

MITIGASI RISIKO BANJIR SUNGAI BRINGIN WILAYAH HILIR, KABUPATEN SEMARANG BARAT

Iqbal Gifani Sutopo¹, Mochamad Teguh², dan Pradipta N. W²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

E-mail : iqbal.gifani@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: m.teguh@uii.ac.id , pradipta.nw@uii.ac.id

Abstract. *The Bringin River is one of the rivers included in the West Semarang Drainage System, which almost runoff every rain occurs with high rainfall. Administratively, the Bringin River is located in West Semarang Subdistrict and passes through densely populated areas, north coast crossing (Pantura), agricultural and aquaculture areas. The flood disaster mitigation plan in the Bringin River as an effort to reduce the risk of flooding is based on the results of a 50-year return flow analysis analysis using the Nakayasu method by 429.606 m³/second. Making a retention pond with the aim of delaying the temporary flow rate and normalizing the river flow into an alternative handler in areas that often experience runoff when the rainfall is too high. With the use of the HEC-RAS software, design for retention ponds is undertaken by utilizing land in the lower reaches of the Bringin River, while the normalization section of the river with a width of 32 meters and 30 meters is designed for ± 3560 meters along the river from the estuary. From the results of the study, the most affected areas were in the Mangkang Wetan Village, precisely in the lower reaches of the Bringin River. Efforts to reduce flood risk using structural and non-structural methods. The structural method by making a retention pond has not been fully effective to reduce runoff from the Bringin River discharge. Disaster risk reduction is more effective by normalizing ± 3560 meters of river flow. The non-structural method is to make normative activities to prevent the effects of flooding due to river runoff.*

Keywords : *Flood, Pengendalian Banjir, Disaster Mitigation, Bringin River, HEC-RAS*

1. LATAR BELAKANG

Dalam Perka BNPB No. 02 Tahun 2012 disebutkan bahwa bencana merupakan suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Semarang merupakan salah satu kota yang kerap dilanda banjir, walaupun kota tersebut sudah

memiliki sistem drainase yang tergolong cukup baik. Sungai Bringin merupakan salah satu sungai yang masuk dalam Sistem Drainase Semarang Barat. Secara administratif, Sungai Bringin berada di Kecamatan Semarang Barat dan melintas di kawasan padat penduduk, jalur lintas pantai utara (Pantura), serta kawasan pertanian dan pertambakan. Sungai Bringin berawal di Kecamatan Mijen dan bermuara di Laut Jawa di bagian utara Kecamatan Tugu.

Banjir akibat luapan Sungai Bringin hampir terjadi ketika curah hujan terlampau tinggi. Hal ini dikarenakan kondisi eksisting Sungai Bringin

saat ini (Gambar 1 dan Gambar 2) mengalami penurunan fungsi yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti sedimentasi dan alih fungsi lahan sempadan sungai menjadi permukiman warga serta lahan untuk pertanian.

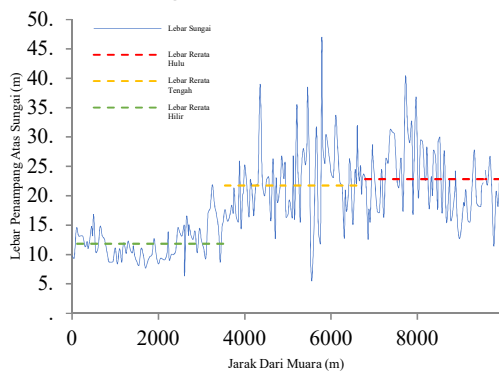


(a) Ruas hilir Sungai Bringin



(b) Ruas tengah Sungai Bringin

Gambar 1 Kondisi Penampang Eksisting Sungai Bringin Dari Hilir Ke Hulu



Gambar 2 Grafik hubungan antara lebar dengan jarak dari muara ke Pantura (sumber : Data Topografi Sungai Bringin)

Berdasarkan fenomena diatas, perlu dilakukan studi lebih lanjut dalam upaya mitigasi untuk mereduksi bencana banjir diruas hilir Sungai Bringin. Berdasarkan rumusan masalah yang

sudah disebutkan diatas, maka tujuan studi ini adalah menganalisis karakteristik dan faktor penyebab banjir, serta menentukan strategi pengendalian banjir dihilir Sungai Bringin.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Manajemen Mitigasi Bencana Banjir

Banjir dapat dikategorikan sebagai bencana ketika limpasan debit dari sungai menggenangi dan menimbulkan dampak bagi lingkungan sekitarnya. Berdasarkan Perka BNPB nomor 4 tahun 2008, langkah-langkah dalam manajemen mitigasi bencana banjir.

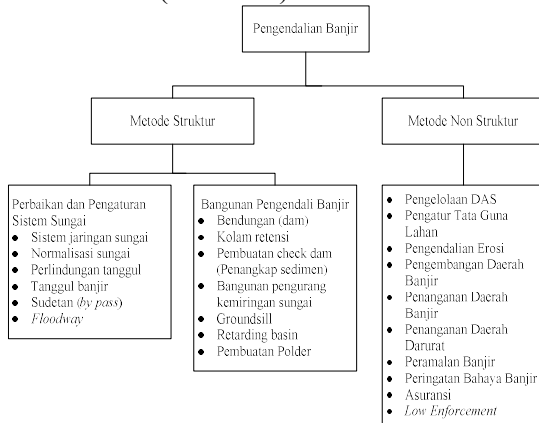
1. Manajemen Pra Bencana, meliputi kegiatan kesiapsiagaan, deteksi dini, pencegahan, dan mitigasi,
2. Manajemen Saat Bencana, meliputi kegiatan tanggap darurat dan bantuan darurat, dan
3. Manajemen Pasca Bencana, meliputi kegiatan pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi.

2.2 Upaya Pengendalian Bencana Banjir

1. Penyebab Terjadinya Banjir
Kodoatie (2002) mengatakan bahwa terdapat banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir, namun secara umum penyebab banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu faktor alam dan non alam.
2. Tipologi Kawasan Banjir
Kawasan rawan banjir merupakan kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana banjir sesuai karakteristik penyebab banjir.
3. Karakteristik Alur Sungai
Dari tempat asal sampai berakhirnya dilaut atau dari letak geografisnya, sungai dapat dibagi menjadi tiga daerah, yaitu : daerah hulu (pegunungan), daerah transisi, dan daerah hilir (muara atau pantai). Ketiga daerah ini menunjukkan sifat dan karakteristik yang berbeda.
4. Karakteristik Debit Aliran Sungai
Debit aliran sungai yang perlu diperhatikan meliputi debit banjir yang pernah terjadi, debit dominan, dan pola hidrograf banjirnya.
5. Tipe Banjir

Menurut Mulyono Sadyohutomo (2009), ada dua tipe banjir, yaitu banjir dari air hujan setempat yang menggenang karena drainase pada lokasi tersebut tidak baik, dan banjir dari luapan air hulu sungai yang mengalir dari daerah hulu.

Mitigasi bencana banjir dapat diklasifikasikan atas dua bentuk, yakni mitigasi struktural dan mitigasi non struktural (Gambar 3).



Gambar 3 Bagan Pengendalian Banjir Dengan Metode Struktural Dan Non Struktural

2.3 Tinjauan Hidrologi

2.3.1. Pengujian Seri Data

Pengujian seri data dapat dilakukan dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*).

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\beta}{\alpha} \quad (1)$$

dimana, β = Kemiringan setelah patahan, dan α = Kemiringan sebelum patahan.

2.3.2. Analisis Hujan Kawasan

Hujan rerata DAS dianalisis dengan menggunakan metode poligon Thiessen Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa intensitas hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut.

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$

dengan :

P = curah hujan tercatat di pos pengamat hujan 1,2, ... n, dan A = luas area poligon 1,2, ... n

2.3.3. Analisis Frekuensi

Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya banjir dengan interval kejadian tertentu yaitu 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun.

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot \sigma \quad 3$$

dengan, X_T = besarnya nilai suatu kejadian dalam kala ulang tertentu, \bar{X} = Rata-rata data, K_T = faktor koefisien (berdasarkan distribusi tertentu), dan σ = standar deviasi data.

2.3.4. Analisis Distribusi Hujan Rencana

Menurut *Mononobe*, perhitungan hujan rencana dapat menggunakan persamaan berikut :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

dengan, I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam), t = lamanya curah hujan (jam), dan R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm).

2.3.5. Analisis Debit Banjir Rencana dengan Metode Nakayashu

Analisis banjir rencana dalam studi ini dilakukan dengan menurunkan hidrograf satuan sintetis dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu yang dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti berikut ini.

1. Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*),
2. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*),
3. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*),
4. Luas daerah aliran sungai, dan
5. Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*).

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6(0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} \quad (5)$$

dengan, Q_p = debit puncak banjir (m^3/dt), R_o = hujan satuan (mm),

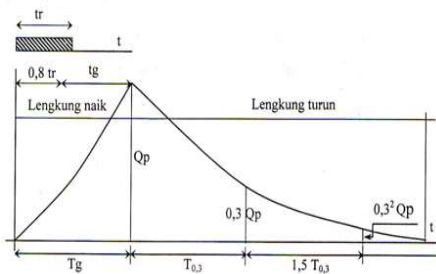
T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir(jam),

t_r = Satuan waktu dari curah hujan (jam),

t_g = Waktu konsentrasi (jam),

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak (jam),

A = Luas daerah pengaliran sampai outlet



Gambar 4 Bentuk umum hidograf satuan sintesis Nakayasu

2.4 Tinjauan Hidraulika Saluran Terbuka

1. Aliran Melalui Saluran Terbuka

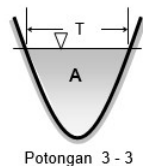
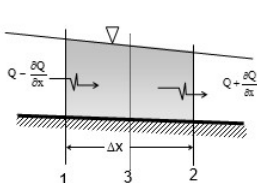
Saluran terbuka merupakan saluran yang memiliki permukaan aliran bebas atau permukaan aliran berbatasan langsung dengan udara bebas., salah satunya adalah aliran sungai.

2. Hukum Konservasi

a. Konservasi Massa (Persamaan Kontinuitas)

Prinsip kontinuitas menyatakan bahwa jumlah pertambahan volume sama dengan besarnya aliran netto yang lewat pada suatu pias penampang aliran, sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (6)$$



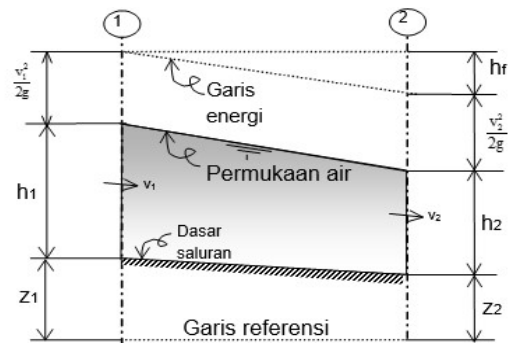
Gambar 5 Kontinuitas Aliran Dalam Suatu Pias

b. Konservasi Energi (Persamaan Energi)

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi air dari setiap aliran yang melalui penampang saluran dapat dinyatakan sebagai jumlah fungsi air, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan (Suripin, 2003).

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{g} + h_f \quad (7)$$

dengan, z = fungsi titik di atas garis referensi, h = fungsi tekanan di suatu titik, v = kecepatan aliran, dan g = gaya gravitasi bumi.



Gambar 6 Energi Dalam Suatu Saluran Terbuka

c. Konservasi Momentum (Persamaan Momentum)

Persamaan konservasi momentum tersebut dapat ditulis sebagai berikut ini.

$$p_1 - p_2 + W \sin \theta - F_f - F_a = P \cdot Q (V_2 - V_1) \quad (8)$$

dengan, P = tekanan hidrostatik, W = berat volume pada pias 1 dan 2, S_o = kemiringan dasar saluran, F_a = tekanan udara pada muka air bebas, dan F_f = gaya geser yang terjadi akibat kekasaran dasar saluran.

3. Analisis Kapasitas Penampang Sungai.

Analisis kapasitas penampang sungai pada studi ini dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Pemodelan dengan program ini akan diketahui elevasi muka air pada setiap penampang sungai, serta luas genangan yang terjadi saat suatu debit rencana melalui sungai tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Studi mitigasi bencana banjir di Sungai Bringin ini bersifat kuantitatif, yaitu penelitian yang setiap tahapan analisis data menitikberatkan pada data yang berupa angka sebagai upaya

dalam menurunkan ancaman dari bencana banjir akibat luapan Sungai Bringin. Penelitian ini juga dibuat secara sistematis mulai dari persiapan penelitian, pemodelan dan pelaksanaan simulasi dengan menggunakan program HEC-RAS, hingga penulisan hasil dari simulasi. Proses penelitian dapat dilihat pada berikut ini.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Karakteristik Banjir DAS Sungai Bringin

Analisis debit sungai bringin dilakukan untuk mengetahui besaran banjir akibat curah hujan di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bringin. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan untuk memperkirakan debit banjir rencana yaitu penentuan DAS, pengujian seri data, menghitung intensitas hujan rerata kawasan, analisis frekuensi, distribusi intensitas hujan rencana, dan perhitungan debit rencana. Perhitungan hujan harian rerata maksimum menggunakan tiga staisun hujan, yaitu Sta. Mangkang Waduk, Sta. Kalisari dan Sta. Gunungpati dengan menggunakan metode poligon *Thiessen*. Hasil curah hujan rencana dengan periode kala ulang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Pengukuran Curah Hujan Rencana Metode *Log Pearson* Tipe III

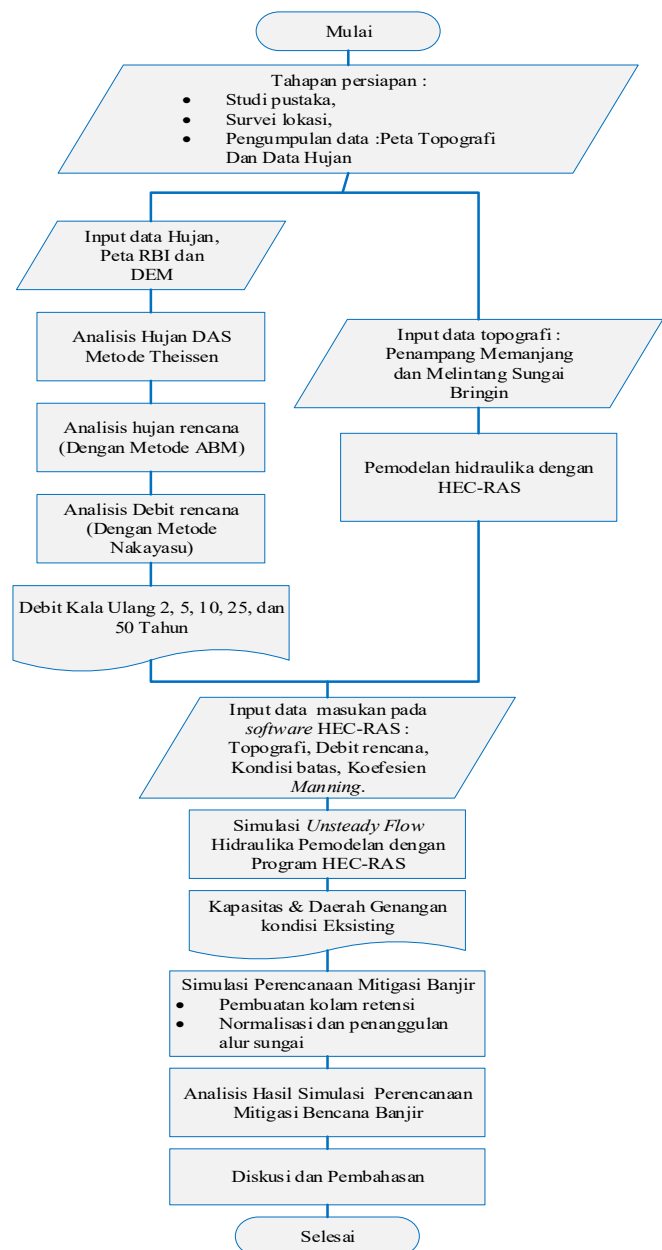
No	Kala Ulang (T)	X_T (mm)
1	2	99.6676
2	5	143.7953
3	10	178.4043
4	25	228.8427
5	50	266.5790

Berdasarkan hasil curah hujan rencana, kemudian dihitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Hasil perhitungan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 2 *Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana Maksimum Metode HSS Nakayasu*

Kala Ulang	Debit (m3/detik)
2	162,51
5	233,12

10	288,50
25	369,22
50	429,61

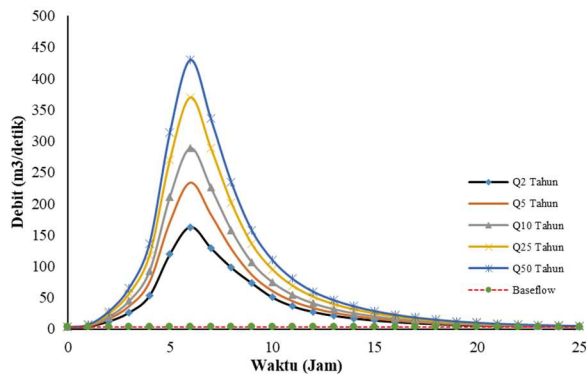
berikut ini.



Gambar 7 Flowchart Simulasi Pengendalian Banjir Sungai Bringin, Semarang Barat

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana Maksimum Metode HSS Nakayasu

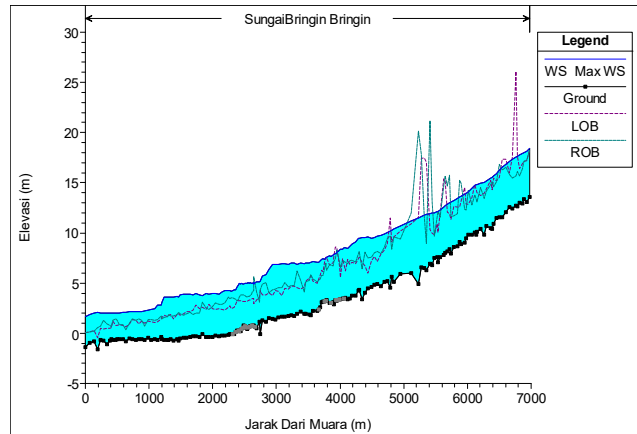
Kala Ulang	Debit (m ³ /detik)
2	162,51
5	233,12
10	288,50
25	369,22
50	429,61



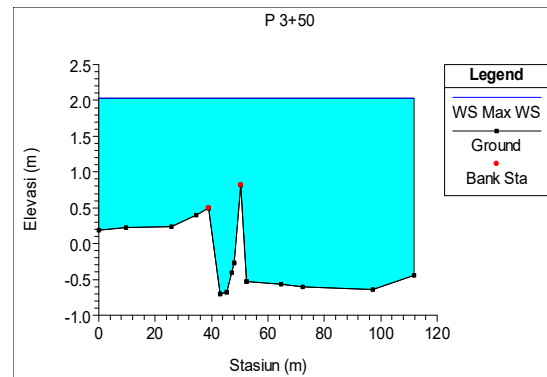
Gambar 8 Grafik Hidrograf Satuan Metode Nakayasu

Setelah dilakukan proses simulasi aliran *unsteady*, maka hasil dari analisis hidraulika pada dengan menggunakan HEC-RAS dapat disajikan dalam beberapa bentuk tampilan, seperti penampang melintang, penampang memanjang, kecepatan aliran hingga peta genangan akibat luapan Sungai Bringin.

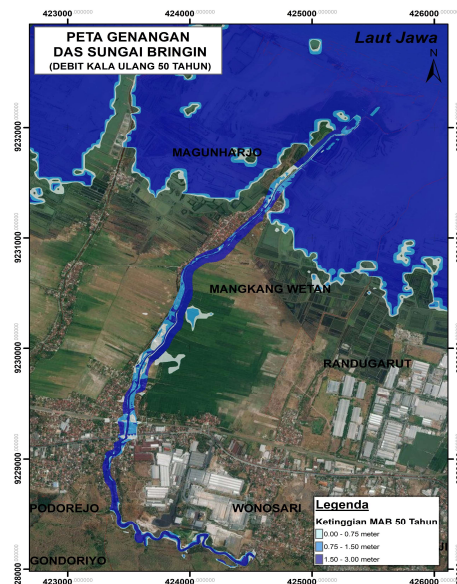
Pada kondisi eksisting, limpasan terjadi mulai dari Sta. P54+85 hingga Sta. P0, atau tepatnya muara sungai. Dengan demikian limpasan yang terjadi hingga ±5,485 kilometer dari muara, yang secara administratif terletak di Kelurahan Mangkang Wetan, Semarang Barat. Limpasan yang terjadi sepanjang alur tersebut berkisar antara 1,65 meter hingga 3,45 meter.



Gambar 9 Profil Memanjang Sungai Bringin Pada Kondisi Eksisting

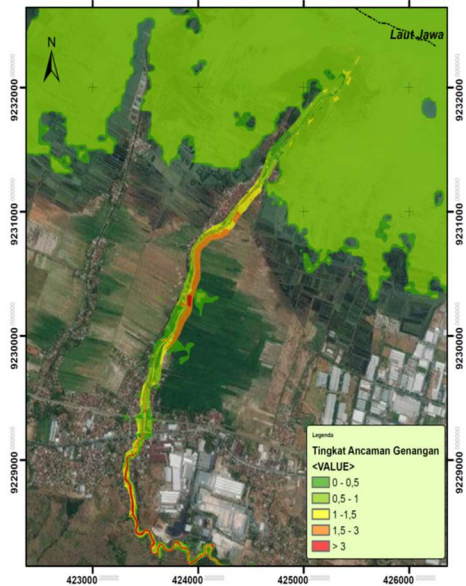


Gambar 10 Stasiun P3+50



Gambar 11 Peta Genangan Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Peta Ancaman Banjir Wilayah Hilir Sungai Bringin



Gambar 12 Peta Ancaman Genangan Banjir Kala Ulang 50 Tahun

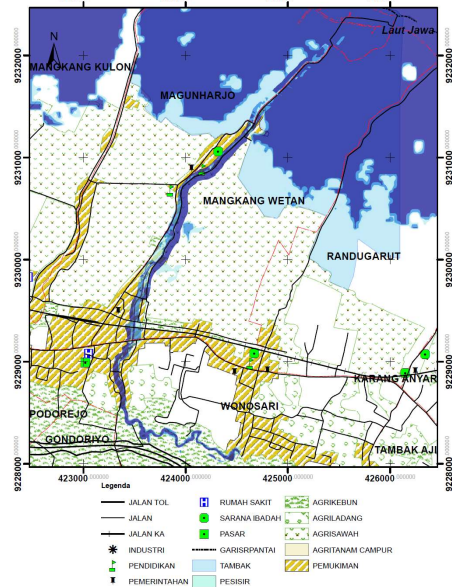
Dari pemodelan genangan dengan metode ini, genangan dibagi menjadi 3 (tiga) kategori berdasarkan ketinggian genangan, yaitu kurang dari 0,75 meter, rentang antara 0,75 meter hingga 1,50 meter, dan lebih dari 1,50 meter. Total genangan banjir seluas 422,164 hektar, dengan sebaran perwilayah yang akan ditampilkan pada berikut ini.

Tabel 3 Luas Genangan Banjir Perwilayah Kondisis Eksisting

N o	Kelurahan	Luas Genangan Banjir (Ha)
1	Wonosari	14,1431
2	Mangunharjo	232,8475
3	Mangkang Wetan	175,1734
	Total	422,164

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa, apabila terjadi genangan maka ketiga kelurahan tersebut, dampaknya akan menimbulkan terhambatnya aktivitas warga, aktivitas perekonomian, aktivitas pendidikan, aktivitas bercocok tanam, hingga aktivitas transportasi darat terganggu.

Peta Genangan Banjir DAS Bringin



Gambar 13 Peta Genangan Banjir Kala Ulang 50 Tahun dengan Tataguna Lahan DAS Bringin

4.2. Analisis Penyebab Terjadinya Banjir DAS Bringin

Permasalahan banjir yang terjadi di hilir DAS Sungai Bringin dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sebagai berikut ini.

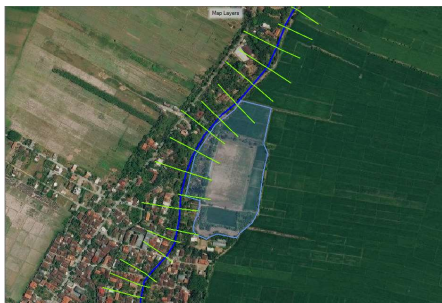
1. Faktor Kondisi Alam
 - a. Kondisi dihilir, elevasi puncak tanggul lebih tinggi dari pemukiman warga dan lahan sawah. Sehingga apabila terjadi limpasan, maka akan berdampak langsung pada daerah tersebut.
 - b. Terjadi pendangkalan akibat sedimentasi serta berubahnya tataguna lahan disekitar aliran Sungai Bringin. Perubahan lebar tampang melintang sungai dapat dilihat di grafik pada Gambar 2 yang menunjukkan hubungan antara lebar penampang sungai dari hulu ke hilir.
 - c. Kondisi topografi yang cenderung memiliki kemiringan yang relatif sangat kecil, sehingga kecepatan aliran yang terjadi dihilir sungai mengalami penurunan. Ditambah terdapat pengaruh dari pasang surut air laut, sehingga menghambat lajunya debit banjir menuju ke muara sungai.
2. Faktor Manusia

- a. Belum adanya pola budaya dan pengembangan daerah sempadan Sungai Bringin. Kegiatan penanganan banjir hanya bersifat sementara, yaitu dengan penanggulangan yang terbuat dari bronjong maupun pasak dari bambu.
- b. Kurangnya kesadaran masyarakat untuk membuang sampah ke tempat pembuangan sampah, sehingga menyebabkan badan sungai banyak dipenuhi oleh sampah.

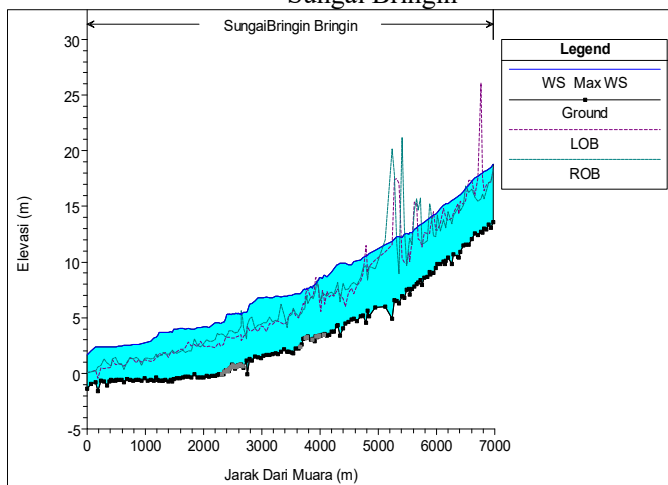
4.3. Strategi Pengurangan Risiko Banjir DAS Bringin

1. Metode Struktural

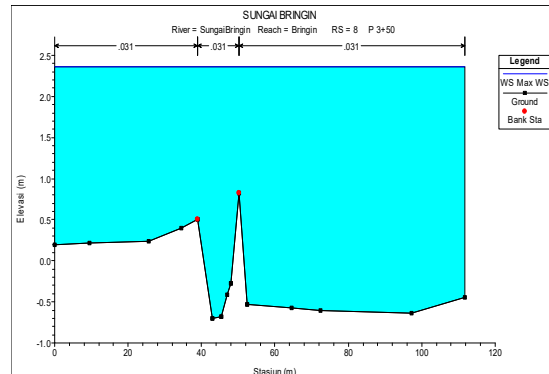
- a. Upaya pengurangan risiko bencana banjir dengan menggunakan kolam retensi memerlukan area yang cukup luas untuk menampung sementara debit yang mengalir sehingga mengurangi beban dari sungai tersebut.



Gambar 14 Perencanaan Kolam Retensi di Hilir Sungai Bringin



Gambar 15 Perencanaan Kolam Retensi di Hilir Sungai Bringin



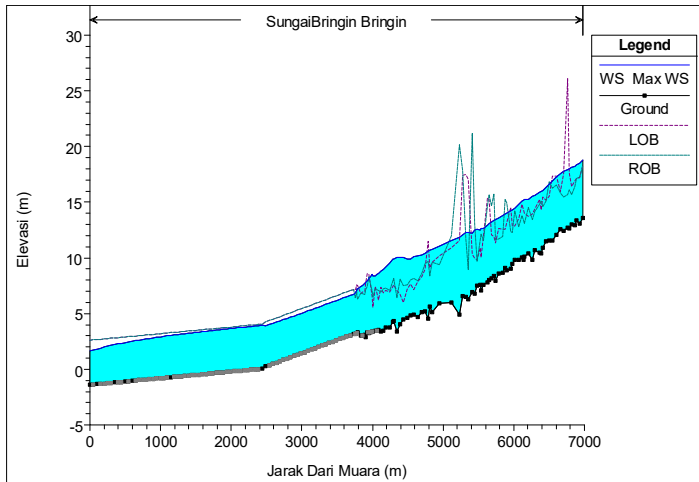
Gambar 16 Stasiun P3+50

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa kolam retensi belum sepenuhnya sepenuhnya efektif dalam menurunkan tinggi muka air mengingat debit yang dialirkan cukup besar serta kapasitas tampungan kolam retensi yang minim. Penurunan terbesar hanya terjadi sebesar 44 cm.

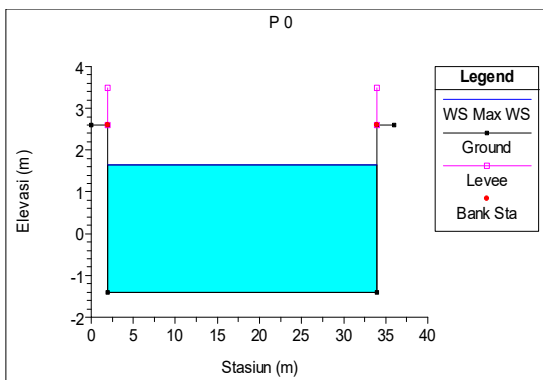
b. Pengurangan Risiko Banjir Normalisasi dan Penanggulangan Sungai Bringin

Normalisasi sungai direncanakan sepanjang ±3,4 kilometer dari muara ke hulu sungai berdasarkan ketersediaan lahan di wilayah studi. Sungai Bringin dibedakan menjadi 2 (dua) segmen.. Segmen pertama direncanakan dimensi saluran lebar 32 (tiga puluh dua) meter dan tinggi tanggul 4 (empat) meter dengan ruas sungai Sta. P23 sampai dengan muara yaitu Sta. P0 dengan kemiringan rerata sebesar 0,0006. Sedangkan segmen kedua direncanakan penampang dengan lebar 30 (tiga puluh) meter dan tinggi tanggul 4 (empat) meter. Segmen kedua direncanakan pada ruas Sta. P23+50 sampai dengan P37 dengan kemiringan rerata sebesar 0,0023.

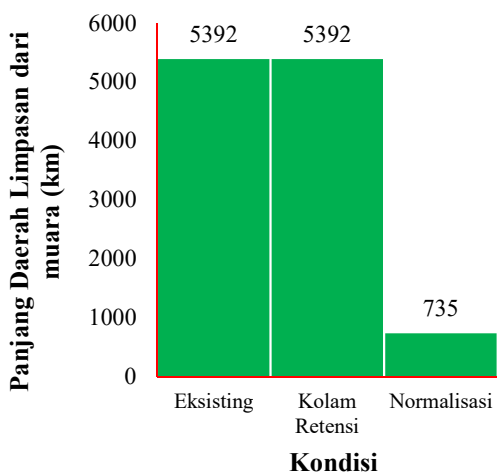
Terlihat bahwa didaerah yang tidak dilakukan kegiatan normalisasi masih mengalami limpasan. Di beberapa ruas sungai tersebut sudah terdapat tanggul eksisting akan tetapi dalam simulasi dengan debit kala ulang 50 tahun ketinggian muka air banjir melebihi dari puncak elevasi dari tanggul eksisting. Untuk mempermudah perbandingan hasil analisis eksisting dan setelah dilakukannya kegiatan mitigasi di Sungai Bringin dapat dilihat pada Gambar 19 berikut ini.



Gambar 17 Profil Memanjang Sungai Bringin Pada Kondisi Normalisasi

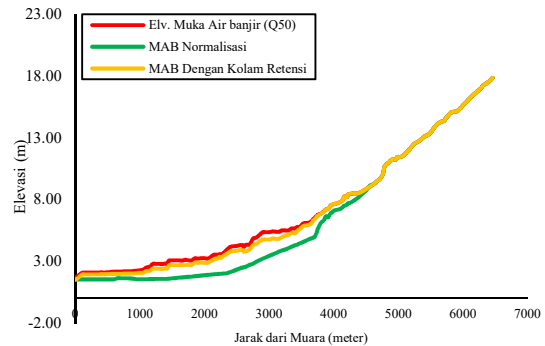


Gambar 18 Stasiun P3+50



Gambar 19 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Normalisasi Alur

Dari Gambar 19 diketahui ± 735 meter masih terdapat daerah yang mengalami limpasan. Sehingga, untuk mengantisipasi limpasan dari Sungai Bringin tersebut direncanakan pembuatan tanggul dengan dengan ketinggian berdasarkan muka air banjir dan disesuaikan dengan kondisi geografis di wilayah studi.



Gambar 20 Perbandingan Elevasi Muka Air Hasil Simulasi.

2. Metode Non Struktural

Rencana strategi mitigasi bencana banjir dilokasi penelitian juga dapat dilakukan dengan metode non struktural, yaitu dengan peran serta masyarakat dalam mengelola lingkungan serta peran pemerintah setempat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil analisis penelitian dari penelitian ini, banjir di hilir Sungai Bringin terjadi dengan ketinggian genangan banjir yang bervariasi, berdasarkan kondisi topografi di daerah tersebut. Ketinggian genangan banjir kurang lebih setinggi 0,50 hingga 3 meter dengan panjang limpasan sekitar $\pm 5,485$ km dari muara ke hulu Sungai Bringin. Hal ini mengakibatkan terjadinya genangan di 3 kelurahan di hilir Sungai Bringin, yaitu Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Mangunharjo, dan Kelurahan Wonosari. Luasan dari genangan dapat dilihat pada berikut ini. Genangan yang terjadi akibat luapan dari Sungai Bringin disebabkan karena penyempitan alur sungai dan alih fungsi lahan pada sempadan sungai. Hal ini juga berdampak langsung pada kapasitas tampungan Sungai Bringin, mengingat debit yang mengalir cukup besar. Usulan berupa

normalisasi di hilir Sungai Bringin dapat meminimalkan sebagai risiko bencana banjir dikawasan tersebut. Ini ditunjukkan dengan daerah limpasan yang terjadi berkurang menjadi ± 750 meter. Penanganan pada daerah yang masih terjadi limpasan adalah dengan pembuatan tanggul sekurang-kurangnya setinggi muka air banjir ditambah dengan tinggi jagaan yang telah disyaratkan.

5.2. Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan, serta kesimpulan yang telah didapatkan, maka perlu dilakukan komparasi dari hasil peta genangan pada studi ini untuk dapat lebih pasti dalam mengetahui luasan daerah terdampak banjir akibat limpasan debit Sungai Bringin, Semarang Barat. Untuk kelengkapan penelitian dapat dilakukan kajian dan simulasi lebih lanjut dan menyeluruh, dengan memasukkan parameter-parameter seperti, perubahan tata guna lahan, *lateral inflow*, serta pengaruh dari bangunan-bangunan air yang ada di sepanjang alur Sungai Bringin.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Andrianos, F., 2009. *Kajian Pengendalian Banjir Sungai Batang Anai di Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman*. Tesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Budinetro, Praja, dan Rahayu, 2009. *Evaluasi Kemampuan Pengendalian Banjir pada 37 Embung di Hulu Kota Semarang*. Peneliti Balai Sungai, Pusat Litbang. Sumber Daya Air, Badan Litbang, Kementrian PU. Surakarta.
- Dwiati W., 2015., *Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial*, Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 20, No.1, Januari 2015 : 57-76
- Evita, L., 2014. *Mitigasi Bencana Banjir di Kelurahan Nusukan Kecamatan Banjarsari Kota Surakarta.*, Artikel Publikasi
- Harto, Sri.,1993. Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Indiarti., 2015., *Mitigasi Bencana Pada Masyarakat Tradisional.*, J. MANUSIA

DAN LINGKUNGAN, Vol. 23, No.1, Maret 2016: 129-135

- Istiarto dan Wibowo, 2007. *Sistem Pengendalian Banjir Kali Juana*, dinamika TEKNIK SIPIL, Volume 7, Nomor 2, Juli 2007 : 191 – 197, Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J dan Sugiyanto, 2002. *Banjir*. Pustaka Pelajar, Semarang.
- Soemarto, C.D., 1986. *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono, S., Masateru T, 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sucipto dan Sutarto, A., 2007. *Analisis Kapasitas Tampung Sistem Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir Wilayah Drainase Semarang Barat*. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 1 Volume 9 – Januari 2007, Jurnal Hal: 33 – 42, Semarang
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI, Yogyakarta.
- Susanto,A.B., 2006. *Disaster Management di Negeri Rawan Bencana*, Jakarta: Aksara Grafika Pratama.
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- US Army Corps of Engineers Hidraulic Engineering Center, 2010. User's Manual HECRAS, USA.