diperoleh debit banjir pada bagian hilir Sungai Bringin disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil *Output* HEC-HMS pada *Junction 1*

Periode Ulang (tahun)	Debit HEC-HMS	
	Tanpa Embung (m ³ /dt)	Dengan Embung (m ³ /dt)
5	221,1	136,2
10	277,8	171,3
20	361,1	222,8
50	430,9	266,0
100	508,5	314,1

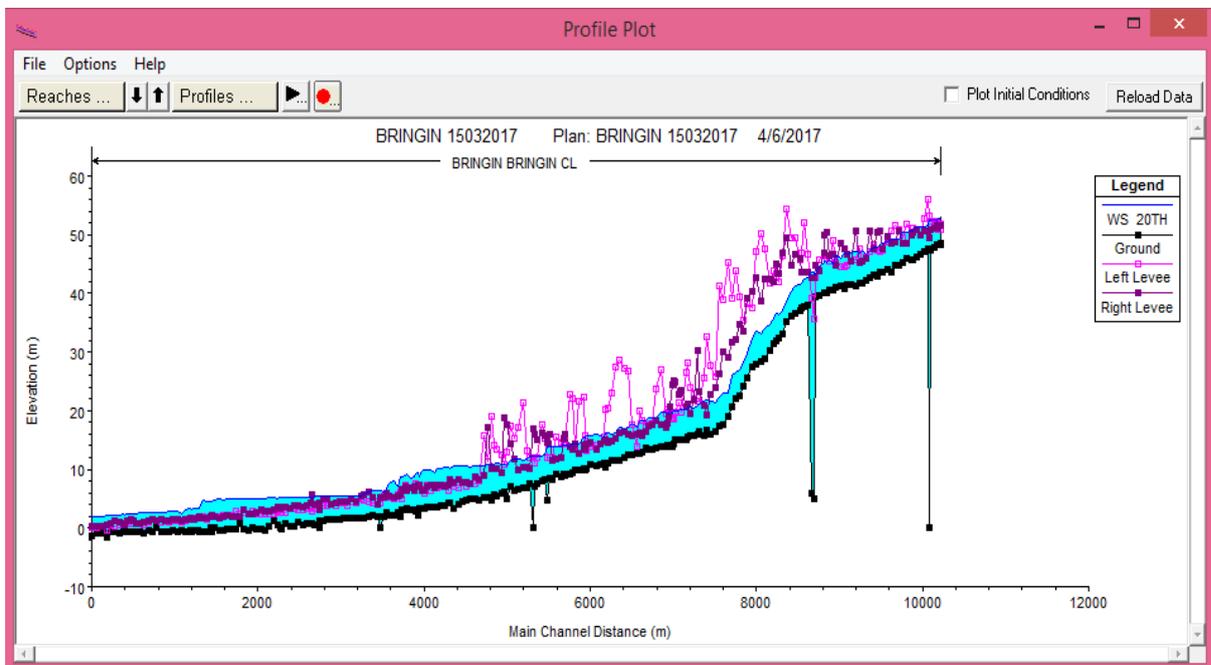
2. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, bahwa salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi.

Dalam melakukan analisa hidrolika, digunakan program HEC-RAS untuk melakukan perhitungan. Dari metode ini kemudian akan didapat penampang mana saja yang tidak mampu menampung debit rencana dan kemudian dapat dilakukan perbaikan pada penampang tersebut. Ada empat langkah utama dalam menciptakan suatu model hidrolik dengan menggunakan program HEC-RAS, yaitu sebagai berikut :

- a. Membuat *project* baru pada program HEC-RAS.
- b. Menggambar geometri sungai (alur dan penampang melintang sungai).
- c. Memasukan data debit rencana (*steady flow data*) dan kondisi batas (*boundary condition*).
- d. Melakukan kalkulasi hidrolik.

Simulasi penampang sungai dengan HEC-RAS menggunakan debit banjir rencana sebesar $430,9 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan periode ulang 50 tahun menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no.38 tahun 2011. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



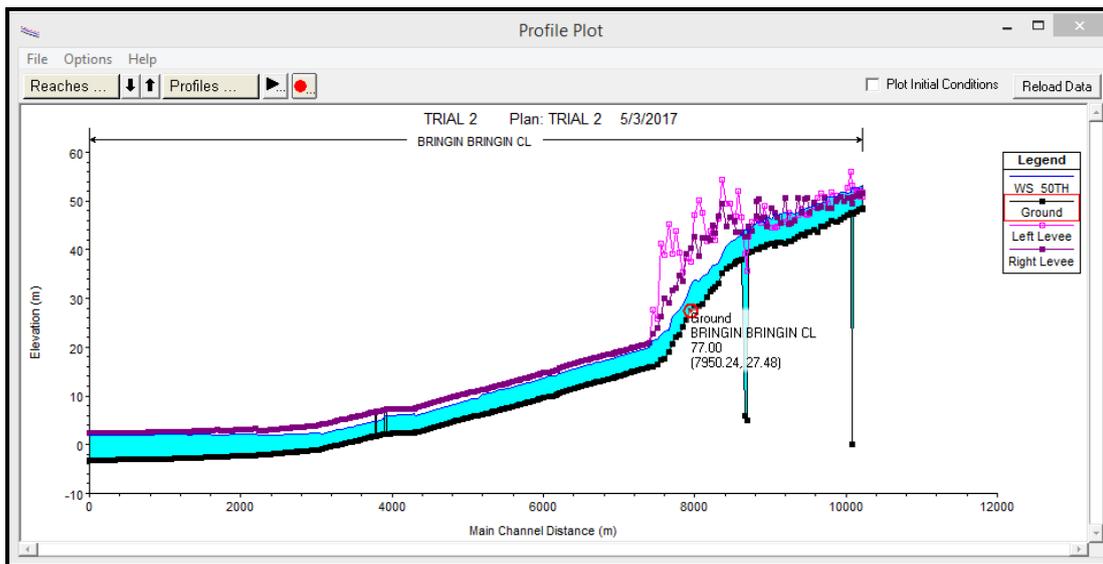
Gambar 4. Hasil Simulasi Hidrolika Penampang Memanjang Sungai Bringin

PERENCANAAN NORMALISASI PENAMPANG

Setelah didapat data penampang melintang seperti elevasi banjir dan elevasi tanggul, maka dapat diketahui apakah penampang tersebut mampu menampung air yang mengalir atau tidak. Selain itu dipertimbangkan juga persyaratan tinggi jagaan dimana tinggi jagaannya diambil 0,8 meter. Perencanaan normalisasi Sungai Bringin terbagi menjadi enam penampang dimana masing-masing penampang memiliki dimensi rencana sebagai berikut.

Tabel 3. Penampang Rencana Sungai Bringin

Penampang sungai	Ukuran	Stasiun
Tipe 1	15 m x 5 m	71,50 - 50,50
Tipe 2	20 m x 5 m	50,00 - 42,58
Tipe 3	25 m x 5 m	42,50 - 22,00
Tipe 4	30 m x 5,5 m	21,50 - 17,00
Tipe 5	35 m x 5,5 m	16,50 - 13,00
Tipe 6	40 m x 5,5 m	12,64 - 0,00

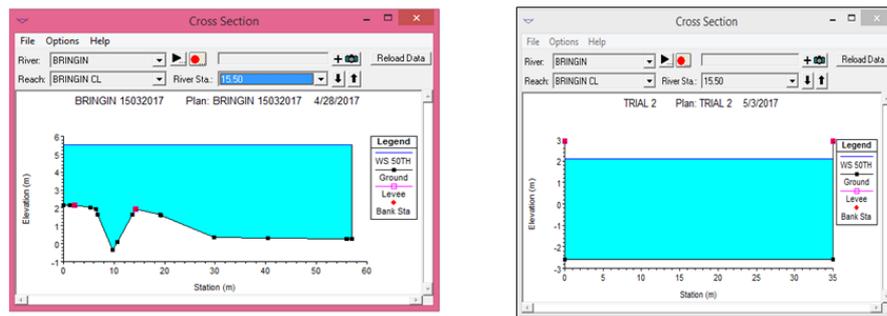


Gambar 5. Profil Muka Air pada Penampang Memanjang Rencana Sungai Bringin

Dari Gambar 5 dapat dilihat keadaan sungai rencana pada Sungai Bringin STA 71.50 sampai STA 00.00 tidak mengalami banjir. Hal tersebut menunjukkan dimensi sungai yang direncanakan mampu menampung dan mengalirkan debit banjir rencana dengan periode ulang 50 tahun. Pada STA 99.00 sampai dengan STA 84.00 penanggulangan banjir yang dilakukan adalah dengan membangun tanggul di sepanjang stasiun tersebut.



Gambar 6. Perencanaan Pengendalian Banjir Sungai Bringin



Gambar 7. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada Sungai Bringin Sta 15.50

Dari hasil perencanaan Sungai Bringin diperoleh Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) aktual dengan rincian seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya Pengendalian Banjir Sungai Bringin, Semarang

No.	Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	411.459.203,500
II	Pekerjaan <i>Sheet Pile</i>	466.738.333.222,689
III	Pekerjaan Tanggul	41.551.222.196,863
IV	Pekerjaan Beton	75.577.086.153,839
V	Pekerjaan Penanaman <i>Mangrove</i>	16.000.000,000
	Jumlah	584.294.100.776,891
	Pajak (PPN 10%)	58.429.410.077,689
	Overheat (10%)	58.429.410.077,689
	Jumlah Akhir	701.152.920.932,269
	Pembulatan	701.152.920.933,000

KESIMPULAN

Perencanaan Pengendalian Banjir Sungai Bringin di kota Semarang yang sering tergenang akibat banjir dan rob hasilnya sebagai berikut:

1. Mempertimbangkan debit banjir dengan kala ulang 50 tahun sebesar 430,9 m³/detik yang terjadi di Sungai Bringin, penampang efektif yang sesuai untuk Sungai Bringin adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Tabel Penampang Rencana Sungai Bringin Kala Ulang 50 Tahun

Penampang sungai	Ukuran	Stasiun
Tipe 1	15 m x 5 m	71,50 - 50,50
Tipe 2	20 m x 5 m	50,00 - 42,58
Tipe 3	25 m x 5 m	42,50 - 22,00
Tipe 4	30 m x 5,5 m	21,50 - 17,00
Tipe 5	35 m x 5,5 m	16,50 - 13,00
Tipe 6	40 m x 5,5 m	12,64 - 0,00

2. Debit banjir dengan mempertimbangkan adanya embung di beberapa tempat sepanjang Sungai Bringin kala ulang 50 tahun adalah sebesar 266,0 m³/detik. Didapatkan perbedaan debit banjir yang cukup besar dengan dibangunnya beberapa embung tersebut. Sehingga, pembangunan embung bisa menjadi salah satu alternatif penanggulangan banjir khususnya pada bagian hilir DAS Bringin.
3. Penampang sungai didesain berbentuk persegi panjang dengan perkuatan *sheet pile* pada bagian hilir dan tanggul pada bagian hulu.

SARAN

Berikut ini adalah saran yang berkaitan dengan Pengendalian Banjir Sungai Bringin :

1. Perhitungan dilakukan dengan akurat sesuai dengan kondisi yang ada dan menggunakan banyak metode perhitungan untuk memperoleh hasil yang optimal.
2. Perencanaan harus dilakukan dengan matang dan seksama sehingga menghasilkan desain bangunan yang optimal dan mampu memenuhi tujuan perencanaan dalam mengatasi banjir di wilayah Sungai Bringin.
3. Dalam proses pelaksanaannya harus senantiasa dipantau ketepatan waktu dalam pengerjaan proyek.
4. Partisipasi masyarakat dalam pembinaan, pengendalian dan penanggulangan terhadap banjir secara intensif dan terkoordinasi secara terpadu dengan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap ruang hijau dan tata guna lahan yang ada sehingga dapat mengatasi permasalahan banjir di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Dinas PSDA dan ESDM Kota Jawa Tengah, Stasiun Meteorologi Maritim Semarang, BBWS Pemali Juana, dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang atas dukungan dan bantuan data sekunder dalam perencanaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hydrologic Engineering Center. 2000. *Hydrolic Modeling System HEC-HMS (Technical Reference Manual)*. U.S. Army Corps of Engineering. Davis.
- Hydrologic Engineering Center. 2010. *Hydrolic Modeling System HEC-RAS (User's Manual)*. U.S. Army Corps of Engineering. Davis.
- Hicks, Tyler G., and Edward T. W. 1996. *Teknologi Pemakaian Pompa*. Erlangga. Jakarta.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhiungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kementrian PUPR Direktorat Jendral SDA BBWS Pemali Juana. 2016.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam Sjarief. 2010. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto. 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Triatmojo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmojo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.