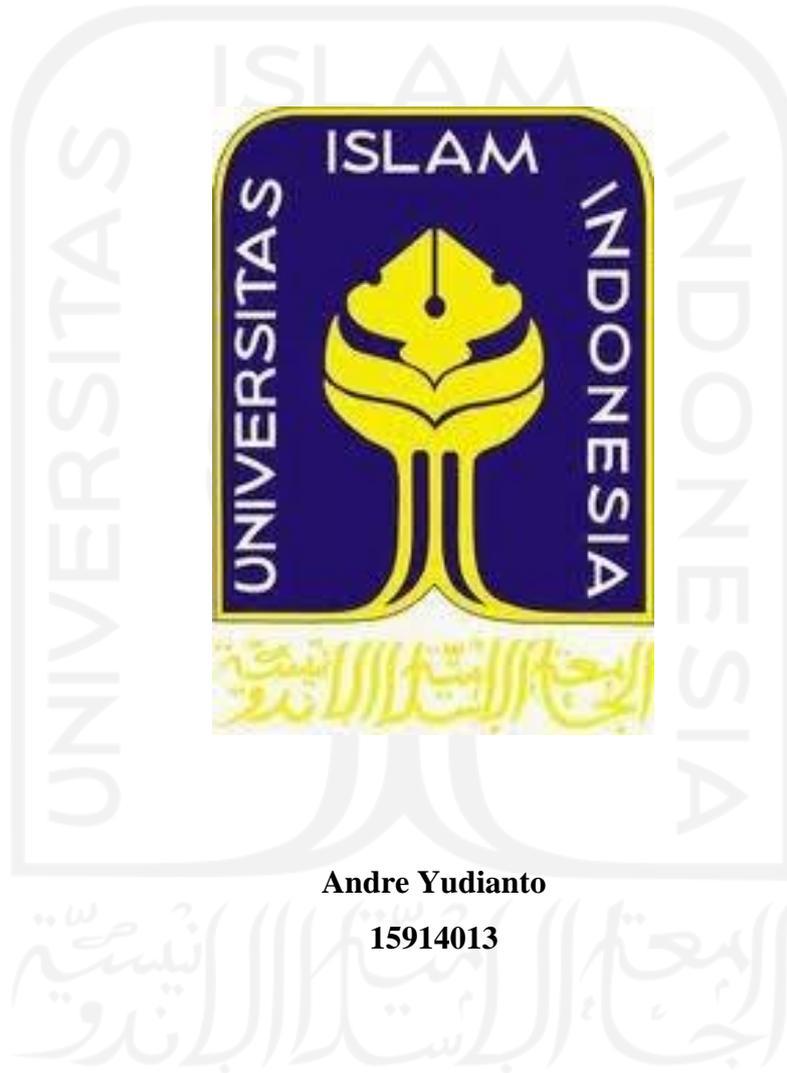


TESIS

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PENANGANAN
BANJIR SUNGAI BRINGIN KOTA SEMARANG**



Andre Yudianto

15914013

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

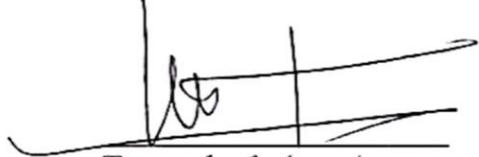
TESIS

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PENANGANAN BANJIR
SUNGAI BRINGIN KOTA SEMARANG**

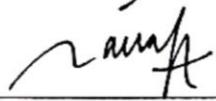


Diperiksa dan disetujui oleh :

Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.
Dosen Pembimbing I


Tanggal. 6 November 2020

Ir. Faisol AM., MS.
Dosen Pembimbing II


Tanggal. 6 November 2020

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PENANGANAN BANJIR

SUNGAI BRINGIN KOTA SEMARANG



ANDRE YUDIANTO
(NIM. 15914013)

Telah diuji di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 06 NOV 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I,

Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.
NIP: 885110106

Dosen Pembimbing II,

Ir. Faisol AM., MS.
NIP: 885110104

Dosen Penguji,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.
NIP: 005110101

Yogyakarta, 06 JAN 2021

Universitas Islam Indonesia
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Program Studi Teknik Sipil Program Magister
Ketua Program,



Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.
NIP: 005110101

PERNYATAAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program “*software*” komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 6 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Andre Yudianto
15914013

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan dalam rangka memperoleh gelar Master jenjang Strata Dua (S2) pada Magister Manajemen Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Atas selesainya Laporan Tesis ini, ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada:

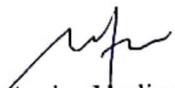
1. Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tesis I yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama tesis ini berlangsung.
2. Ir. Faisol AM, MS selaku Dosen Pembimbing Tesis II yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama Tesis ini berlangsung.
3. Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Magister, FTSP UII sekaligus sebagai Dosen Penguji.
4. Seluruh Keluargaku, terutama Ibu, Bapak, Istri dan Anak ku yang selalu mendukung, menyemangati serta mendoakan segala kegiatanku.
5. Teman-teman kuliah Magister Teknik Sipil, khususnya Konsentrasi Manajemen Konstruksi Tahun Angkatan 2015.
6. Serta seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangannya, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan Tesis ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa UII Jurusan Teknik Sipil khususnya dan para pembaca pada umumnya. Tidak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kurang sempurnaan tesis ini.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 6 November 2020

Penulis,


Andre Yudianto
15914013

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error!
Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Keaslian Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 Penyebab Kejadian Banjir	10
3.1.1 Penyebab Banjir yang Diakibatkan Oleh Kondisi Alam.....	10
3.1.2 Penyebab Banjir yang Diakibatkan oleh Tindakan Manusia	15
3.2 Upaya Pengendalian Banjir	16
3.3 Kriteria Perencanaan Teknis Pengendalian Banjir	18
3.3.1 Perencanaan Trase / Alinyemen Sungai	18
3.3.2 Perencanaan Penampang Sungai	19
3.3.3 Perencanaan Perkuatan Lereng/Tebing Sungai	20
3.3.4 Perencanaan Tanggul/Parapet/Sheet Pile.....	20
3.4 Sistem Informasi Geografi (SIG)	21
3.5 Penilaian Kerugian Akibat Bencana Alam Metode ECLAC	25
3.6 Manfaat (<i>Benefit</i>).....	28
3.6.1 Definisi Manfaat (<i>Benefit</i>)	28
3.6.2 Jenis Manfaat (<i>Benefit</i>)	28
3.6.3 Macam Manfaat (<i>Benefit</i>) Berdasarkan Dapat Tidaknya Diukur dengan Uang.....	29

3.7	Biaya (<i>Cost</i>).....	29
3.7.1	Definisi Biaya (<i>Cost</i>)	29
3.7.2	Penggolongan Biaya (<i>Cost</i>)	30
3.8	Kelayakan Ekonomi	31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		34
4.1	Lokasi Studi.....	34
4.2	Pengumpulan Data	37
4.3	Langkah-langkah Studi.....	38
4.4	Kerangka Penelitian	38
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		40
5.1	Pemetaan Lokasi Terdampak	40
5.2	Identifikasi Manfaat (<i>Benefit</i>) Penanganan Banjir	41
5.3	Analisa Kerugian Akibat Banjir	42
5.3.1	Kerugian Pemukiman.....	42
5.3.2	Kerugian Infrastruktur Perkotaan.....	43
6.	Kerugian Sektor-sektor Produktif.....	45
5.4	Desain Penanganan Banjir Sungai Bringin	48
5.4.1	SEGMENT 1 (P0 s/d P12+64).....	50
5.4.2	SEGMENT 2 (P.13+00 s/d P.26+00).....	51
5.4.3	SEGMENT 3 (P.26+50 s/d P.30).....	53
5.4.4	SEGMENT 4 (P.30+50 s/d P.42+50).....	54
5.5	Perkiraan Biaya (<i>Cost</i>) Penanganan Banjir	57
5.5.1	Rencana Anggaran Biaya Konstruksi	57
5.5.2	Estimasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan	58
5.6	Perhitungan Kelayakan Ekonomi	59
5.7	Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
6.1	Kesimpulan.....	63
6.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Ilustrasi Peningkatan Kapasitas Sungai.....	17
Gambar 3. 2 Ilustrasi Memotong Debit Banjir Hidrograf.....	17
Gambar 3. 3 Ilustrasi Reduksi Banjir di Lahan.....	18
Gambar 3. 4 Ilustrasi Pengamanan Tebing dan Dasar Sungai.....	18
Gambar 4. 1 Lokasi DAS Bringin Berada di Dalam Wilayah Sungai Jratunseluna	34
Gambar 4. 2 Sistem Sungai Semarang Barat	35
Gambar 4. 3 Daerah Aliran Sungai (DAS) Bringin	36
Gambar 4. 4 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 5. 1 Peta Genangan Banjir di Sistem Sungai Bringin	40
Gambar 5. 2 Titik Lokasi Penanganan.....	48
Gambar 5. 3 Skema Penanganan Banjir Sungai Bringin	48
Gambar 5. 4 Lebar Penampang Sungai Bringin	49
Gambar 5. 5 Profil Lapisan Tanah Sungai Bringin.....	49
Gambar 5. 6 Kondisi Segmen 1	50
Gambar 5. 7 Desain Segmen 1	51
Gambar 5. 8 Kondisi Segmen 2	52
Gambar 5. 9 Desain Segmen 2.....	53
Gambar 5. 10 Kondisi Segmen 3	53
Gambar 5. 11 Desain Segmen 3.....	54
Gambar 5. 12 Kondisi Segmen 4	54
Gambar 5. 13 Desain Segmen 4.....	55
Gambar 5. 14 Grafik BCR Penanganan Banjir Sungai Bringin.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Sekarang.....	7
Tabel 3. 1 Tinggi Jagaan Minimum.....	21
Tabel 3. 2 Lebar Minimum Tanggul.....	21
Tabel 3. 3 Daftar Sektor Kerusakan Satuan (Unit)/Harga dan Estimasi Kerusakan.....	26
Tabel 3. 4 Pendekatan Perhitungan Nilai Kerugian.....	27
Tabel 3. 5 Perhitungan <i>Damage</i> dan <i>Loss</i>	27
Tabel 4. 1 DAS di Sistem Sungai Semarang Barat.....	36
Tabel 5. 1 Luas Area Terdampak Genangan Banjir di Sungai Bringin.....	40
Tabel 5. 2 Perkiraan Kerugian Akibat Banjir dengan Pendekatan Metode ECLAC.....	47
Tabel 5. 3 Data Debit Banjir Rencana.....	50
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Penanganan Banjir Sungai Bringin.....	56
Tabel 5. 5 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir Sungai Bringin.....	57
Tabel 5. 6 Biaya Operasi dan Pemeliharaan.....	59
Tabel 5. 7 Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i>	61



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan banjir adalah masalah yang dihadapi oleh hampir semua negara di dunia. Berbagai studi dan penelitian telah dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut namun realitanya penanganan masalah banjir masih dilakukan secara parsial.

Menurut analisis Aqueduct Global Flood Analyzer, Indonesia adalah negara dengan jumlah populasi terdampak bencana banjir terbesar ke-6 di dunia, yakni sekitar 640.000 orang setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia dengan rata – rata kejadian dalam 20 tahun terakhir adalah sejumlah 1250 kejadian setiap tahunnya. Ada tiga faktor utama penyebab banjir dan longsor yang paling banyak disoroti, yaitu perubahan tata guna lahan, cuaca ekstrem, dan kondisi topografis Daerah Aliran Sungai (DAS).

Pada tahun 2016 Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWSPJ) telah melakukan upaya penanganan banjir di Kota Semarang melalui kegiatan studi Detail Desain Penanganan Banjir Sistem Sungai Semarang Barat yang termasuk didalamnya adalah detail desain penanganan banjir untuk Sungai Bringin yang merupakan sungai prioritas penanganan akibat banjir yang terjadi setiap tahun dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir ini.

Setiap rencana kegiatan keteknikan (*engineering project*) harus mampu diwujudkan (*realizable*) secara teknis juga harus layak (*feasible*) secara ekonomis. Analisis kajian ekonomi teknik bertujuan untuk mengetahui apakah rencana penanganan banjir Sungai Bringin tersebut mempunyai manfaat yang lebih secara ekonomi dibandingkan nilai investasi yang telah dikeluarkan dan menentukan layak tidaknya suatu perencanaan yang akan dilakukan. Pengkajian kelayakan ekonomi ditentukan dengan cara analisis ekonomi untuk mengidentifikasi manfaat terbesar yang diterima oleh masyarakat terutama dalam mendorong peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Studi ini untuk menilai kelayakan ekonomi kegiatan penanganan banjir di Sungai Bringin dengan parameter *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV) dan *Economic Internal Rate of Return* (IRR), berdasarkan umur ekonomi dan suku bunga yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kerugian akibat banjir yang terjadi di Sungai Bringin?
2. Bagaimana kelayakan finansial pada proyek penanganan banjir di Sungai Bringin?.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kerugian banjir yang terjadi di Sungai Bringin.
2. Mengetahui kelayakan secara finansial kegiatan penanganan banjir di Sungai Bringin.

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah pada kajian ini adalah

1. Studi dilakukan di wilayah Sungai Bringin yang terdampak banjir
2. Dampak kerugian banjir dilakukan analisa berdasarkan data perhitungan desain penanganan banjir dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWSPJ)
3. Perhitungan kerugian banjir dilakukan secara *quick count* dengan pertimbangan penggunaan lahan ekonomis yang dominan di lokasi studi
4. Tidak membahas masalah teknis maupun alternatif desain penanganan banjir

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah dapat menjadi bahan referensi bagi pemerintah dalam pengambilan keputusan kelayakan proyek penanganan banjir di Sungai Bringin dan sebagai

masuk dalam perencanaan pembangunan daerah. Sehingga diharapkan dapat menjadi dasar penanganan penanggulangan banjir di wilayah Sungai Beringin Semarang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka merupakan suatu kegiatan yang sangat berpengaruh dalam suatu penelitian. Dalam suatu penelitian dibutuhkan teori-teori yang mendasari masalah dan bidang yang akan diteliti. Bab ini menjelaskan tentang penelitian sejenis yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat memperoleh informasi yang bermanfaat dan dapat membantu dalam penelitian yang akan dilakukan.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian ini dicantumkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang dianggap mempunyai keterkaitan sehingga dapat dijadikan sebagai studi pustaka, uraian seperti berikut ini.

1. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur

Penelitian yang dilakukan oleh Nuryanti (2018) adalah untuk mengetahui tingkat kerawanan banjir. Penelitian dilakukan di Kecamatan Kupang Timur. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kerawanan banjir berdasarkan parameter tutupan lahan, curah hujan dan peta kemiringan lereng.

Hasil dari penelitian ini didapatkan Tingkat kerawanan banjir Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang dapat di bagi dalam 3 kelas yaitu kelas tidak rawan banjir, kelas rawan banjir dan kelas sangat rawan banjir. Kelas tidak rawan dengan luas 8284,32 Ha dengan presentase 50.70 %, kelas rawan banjir dengan luas 3368,61 Ha dengan presentase 20.62 % dan kelas sangat rawan dengan luas 4686,93 Ha dengan presentase 28.68 %. Daerah yang sangat rawan terkena banjir adalah desa Tanah Putih, desa Oesao dan sebagian kelurahan Tuatuka.

Teknik yang dilakukan adalah melakukan *overlay* dengan alat bantu ArcMap yang berbasis SIG sehingga dapat menginterpretasi wilayah yang terdampak atau rawan bencana banjir.

2. Analisis Kerugian Akibat Banjir di Bandar Lampung

Penelitian yang dilakukan oleh Dirwansyah (2014) ini bertujuan untuk menghitung berapa jumlah kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh banjir dengan menggunakan sistem pengolahan dan pengelolaan data dengan metode ECLAC, dan dengan diketahuinya jumlah kerugian yang diakibatkan oleh banjir tersebut diharapkan akan dapat menjadi tolak ukur bagi pemerintah dalam mengatasi masalah banjir yang sering terjadi di kota Bandar Lampung. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode ECLAC didapat Deviasi sebesar 1 % dari perhitungan yang dilakukan oleh pemerintah untuk menghitung kerugian akibat banjir yang terjadi Bandar Lampung sehingga akan lebih mudah dan tepat dalam pengambilan keputusan atau kebijakan pembangunan tersebut dikaitkan dampak banjir yang terjadi setelah pasca banjir. Diharapkan adanya tindak lanjut dalam penanganan masalah banjir baik sebelum dan sesudah banjir di daerah Bandar Lampung.

3. Kelayakan Ekonomi Bendungan Jragung Kabupaten Demak

Penelitian yang dilakukan oleh Ari Ayu (2017) ini bertujuan untuk menilai kelayakan pembangunan Bendungan Jragung berdasarkan nilai pekerjaan dan manfaat dari pembangunan tersebut.

Berdasarkan hasil studi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

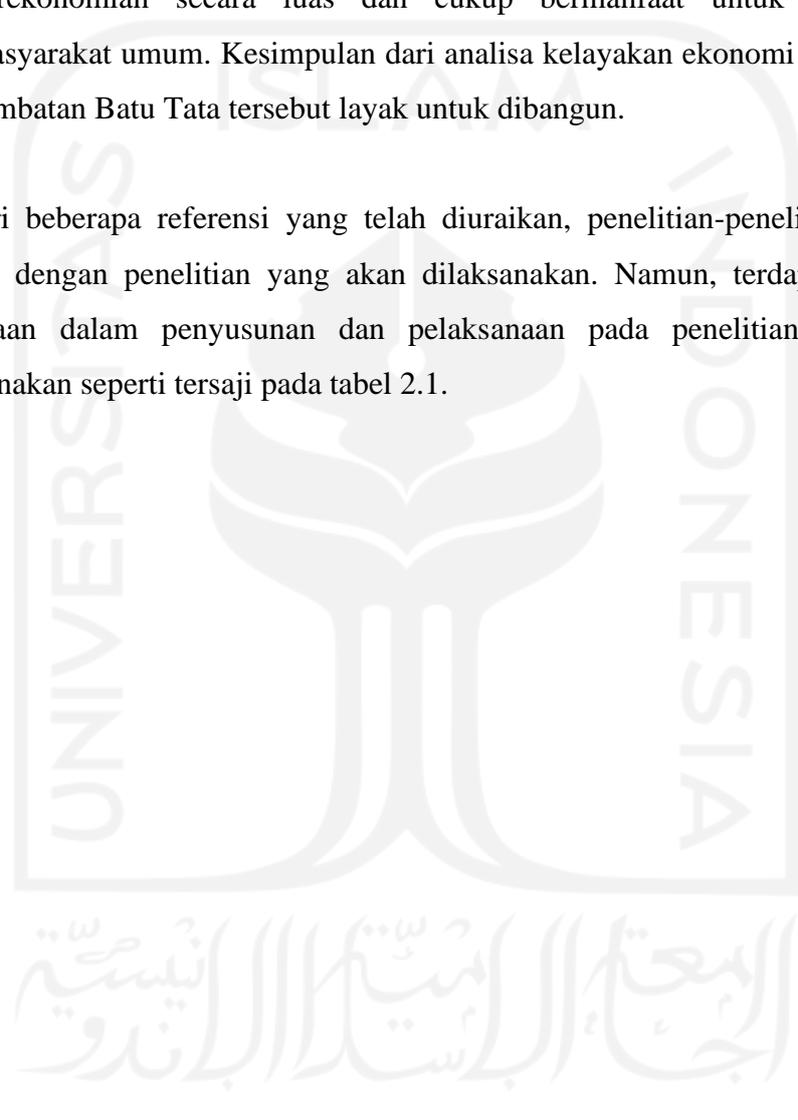
- a. Biaya pembangunan Bendungan Jragung Kabupaten Demak yaitu Total biaya konstruksi, biaya operasional dan pemeliharaan yang sudah di-PresentValue-kan dengan perhitungan selama 50 tahun sebesar Rp.1.093.052.715.000,00.
- b. Manfaat total yang diperoleh dari pembangunan Bendungan Jragung Kabupaten Demak sampai dengan 50 (lima puluh) tahun adalah Rp.6.492.910.716.310,00.
- c. Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Bendungan Jragung Kabupaten Demak memperoleh nilai $BCR > 1$ dan nilai $IRR 18\% > 12\%$, maka proyek layak (feasible) untuk dilaksanakan dari segi ekonomi.
- d. Analisa Sensitivitas dalam berbagai kondisi berikut kondisi keuntungan turun 10%, kondisi O&P naik 10%, kondisi waktu pelaksanaan mundur 1

tahun, ataupun kondisi biaya konstruksi naik 10%, Pembangunan Bendungan Jragung tetap layak (feasible) untuk dilaksanakan.

4. Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jembatan Batu Tata

Penelitian yang dilakukan oleh Makmur (2016) bertujuan untuk mengetahui apakah proyek yang dimaksud akan memberikan peranan yang besar dalam perekonomian secara luas dan cukup bermanfaat untuk kepentingan masyarakat umum. Kesimpulan dari analisa kelayakan ekonomi pembangunan Jembatan Batu Tata tersebut layak untuk dibangun.

Dari beberapa referensi yang telah diuraikan, penelitian-penelitian tersebut relevan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Namun, terdapat beberapa perbedaan dalam penyusunan dan pelaksanaan pada penelitian yang akan dilaksanakan seperti tersaji pada tabel 2.1.



Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Sekarang

Penelitian	Penelitian Sebelumnya	Penelitian Sekarang
<p>1. Nuryanti (2018) Judul Penelitian : “Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur”</p>	<p>a. Memetakan daerah genangan banjir b. Menghitung luasan daerah terdampak banjir</p>	<p>a. Memetakan daerah genangan banjir b. Menghitung luasan daerah terdampak banjir</p>
<p>2. Dirwansya, (2014) Judul Penelitian : “Analisis Kerugian Akibat Banjir di Bandar Lampung ”</p>	<p>a. Menghitung kerugian akibat banjir b. Menggunakan data banjir berdasarkan pengamatan sesaat berupa tinggi muka banjir</p>	<p>a. Melakukan perhitungan kerugian akibat banjir pada daerah dominan yang merupakan pusat perekonomian setempat (bangunan pemukiman dan pertanian) b. Data yang digunakan berdasarkan data banjir desain pada kala ulang 50 tahun dari</p>

Penelitian	Penelitian Sebelumnya	Penelitian Sekarang
		hasil detail desain penanganan banjir Sungai Bringin di BBWS Pemali Juanan
<p>3. Ari Ayu, (2017) Judul Penelitian : “Kelayakan Ekonomi Bendungan Jragung Kabupaten Demak”</p>	<p>a. Menghitung kelayakan ekonomi berdasarkan manfaat jangka panjang sesuai dengan usia guna Bendungan Jragung</p>	<p>a. Melakukan perhitungan analisa kelayakan ekonomi berdasarkan kerugian akibat banjir rencana kala ulang 50 tahun dengan interpretasi genangan dan area yang terdampak.</p>
<p>4. David Makmur, (2016) Judul Penelitian: “Studi Kelayakan Ekonomi Rencana Pembangunan Jembatan Batu Tata”</p>	<p>a. Menghitung kelayakan ekonomi berdasarkan manfaat jangka panjang selama 30 tahun</p>	<p>a. Melakukan perhitungan analisa kelayakan ekonomi berdasarkan kerugian dengan desain banjir rencana kala ulang 50 tahun dan kegiatan normalisasi dan tanggul dengan usia guna 10 tahun</p>

2.2 Keaslian Penelitian

Penelitian sebelumnya membahas tentang analisa kerugian akibat bencana banjir dan analisa kelayakan ekonomi pekerjaan Bendungan Jragung. Dalam penelitian ini akan disatupadukan dimana kelayakan ekonomi pada penanganan banjir Sungai Bringin akan dibahas berdasarkan tingkat kerugian akibat bencana banjir Sungai Bringin. Pada penelitian ini juga akan memetakan bagaimana tingkat kerugian akibat bencana banjir pada pemukiman dan pertanian yang terdampak.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Penyebab Kejadian Banjir

Pada umumnya kejadian banjir di Indonesia dapat disebabkan oleh 2 (dua) hal yaitu:

1. Kondisi alam; dan
2. Akibat pengaruh tindakan manusia.

3.1.1 Penyebab Banjir yang Diakibatkan Oleh Kondisi Alam

Kejadian banjir yang diakibatkan oleh kondisi alam, antara lain disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

1. Penyebab Banjir yang diakibatkan oleh iklim

Iklim tropis di Indonesia ditandai oleh 2 (dua) musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan sebagian besar terjadi di beberapa pulau seperti P. Jawa, P. Sumatra, P. Bali, Kepulauan Maluku, dan P. Papua.

Bagian Timur kecuali P. Papua dan Kepulauan Maluku mempunyai musim hujan yang biasanya lebih pendek dibandingkan dengan Indonesia bagian barat.

Pada umumnya antara 53% sampai 86% dari rata-rata hujan tahunan terjadi pada bulan Oktober sampai Maret. Untuk keperluan menganalisis penyebab banjir data yang diperlukan adalah curah hujan pada saat tertentu yang antara meliputi:

- a. Tinggi curah hujan (mm);
- b. Periode lamanya curah hujan (jam);
- c. Intensitas curah hujan (mm/jam);
- d. Waktu terjadinya hujan; dan
- e. Penyebaran hujan.

Karakteristik data hujan yang berbeda-beda pada setiap waktu akan menyebabkan karakteristik banjir yang berbeda-beda pula. Biasanya kejadian banjir dengan debit banjir yang besar akan ditandai oleh intensitas curah hujan

yang tinggi dan disertai dengan periode curah hujan yang merata di seluruh daerah aliran sungai

2. Pengaruh Fisiografi

Karakteristik fisiografi sungai–sungai di wilayah sungai Indonesia pada umumnya dapat diklasifikasi menjadi 4 (empat) hal yaitu:

- a. Sungai bagian hulu curam, bagian tengah agak curam sampai landai, dan bagian hilir landai sampai datar.
- b. Sungai bagian hulu curam, bagian tengah sampai hilir mempunyai kemiringan yang agak curam sampai landai.
- c. Sungai bagian hulu sampai muara mempunyai kemiringan yang curam sampai agak curam.
- d. Sungai mulai bagian hulu sampai muara mempunyai kemiringan yang landai sampai datar.

1) Kondisi Sungai Tipe 1

Kondisi sungai dengan kemiringan dasar bagian hulu curam, bagian tengah agak curam sampai landai bagian hilir landai sampai datar.

Pada umumnya sungai–sungai dengan kondisi fisiografi seperti ini adalah sungai–sungai yang sangat panjang (\pm diatas 200 km) dan bermata air dan pegunungan yang cukup tinggi seperti sungai–sungai di P. Jawa, P.Sumatra, dan di P. Papua dengan luas daerah aliran sungai yang cukup besar (\pm diatas 5000 km²).

Kejadian banjir yang terjadi pada sungai–sungai ini, pada umumnya berlangsung cukup lama (mingguan), seperti banjir yang terjadi pada sungai Bengawan Solo, Sungai Brantas (sebelum dibangun bendungan dan tanggul), dan sebagainya.

2) Kondisi Sungai Tipe 2

Kondisi sungai dengan kemiringan dasar sungai bagian hulu curam dan bagian tengah sampai hilir mempunyai kemiringan yang agak curam sampai landai.

Pada umumnya sungai–sungai dengan kondisi fisiografi seperti ini adalah sungai–sungai yang cukup panjang (\pm tidak lebih dari 200 km) dan bermata

air dari pegunungan yang cukup tinggi, seperti sungai–sungai di P.Jawa, P.Sumatra, dan P.Sulawesi dengan luas daerah aliran sungai kurang dari 5000 km².

Kejadian banjir yang terjadi pada sungai–sungai ini pada umumnya berlangsung tidak terlalu lama (harian).

3) Kondisi Sungai Tipe 3

Kondisi sungai dengan kemiringan dasar sungai bagian hulu sampai muara mempunyai kemiringan dasar yang curam sampai agak curam.

Pada umumnya sungai–sungai dengan kondisi topografi seperti ini adalah sungai–sungai yang pendek dan bermata air dari pegunungan, seperti sungai–sungai di P.Sumatra bagian timur, P.Sulawesi, P.Maluku, dan pulau–pulau kecil lainnya.

Kejadian banjir yang terjadi biasanya terjadi dalam waktu yang relatif singkat (beberapa jam) dengan kecepatan banjir yang sangat tinggi.

4) Kondisi Sungai Tipe 4

Kondisi sungai dengan kemiringan dasar sungai mulai bagian hulu sampai muara mempunyai kemiringan yang landai sampai datar.

Kondisi sungai–sungai dengan kondisi fisiografi seperti ini adalah sungai–sungai yang tidak bermata air dari pegunungan seperti S. Siak di P.Sumatra dan sungai–sungai yang berada di P.Kalimantan.

Kejadian banjir yang terjadi pada sungai–sungai seperti ini biasanya berlangsung dalam waktu yang relatif lama dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Kondisi sungai dengan tipe 1, tipe 2, dan tipe 3 apabila disertai dengan perubahan tata guna lahan pada daerah aliran sungai, longsoran tebing dan/atau bukit serta pengaruh gunung berapi pada umumnya dapat menyebabkan terjadinya banjir bandang.

Sebagai bahan analisis penyebab kejadian banjir terkait dengan pengaruh fisiografi antara lain diperlukan:

- a. Data kemiringan dasar sungai;
- b. Peta lokasi rawan longsor;
- c. Peta kemiringan lereng daerah aliran sungai;

- d. Status gunung berapi pada daerah aliran sungai;
- e. Peta penggunaan lokasi pada setiap daerah aliran sungai;

3. Pengaruh sedimentasi sungai

Beban sedimentasi sungai mengalir bersama aliran sungai dalam bentuk melayang bercampur dengan debit air sungai dan bergerak pada dasar sungai dalam bentuk sedimen dasar sungai.

Sedimentasi atau pengendapan pada sungai akan terjadi apabila kapasitas angkut sungai berkurang sebagai akibat dari bertambahnya kandungan sedimen dan/atau berkurangnya kecepatan aliran sungai.

Bertambahnya kandungan sedimentasi antara lain disebabkan oleh:

- a. Bertambahnya erosi dari daerah aliran sungai;
- b. Adanya longsoran tebing dan bukit di kanan–kiri sungai;
- c. Degradasi dasar sungai di bagian hulu;
- d. Adanya pengaruh lahan/sedimen dari gunung berapi,

Dengan adanya proses sedimentasi yang terus menerus, akan menyebabkan penurunan daya tampung sungai sehingga menyebabkan banjir.

Pada kasus–kasus tertentu, dalam rangka upaya pengendalian banjir di perkotaan seperti Kota Jakarta telah dilakukan dengan pembesaran tampung lintang sungai dengan memperbesar dan memperdalam sungai dalam bentuk tampang lintang tunggal yang didesain atas dasar debit rencana. Dengan bentuk dan dimensi sungai tunggal yang didesain berdasarkan debit rencana tersebut, akan menyebabkan proses sedimentasi yang terus menerus menuju dimensi sungai yang seimbang. Apabila tidak dilakukan pemeliharaan rutin secara terus menerus dengan pengerukan, maka dimensi sungai akan terus menerus berkurang sebagai akibat proses sedimentasi sehingga akan menyebabkan banjir.

Dimensi sungai yang ideal adalah dimensi sungai dimana palung sungai didesain dengan debit dominan, dan debit banjir rencana akan dialirkan dengan profil sungai ganda dan/atau bertanggul. sebagai bahan analisis penyebab kejadian banjir dan pengaruh sedimentasi antara lain diperlukan data:

- a. Kemiringan dasar sungai;
- b. Dimensi sungai; dan

c. Beban sedimen sungai

Besaran banjir yang akan terjadi adalah sebesar volume banjir yang tidak tertampung pada sungai yang telah mengalami penurunan akibat sedimentasi.

4. Pengaruh sistem drainase dataran banjir yang tidak baik

Sistem drainase pada dataran banjir merupakan suatu sistem pengaturan pengaliran air di dataran banjir dan menjadi satu kesatuan sistem dengan jaringan pengaliran atau sungai yang ada.

Pada daerah–daerah dataran banjir yang sudah dikembangkan untuk keperluan pemukiman dan pertanian, sistem drainase yang ada biasanya dilengkapi dengan tanggul, klep dan/atau sistem pompa.

Dengan pemanfaatan dataran banjir menjadi daerah yang berkembang atau perkotaan yang disertai dengan fasilitas drainase yang kurang memadai, akan mempertinggi resiko bahaya banjir.

Sebagian besar kota–kota di Indonesia pada umumnya berada di daerah dataran banjir dengan sistem drainase yang kurang memadai, sehingga merupakan kota dengan resiko banjir yang sangat tinggi.

Pada umumnya dimensi saluran drainase paling sedikit didesain atas dasar debit rencana 5 (lima) tahunan, sehingga apabila terjadi curah hujan yang menghasilkan debit rencana 5 (lima) tahunan terjadi genangan banjir, maka dapat disimpulkan bahwa sistem drainase yang ada kurang memadai.

5. Pengaruh Pasang Surut

Dataran banjir pada umumnya terbentuk oleh proses sedimentasi sungai, dan kondisinya akan dipengaruhi oleh naik turunnya muka air sungai.

Pada kondisi sungai–sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, maka dengan sendirinya dataran banjir tersebut juga akan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Pada saat debit air sungai kecil, pengaruh pasang air laut pada sungai akan ditandai dengan adanya arus balik dari arah laut menuju ke arah hulu sungai sampai batas tertentu; sedangkan pada saat terjadi banjir dengan debit yang cukup besar pasang air laut akan mempengaruhi ketinggian elevasi muka air banjir sehingga menjadi lebih tinggi. Kenaikan muka air banjir tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh pembendungan dari pengaruh pasang air laut

sehingga kecepatan air banjir menjadi lebih kecil dan kapasitas aliran sungai menjadi berkurang. Hal yang sangat merugikan terhadap pengaruh pasang air laut antara lain adalah:

- a. Bila terjadi pasang air laut maksimum bersamaan dengan datangnya banjir;
- b. Kejadian pasang air laut yang disertai banjir melanda pada daerah yang telah mengalami proses penurunan elevasi tanah (*land subsidence*).

3.1.2 Penyebab Banjir yang Diakibatkan oleh Tindakan Manusia

Banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia antara lain disebabkan oleh:

1. Pengaruh Fungsi Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai merupakan suatu penyangga utama ekosistem sungai. Apabila ada perubahan pemanfaatan daerah aliran sungai dari fungsi lindung menjadi fungsi budidaya, maka akan berpengaruh langsung terhadap ekosistem dan morfologi sungai. Hal yang sering terjadi sebagai akibat perubahan fungsi daerah aliran sungai terhadap sungai antara lain:

- a. Adanya penambahan angka erosi;
- b. Adanya penambahan beban sedimen di sungai;
- c. Adanya kenaikan angka koefisien banjir;
- d. Debit minimum pada musim kemarau akan berkurang; dan
- e. Sering menimbulkan banjir bandang.

Terjadinya kenaikan angka koefisien banjir dan sering timbulnya kejadian banjir bandang akan menyebabkan kenaikan angka kerugian akibat banjir.

2. Pemanfaatan Daerah Dataran Banjir

Dataran banjir adalah dataran di sepanjang kiri dan kanan sungai yang dialiri dan/atau tergenang pada saat terjadi banjir (Q_{50}). Dataran banjir merupakan zona yang sewaktu-waktu dialiri air pada saat banjir dan menjadi daratan pada saat tidak terjadi banjir, sehingga sebagian besar dataran banjir yang ada telah berubah menjadi daerah pemukiman dan perkotaan. Dengan telah berubahnya fungsi dataran banjir, maka pada musim hujan terjadi peningkatan luas genangan banjir dan terjadi peningkatan kerugian apabila terjadi banjir.

3. Sampah

Sampah dapat berasal dari hasil buangan sampah yang masuk ke sungai dan berasal dari masyarakat perkotaan dan/atau pedesaan serta dapat berasal dari daerah aliran sungai bagian hulu yang dapat berupa potongan–potongan kayu dan/atau gerombolan ongkolan batang kayu.

Pengaruh sampah terhadap sungai antara lain:

- a. Dapat mengurangi dimensi sungai; sehingga menyebabkan dan/atau memperbesar kerugian akibat banjir;
- b. Menutup bangunan pengambilan air sungai;
- c. Merusak dan/atau meruntuhkan prasarana sungai (misal jembatan, krib, dll); dan
- d. Mengganggu dan/atau membahayakan navigasi.

4. Bangunan di Sungai

Semua bangunan yang dibangun di sungai termasuk pada dataran banjir apabila tidak direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi sungai termasuk dataran banjir, maka akan menyebabkan banjir dan akan menaikkan kerugian akibat banjir.

Bangunan di sungai yang dapat menimbulkan banjir dan menaikkan kerugian akibat banjir tersebut antara lain:

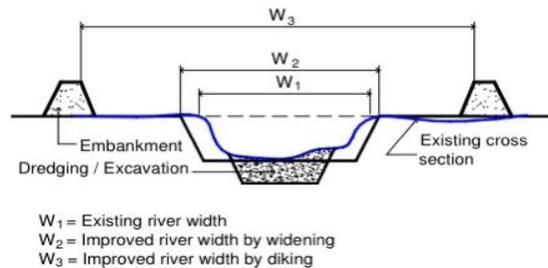
- a. Jembatan yang dibangun dengan bentang yang lebih kecil dari kapasitas sungai;
- b. Bendung tetap yang dibangun terlalu tinggi; dan
- c. Dermaga yang dibangun terlalu panjang, dapat menimbulkan gerusan dan longsoran tebing sungai.

3.2 Upaya Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir merupakan suatu upaya pengendalian daya rusak air yang bertujuan untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh ketinggian muka air. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko banjir adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kapasitas sungai

Kegiatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas sungai adalah dengan pembuatan tanggul, pelebaran sungai, galian kedalaman dan atau kombinasi antar ketiganya.

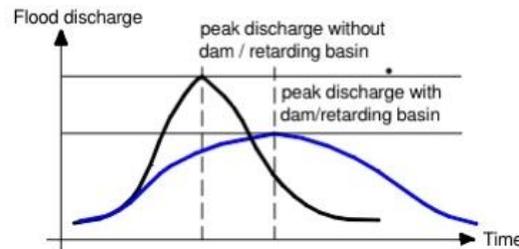


Gambar 3. 1 Ilustrasi Peningkatan Kapasitas Sungai

Sumber: *Technical Standarts and Guidelines for Planning and Design DPWH, JICA, 2002*

2. Memotong debit banjir di hulu

Debit puncak di sungai dapat dipotong dengan adanya fungsi bangunan tampungan, contohnya adalah *long storage*, bendungan, kolam retensi dan lain-lain.

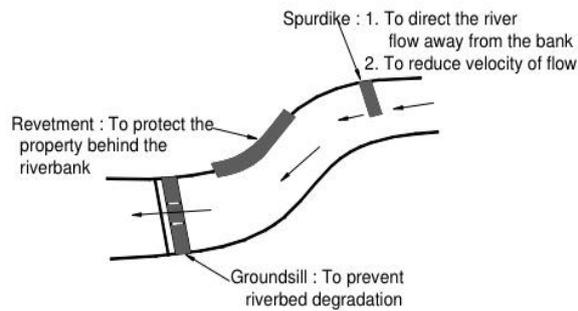


Gambar 3. 2 Ilustrasi Memotong Debit Banjir Hidrograf

Sumber: *Technical Standarts and Guidelines for Planning and Design DPWH, JICA, 2002*

3. Mereduksi banjir di lahan dengan polder dan pompa

Pada beberapa kasus banjir dapat terjadi akibat curah hujan tinggi yang tidak dapat mengalir melalui drainase. Daerah yang tergenang akan dipompa dan diteruskan ke saluran drainase. Contoh kasus pada kejadian ROB dari air laut.

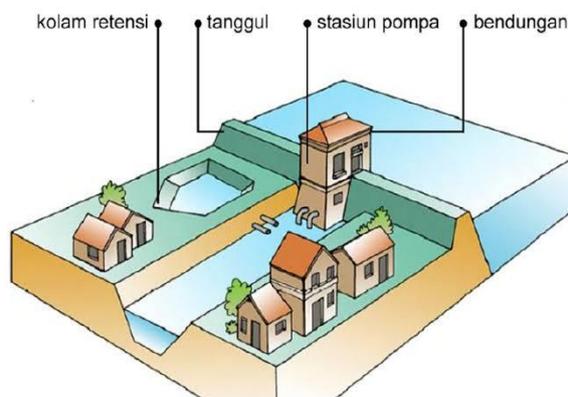


Gambar 3. 3 Ilustrasi Reduksi Banjir di Lahan

Sumber: *Technical Standarts and Guidelines for Planning and Design DPWH, JICA, 2002*

4. Menghindari kelongsoran tebing dan degradasi sungai

Untuk menghindari bahaya degradasi dan kelongsoran pada tebing dapat digunakan dengan upaya mengubah alur sungai, perkuatan tebing, *spurdike*, dan *groundsill*.



Gambar 3. 4 Ilustrasi Pengamanan Tebing dan Dasar Sungai

Sumber: *Technical Standarts and Guidelines for Planning and Design DPWH, JICA, 2002*

3.3 Kriteria Perencanaan Teknis Pengendalian Banjir

3.3.1 Perencanaan Trase / Alinyemen Sungai

Trase/alinyemen sungai adalah garis As sungai yang akan digunakan sebagai acuan arah aliran dan penempatan bangunan sungai. Kriteria perencanaan pada trase sungai Bringin adalah sebagai berikut

1. Alinemen sungai dan/atau tanggul diusahakan selurus mungkin konsisten dengan kondisi topografi, garis batas yang ada, fasilitas bangunan yang ada dan

- kelokan/meander sungai,
2. Untuk meminimalkan pembebasan lahan dan rumah, lebar alur sungai dibatasi oleh kondisi alur yang ada, kecuali apabila kapasitas alur sungai terlalu kecil,
 3. Pada alur sungai yang bermeander, alur sungai diperbaiki dengan menggeser sisi cekung dengan lapisan perkuatan tebing (*revetment*) atau dengan perlakuan yang memadai,
 4. Untuk melindungi dataran banjir dari genangan banjir dibuat tanggul pada kedua sisinya,
 5. Pada pertemuan dengan sungai utama harus diperhatikan alinemen sungai utama.

3.3.2 Perencanaan Penampang Sungai

Rencana perbaikan alur dilakukan dengan perbaikan penampang melintang sungai yang kurang memadai dalam melewati aliran banjir. Perencanaan penampang melintang sungai dimaksudkan untuk mendapatkan penampang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penampang yang ideal yang dimaksudkan merupakan penampang yang stabil terhadap perubahan akibat pengaruh erosi maupun pengaruh pola aliran yang terjadi. Sedangkan penggunaan lahan yang efisien dimaksudkan untuk memperhatikan lahan yang tersedia, sehingga tidak menimbulkan permasalahan terhadap pembebasan lahan. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam mendesain bentuk penampang melintang sungai adalah perbandingan debit dominan dan debit banjir.

Bentuk penampang melintang sungai direncanakan dengan bentuk tunggal dan ganda. Bentuk penampang tunggal direncanakan pada ruas sungai yang memiliki kapasitas yang mendekati debit rencana yang ada, sedangkan penampang ganda direncanakan pada ruas sungai yang kapasitas relatif kecil dibanding debit banjirnya. Penampang ganda direncanakan memiliki 2 (dua) penampang, yaitu penampang 1 (bawah) dan penampang 2 (atas). Penampang 1 (bawah) direncanakan untuk mengalirkan debit Q_{2th} , sedangkan penampang 2 (atas) direncanakan untuk mengalirkan debit Q_{50th}

Rencana penampang sungai disusun dengan mempertimbangkan beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Alur sungai mampu melewati debit banjir rencana,
2. Dasar sungai perlu juga dipertimbangkan terhadap bahaya gerusan,
3. Tampang melintang sungai terdiri dari tipe tunggal dan tipe ganda dengan muka air rendah dan tinggi terkait dengan stabilisasi alur sungai terhadap variasi debit pada musim kemarau dan penghujan.
4. Tinggi jagaan sebesar 0,6 m untuk perencanaan antara muka air tertinggi dengan puncak tanggul
5. Tanggul dengan lebar puncak 3,0 m dan kemiringan 1 : 1
6. Perkuatan tebing terdiri dari pelindung lereng dan kaki.

3.3.3 Perencanaan Perkuatan Lereng/Tebing Sungai

Perkuatan lereng direncanakan pada tebing sungai dan lereng tanggul. Perkuatan lereng tebing sungai dimaksudkan untuk melindungi tebing sungai terhadap gerusan arus sungai dan mencegah proses meander pada alur sungai. Perkuatan tebing sungai direncanakan dengan pasangan batu. Sedangkan perkuatan lereng pada tanggul dimaksudkan melindungi lereng tanggul terhadap gerusan arus sungai. Perkuatan lereng tanggul direncanakan dengan gebalan rumput.

3.3.4 Perencanaan Tanggul/Parapet/Sheet Pile

Tanggul dimaksudkan untuk melindungi daerah di sisi sungai dari peluapan/limpasan air. Tanggul dibuat dengan konstruksi urugan tanah dengan bahan urugan memanfaatkan material hasil galian dalam alur dan bantaran sungai.

Trase tanggul ditempatkan pada kedudukan fondasi yang kedap air dan diusahakan menghindari fondasi tanah yang lemah. Trase tanggul ditempatkan pada penampang basah yang paling efektif dengan kapasitas pengaliran maksimum. Trase tanggul diusahakan paralel dengan trase sungai dan menghindari adanya perubahan lebar sungai yang mendadak. Pembuatan tanggul direncanakan dengan bantaran 4 meter, sehingga jarak antara tepi alur dan kaki tanggul cukup lebar.

Tinggi jagaan adalah tambahan tinggi pada tanggul yang dimaksudkan untuk menampung loncatan air (run up), ombak/gelombang, dan loncatan hidraulik akibat banjir. Tinggi jagaan minimum untuk sungai dikaitkan dengan debit rencana sungai dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tinggi Jagaan Minimum

Debit banjir rencana m ³ /dt)	Lebih kecil dari 200	200-500	500-2000	2000-5.000	5000-10.000	Lebih besar dari 10.000
Angka untuk ditambahkan diatas elevasi muka air banjir rencana. (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0

Sumber : Perbaikan dan Pengaturan Sungai, Suyono Sosrodarsono dan Masateru Tominaga, 1994

Rencana tanggul dibuat dengan lebar 3.0 m yang digunakan untuk jalan inspeksi dan kemiringan talud 1:1 yang ditutup dengan gebalan rumput. Untuk sarana jalan inspeksi dan dapat dikembangkan menjadi sarana transportasi tanggul dapat dilengkapi dengan pelebaran setiap 250/500 m sepanjang 10 m untuk keperluan jika berpapasan dengan kendaraan lainnya.

Tabel 3. 2 Lebar Minimum Tanggul

Debit banjir rencana (m ³ /dt)	Lebar mercu (m)
Lebih kecil dari 500	3
Lebih besar dari 500 Tetapi lebih kecil dari 2.000	4
Lebih besar dari 2.000 Tetapi lebih kecil dari 5.00	5
Lebih besar dari 2.000 Tetapi lebih kecil dari 10.000	6
Lebih besar dari 10.000	7

Sumber : Perbaikan dan Pengaturan Sungai, Suyono Sosrodarsono dan Masateru Tominaga, 1994

3.4 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Pemasukan data geografis dalam SIG berupa data grafis, yaitu peta batas sub DPS, peta tataguna lahan, peta kemiringan lahan, peta infiltrasi tanah, dan peta topografi.

Digitasi dilakukan dengan cara menelusuri delienasi yang dibuat pada peta analog sehingga seluruhnya dipindahkan kedalam komputer dengan perantara meja

digitizer. Proses digitasi dilakukan dengan memanfaatkan fasilitas ADS (*Arc Digitize System*) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan titik-titik kontrol dengan maksud agar koordinat pada peta dapat dipindahkan pada sistem koordinat yang dimiliki *digitizer*. Pada studi ini digunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*).
2. Digitasi dilakukan dengan menelusuri kenampakan di peta yang berupa titik, garis dan area dengan alat penelusur pada meja *digitizer*. Setiap kenampakan diberikan kode/ID yang berbeda. Perbedaan kode/ID ini diberikan untuk mempermudah pemanggilan salah satu kenampakan/objek. Setelah proses ini selesai, setiap kenampakan di peta disimpan dalam bentuk segmen.

Satuan pemetaan peta tematik harus ditentukan nilainya (*score*) agar dapat dipadukan dengan peta yang lain untuk tujuan analisis. Data atribut adalah suatu informasi dari suatu data grafis (titik, garis, ataupun area) yang disimpan dalam format data tabuler. Struktur data atribut ini adalah spesifik dan secara otomatis terkait dengan data grafisnya. Data atribut dasar dapat diperoleh secara otomatis pada waktu menyiapkan data grafisnya. Data atribut yang diperlukan dalam studi ini adalah klasifikasi kelas jenis tanah, kemiringan lahan, bentuk lahan, penutup lahan, infiltrasi tanah.

Kemampuan SIG dapat juga dikenali dari fungsi-fungsi analisis yang dapat dilakukannya. Secara umum terdapat dua jenis fungsi analisis dalam SIG yang meliputi fungsi analisis spasial dan fungsi analisis atribut (basis data atribut).

Fungsi analisis data atribut terdiri dari operasi dasar sistem pengelolaan basis data/ *Database Management System (DBMS)* dan perluasannya yang meliputi:

1. Operasi dasar basis data yang mencakup :
 - a. Membuat basis data baru (*create database*)
 - b. Menghapus basis data (*drop database*)
 - c. Membuat tabel basis data (*create table*)
 - d. Menghapus tabel basis data (*drop table*)
 - e. Mengisi dan menyisipkan data (*record*) kedalam tabel (*insert*).
 - f. Membaca dan mencari data (*field* atau *record*) dari tabel basis data (*seek, find, search, retrieve*).

- g. Mengubah dan meng-*edit* data yang terdapat di dalam tabel basis data (*update, edit*).
 - h. Membuat indeks untuk setiap tabel basis data
2. Perluasan operasi basis data :
- 1. Membaca dan menulis basis data kedalam basis data yang lain (*export/import*)
 - 2. Dapat berkomunikasi dengan sistem basis data yang lain (misalkan dengan menggunakan *driver ODBC*)
 - 3. Dapat menggunakan bahasa basis data standard *SQL (structure query language)*
 - 4. Operasi-operasi atau fungsi analisis lain yang rutin digunakan dalam sistem basis data.

Fungsi analisis spasial dari SIG terdiri dari :

- 1. Klasifikasi (*reclassify*) : fungsi ini mengklasifikasikan atau mengklasifikasi kembali suatu data spasial/atribut menjadi data spasial yang baru dengan menggunakan kriteria tertentu. Misalnya, dengan menggunakan data spasial ketinggian dari permukaan bumi (topografi) dapat diturunkan data spasial kemiringan atau gradien permukaan bumi yang dinyatakan dalam prosentase nilai-nilai kemiringan. Nilai-nilai prosentase kemiringan ini dapat diturunkan lagi menjadi data spasial baru yang dapat digunakan untuk merancang perencanaan suatu pengembangan wilayah.
- 2. *Network* (jaringan) : fungsi ini merujuk kepada data-data spasial yang berupa titik-titik atau garis-garis sebagai suatu jaringan yang tidak terpisahkan. Fungsi ini sering digunakan dalam bidang transportasi dan *utility* misalnya : aplikasi jaringan kabel, jaringan listrik, komunikasi telepon, pipa air, saluran pembuangan, jaringan drainase perkotaan.
- 3. *Overlay* (tumpang susun) : fungsi ini menghasilkan data spasial baru dari minimal dua data spasial yang menjadi masukannya. *Overlay* suatu data grafis adalah untuk menggabungkan antara dua atau lebih data grafis untuk dapat diperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan gabungan dari beberapa data grafis tersebut. Untuk dapat melakukan tumpang susun, maka antara dua data grafis tersebut harus mempunyai sistem koordinat yang sama.

Terdapat empat cara melakukan tumpang susun data grafis yang dapat dilakukan pada perangkat lunak Arc/Info dan ArcView yaitu :

- a. *Identity* adalah tumpang susun antara dua data grafis dengan menggunakan data grafis pertama sebagai acuan batas luarnya. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan ditumpang susunkan tidak sama, maka batas luar yang akan digunakan adalah batas luar data grafis pertama.
 - b. *Union* adalah tumpang susun yang berupa penggabungan antara dua data grafis. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan ditumpang susunkan tidak sama maka batas luar yang baru adalah gabungan antara batas luar data grafis yang pertama dan atau gabungan batas batas paling luar.
 - c. *Intersection* adalah tumpang susun antara dua data grafis tetapi apabila batas luar dari dua data grafis tersebut tidak sama, maka yang dilakukan tumpang susun hanya pada daerah yang bertampalan.
 - d. *Update* merupakan salah satu fasilitas untuk menumpang susunkan dua data grafis dengan menghapus informasi grafis pada coverage input dan diganti dengan informasi dari informasi coverage update.
4. *Buffering* : fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk poligon atau zone dengan jarak tertentu dari data spasial yang menjadi masukannya. Data spasial titik akan menghasilkan data spasial baru yang berupa lingkaran-lingkaran yang mengelilingi titik-titik pusatnya. Untuk data spasial garis maka akan menghasilkan lingkaran-lingkaran yang melingkupi garis-garis. Demikian pula untuk data spasial poligon.
 5. *3D analysis* : fungsi ini terdiri dari sub-sub fungsi yang berhubungan dengan presesntasi data spasial dalam ruang 3 dimensi. Fungsi analisis spaisal ini banyak menggunakan fungsi interpolasi sebagai contoh untuk menampilkan data spasial ketinggian, tataguna tanah, jaringan jalan dan *utility* dalam bentuk 3 dimensi.
 6. *Digital Image processing* : fungsi ini dimiliki oleh SIG yang berbasiskan raster, karena data spasial permukaan bumi citra digital banyak didapat dari perekaman data satelit yang berformat raster. Perangkat SIG yang dilengkapi dengan fungsi

ini memiliki banyak sub fungsi analisa citra digital. Misalkan fungsi untuk koreksi radiometrik, *filtering*, *clustering* dan sebagainya.

3.5 Penilaian Kerugian Akibat Bencana Alam Metode ECLAC

Pada tahun 1972 memperkenalkan salah satu metode yang disebut dengan metode ECLAC. Metode ini digunakan untuk menghitung kerusakan dan kerugian bencana yang terjadi di Amerika latin pada saat itu dan diadopsi serta diadaptasi oleh pemerintah Indonesia untuk menghitung kerusakan dan kerugian akibat bencana tsunami di Aceh tahun 2004. Lebih dari pada itu, dalam paparan konseptual Jovel (2007) menjelaskan bahwa ECLAC mencakup stok fisik dan aliran (*flow*) yang mengukur kerusakan aset dan perubahan/kerugian dalam aliran ekonomi, menggunakan sistem neraca pendapatan nasional, pendekatan asesmen atas dasar sektoral (“*bottom up*”) yang dijumlahkan untuk mendapatkan nilai total dampak bencana, analisis dampak bencana pada variabel-variabel makro ekonomi dan pendapatan perseorangan.

Metode ECLAC menganalisis tiga aspek utama, yaitu kerusakan, kerugian dan dampak ekonomi. Kerusakan (dampak langsung), merupakan dampak terhadap *asset*, saham, properti yang dinilai dengan harga unit penggantian (bukan rekonstruksi) yang disepakati. Kerugian (dampak tidak langsung), merupakan proyeksi hambatan produktivitas akibat *asset* yang rusak atau hilang akibat bencana, seperti potensi pendapatan yang berkurang, pengeluaran yang bertambah dan lain-lain selama beberapa waktu hingga *asset* dipulihkan berdasarkan nilai saat ini. Sedangkan dampak ekonomi (kadang disebut dampak sekunder) meliputi dampak fiskal, dampak pertumbuhan PDB, dan lain-lain. Metode ini dimaksudkan menyediakan sebuah penilaian awal mengenai kerusakan dan kehilangan setelah terjadi suatu bencana untuk mengidentifikasi kebutuhan pemulihan yang segera harus dilakukan ataupun kebutuhan pembangunan kembali (rekonstruksi) dalam jangka panjang. Penilaian kerusakan dan kerugian (*Damage and Loss Assessment*) merupakan tahap awal dari upaya pemulihan pasca bencana melalui kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi yang berjangka menengah sampai panjang. Tujuan dari penilaian kerusakan dan kerugian yaitu menilai kerusakan yang terjadi pada prasarana dan sarana publik dan non-publik, menilai kerugian yang terjadi dan

dampaknya terhadap masyarakat, daerah dan Negara serta menilai pengaruh kerusakan terhadap kelembagaan pemerintahan, sekaligus mengantisipasi resiko terjadinya konflik, pelanggaran hukum dan penyimpangan.

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data primer dan sekunder. Berdasarkan Metode ECLAC, data primer yang perlu dikumpulkan adalah data sektor berdasarkan pengelompokan yang telah disesuaikan dengan kondisi setempat wilayah yang terkena dampak bencana dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Daftar Sektor Kerusakan Satuan (Unit)/Harga dan Estimasi Kerusakan

Sektor	Sub Sektor	Rusak Total	Rusak Sedang	Rusak Ringan	KET
Perumahan	Perumahan	Rp20.000.000	Rp10.000.000	Rp2.500.000	Mengacu ke pernyataan
	Prasarana Lingkungan Perumahan	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Mengacu Pada Pengalaman Rehap
Pra sarana Publik	Transportasi Darat	Unit x Harga Satuan x 60-70% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 40-50% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 20-30% (depresiasi aset)	Mengacu Pada Standar Rata-rata dari Dep PU
	Transportasi Laut				
	Energi				
	Pos Dan Telekomunikasi				
	Air dan Sanitasi				
Infrastruktur Pertanian					
Sosial	Kesehatan	Unit x Harga Satuan x 60-70% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 40-50% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 20-30% (depresiasi aset)	Bila Tidak Ada Data Dari Instasi Terkait atau Untuk Cek Nilai
	Pendidikan				
	Agama				
	Panti Sosial				
	Budaya dan Bangunan Bersejarah				
Lembaga Sosial					
Ekonomi	Pertanian	Unit x Harga Satuan x 60-70% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 40-50% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 20-30% (depresiasi aset)	Bila Tidak Ada Data Dari Instasi Terkait atau Untuk Cek Nilai
	Perikanan				
	Industri Kecil dan menengah				
	Perdagangan (Pasar)				
Pariwisata					
Lintas Sektor	Lingkungan Hidup	Unit x Harga Satuan x 60-70% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 40-50% (depresiasi aset)	Unit x Harga Satuan x 20-30% (depresiasi aset)	Bila Tidak Ada Data Dari Instasi Terkait atau Untuk Cek Nilai
	Pemerintahan				
	Sektor keuangan Perbankan				
	Ketertiban dan Keamanan				

Sumber : Perka BNPB No.11 Tahun 2008

Tabel 3. 4 Pendekatan Perhitungan Nilai Kerugian

Sektor	Nilai Kerugian
Perumahan dan Prasarana pemukiman	Tidak dihitung.
Prasarana Publik	Dihitung terhadap potensi berkurangnya pendapat dan atau hilang/berkurangnya produktivitas dalam jangka waktu tertentu.
Sosial	Dihitung dengan pendekatan bertambahnya biaya operasional dalam waktu tertentu.
Ekonomi	Dihitung terhadap potensi berkurangnya pendapatan dan atau hilang/berkurang produktifitas dalam jangka waktu tertentu.
Lintas Sektor	Dihitung terhadap potensi berkurangnya pendapatan dan atau hilang/berkurangnya produktivitas dalam jangka waktu tertentu.

Sumber : Perka BNPB No.11 Tahun 2008

Tabel 3. 5 Perhitungan *Damage* dan *Loss*

No	Indicator/kategori	Nilai Kerugian
1	Gedung Umum (GU)	Rp 100.000.000/Unit
2	Jembatan (JBT)	Rp 1.000.000.000/Unit
3	Jaringan Listrik (JLIS)	Rp 6.000.000/Tiang
4	Mata Air Bersih (MAB)	Rp 2.000.000/Unit
5	Mandi Cuci Kakus (MCK)	Rp 7.000.000/Unit
6	Perdagangan Umum (PU)	Rp 1.800.000/Unit
	Jalan Kabupaten (JK)	Rp 1.000.000.000/Km ²
	Jalan Lingkungan (JL)	Rp 500.000.000/Km ²
	Pemukiman Permanen (PPM)	Rp 1.800.000/m ² + 5%(kerugian)
	Talud Permanen (TLP)	Rp 500.000/m ³

Sumber : Modul BNPB Pengembangan Skenario Rencana Kontinjensi, 2010

3.6 Manfaat (*Benefit*)

3.6.1 Definisi Manfaat (*Benefit*)

Istiarni (2014) menyatakan persepsi atas manfaat adalah bagaimana tingkat kepercayaan pengguna, dengan menggunakan suatu produk yang ditawarkan mereka akan merasakan manfaat dari penggunaan pada produk tersebut. *Perceived benefit* (persepsi manfaat) adalah nilai moneter yang didapat dari kumpulan manfaat secara ekonomi, fungsional, serta psikologis yang diharapkan oleh para pelanggan dari suatu penawaran pasar yang diakibatkan oleh produk, jasa dan personel, serta citra yang terlibat. Chaabane dan Pierre (2010) menyatakan nilai Hedonik dari manfaat yaitu pengalaman, emosi, dan secara pribadi manfaat dalam kepuasan belanja, penggunaan media dapat meningkatkan kesetiaan penggunaan pada seseorang. Sedangkan manfaat dalam kegiatan proyek adalah penerimaan (*revenue*) yang dihasilkan sebelum dikurangi dengan biaya-biaya yang dikeluarkan.

3.6.2 Jenis Manfaat (*Benefit*)

Menurut Mangkoesoebroto, (1998), Musgrave and Musgrave, (1989) manfaat dapat dibedakan menjadi:

1. Manfaat langsung (*direct benefits*)

Manfaat yang diterima akibat dari adanya proyek, seperti naiknya suatu nilai hasil produksi pada barang dan jasa, perubahan suatu bentuk, turunnya biaya-biaya, dan lain sebagainya. Kenaikan nilai pada hasil produksi dapat disebabkan karena meningkatnya jumlah kuantitas dan kualitas dari suatu produk akibat dari adanya proyek. Contohnya: kenaikan hasil produksi sawah akibat modernisasi irigasi, pengurangan biaya transportasi akibat pembangunan jembatan, dan lain-lain.

2. Manfaat tidak langsung (*indirect benefits*)

Manfaat yang timbul akibat dampak yang bersifat *multiplier effects* dari pembangunan proyek terhadap kegiatan pembangunan lain. Contohnya: pembangunan jembatan baru mengakibatkan pembangunan pasar dan area perdagangan di sekitar jembatan tersebut, pembangunan waduk berdampak pada kegiatan ekonomi wisata di sekitar waduk tersebut.

3.6.3 Macam Manfaat (*Benefit*) Berdasarkan Dapat Tidaknya Diukur dengan Uang

Menurut Choliq et al. (1999), Umumnya jenis-jenis manfaat dibagi menjadi dua kelompok dasar yaitu manfaat yang berwujud (*tangible benefit*) dan manfaat yang tidak berwujud (*intangible benefit*).

Manfaat yang berwujud (*tangible benefit*) cenderung dapat diukur dengan jelas dalam evaluasi atau dapat diartikan sebagai keuntungan dari penghematan dan peningkatan produksi sehingga dapat dinilai dengan uang

Manfaat yang tidak berwujud (*intangible benefit*) sulit untuk diukur, dengan kata lain dapat diartikan keuntungan yang timbul tidak dapat dinilai dengan uang. Contohnya pengendalian banjir memberikan rasa aman pada masyarakat yang terdampak.

Pada proyek pengendalian banjir merupakan proyek yang lebih mengarah pada manfaat yang tidak berwujud (*intangible benefit*). Ada 2 (dua) macam manfaat yang didapatkan dari proyek pengendalian banjir, yaitu:

1. Menghindari terjadinya kerugian yang diakibatkan oleh banjir
2. Meningkatkan hasil produksi (pertanian dan perdagangan) pada area yang dilindungi.

3.7 Biaya (*Cost*)

3.7.1 Definisi Biaya (*Cost*)

Mulyadi membedakan bagaimana pengertian biaya dalam arti luas dan arti sempit sebagai berikut (Mulyadi, 2012:3): dalam arti luas “biaya adalah pengorbanan sumber ekonomis yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau mungkin terjadi untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam arti sempit biaya merupakan bagian dari harga pokok yang dikorbankan dalam usaha untuk memperoleh penghasilan”.

Supriyono juga membedakan biaya dengan dua pengertian yang berbeda yaitu biaya dalam arti *cost* dan biaya dalam arti *expense* (Supriyono: 14): “Biaya dalam arti *cost* (harga pokok) adalah jumlah yang dapat diukur dalam satuan uang dalam rangka pemilikan barang dan jasa yang diperlukan perusahaan, baik pada masa lalu (harga perolehan yang terjadi) maupun masa yang akan datang (harga

perolehan yang akan terjadi). Sedangkan *expense* (beban) adalah Biaya yang dikorbankan atau dikonsumsi dalam rangka memperoleh pendapatan (*revenues*) dalam suatu periode akuntansi tertentu”. Dari definisi-definisi biaya yang telah disebutkan di atas maka dapat disimpulkan bahwa biaya merupakan pengorbanan yang harus dilakukan untuk setiap transaksi pendapatan dan diukur dengan pengeluaran barang dan jasa yang disandingkan dengan penghasilan untuk menentukan keuntungan yang diperoleh pada suatu periode tertentu.

3.7.2 Penggolongan Biaya (*Cost*)

Penggolongan adalah kegiatan pengelompokan pada seluruh elemen yang akan masuk dalam golongan-golongan tertentu, yang lebih ringkas sehingga dapat memberikan informasi biaya yang lebih berarti (Supriyono, 2011:16).

Dalam hubungan dengan sesuatu yang dibiayai, biaya dapat di kelompokkan menjadi dua golongan:

1. Biaya Langsung (*Direct Costs*)

Biaya langsung adalah biaya yang terjadi, yang disebabkan karena adanya sesuatu yang harus dibiayai. Jika sesuatu yang harus dibiayai itu tidak ada, maka biaya tidak akan terjadi. Dengan demikian biaya langsung akan mudah diidentifikasi dengan sesuatu yang dibiayai dan dapat ditelusuri kemampuan pada pembebanan biaya secara langsung pada suatu objek dengan cara ekonomis. Biaya langsung ini berhubungan erat dengan kepentingan kegiatan proyek, seperti biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan proyek dan lainnya.

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang terjadi bukan hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai. Biaya tidak langsung dalam hubungannya dengan produk disebut dengan istilah biaya produksi tidak langsung atau biaya *overhead* pabrik (*Factory Overhead Cost*). Menurut Samryn (2002: 36) “biaya tidak langsung meliputi biaya-biaya yang tidak dapat dengan mudah ditelusuri hubungannya dengan objek yang dibiayainya. Biaya tidak langsung merupakan istilah biaya manufaktur yang terkait dengan objek biaya atau barang dalam proses kemudian menjadi barang jadi, namun tidak dapat dilacak oleh objek biaya secara ekonomis”.

Dari penggolongan tersebut, dapat disimpulkan bahwa biaya langsung dan biaya tidak langsung merupakan klasifikasi dari elemen-elemen biaya yang dibebankan pada objek biaya suatu kegiatan proyek.

3.8 Kelayakan Ekonomi

Menganalisa kelayakan ekonomi harus dilakukan untuk komponen yang balik modal (*cost recovery*). Investasi ekonomi dapat dikatakan layak apabila mempunyai kelayakan ekonomi dan keuangan besar dari 10 %. Karena beberapa jenis investasi ada yang berfungsi ganda yaitu sebagai fungsi sosial dan fungsi ekonomi, maka kelayakan dihitung dalam bentuk:

1. Kelayakan Ekonomi yang meliputi semua biaya yang dikeluarkan baik *tangible* maupun *intangible* dan membandingkannya dengan semua manfaat yang diperoleh baik *tangible* maupun *intangible*. Dalam hal ini semua biaya sesuai dengan rencana dijadikan komponen biaya dan komponen manfaat diperoleh dari tarif atau harga barang/jasa investasi. Kelayakan ekonomi biasanya ditunjukkan oleh EIRR (*economic internal rate of return*) atau biasanya disebut juga IRR (*internal rate of return*).
2. Kelayakan Keuangan (*Finansial*), yang meliputi semua biaya yang dikeluarkan dan membandingkannya dengan semua manfaat yang diperoleh dalam bentuk aliran uang yang dikeluarkan maupun yang diterima. Dalam hal ini semua biaya sesuai dengan rencana dijadikan komponen biaya dan komponen manfaat diperoleh dari tarif atau harga barang/jasa investasi. Kelayakan keuangan biasanya ditunjukkan oleh FIRR (*financial internal rate of return*).

Kelayakan ekonomi didefinisikan sebagai kelayakan bagi semua pihak yang memanfaatkan, baik langsung maupun tidak langsung dari suatu pembangunan atau pengembangan suatu sistem sungai. Dalam kaitannya terhadap analisis ekonomi, manfaat (*benefit*) yang diperoleh semestinya lebih besar jika dibandingkan dengan biaya (*cost*) yang dikeluarkan. Oleh karena itu, perhitungan manfaat merupakan faktor vital dalam memutuskan apakah suatu rencana pembangunan atau pengembangan

Suatu rencana kegiatan disebut layak secara ekonomi apabila tambahan manfaat yang diterima oleh masyarakat akibat adanya suatu kegiatan lebih besar dari biaya

rencana kegiatan. Kriteria yang digunakan dalam analisis financial dan analisis ekonomi antara lain (1) nilai sekarang bersih (*net present value*, NPV), (2) rasio manfaat-biaya bersih (*net benefit cost-ratio*, Net B/C), dan (3) tingkat pengembalian internal (*internal rate of return*, IRR)

a. Nilai Sekarang Bersih (*Net Present Value*, NPV),

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

Dimana :

- Bt = Benefit pada tahun ke-t
 Ct = Biaya pada tahun ke-t
 t = Lamanya waktu investasi
 i = Tingkat bunga

b. Rasio Manfaat-Biaya Bersih (*Net Benefit Cost-Ratio*, Net B/C)

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}}$$

Dimana :

- Bt = Benefit pada tahun ke-t
 Ct = Biaya pada tahun ke-t
 i = tingkat bunga yang berlaku
 t = jangka waktu proyek/usaha tani
 n = umur proyek/usaha tani
 B/C > 1 = memberikan manfaat

c. Tingkat Pengembalian Internal (*Internal Rate of Return*, IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1)$$

- Dimana :
 NPV₁ = Perhitungan NPV positif mendekati nol dengan bunga modal sebesar i₁ persen

NPV_2 = Perhitungan NPV negatif mendekati nol dengan bunga modal sebesar i_2 persen

i_1 = *Discount factor* (DF) pertama, tingkat bunga yang menghasilkan NPV positif

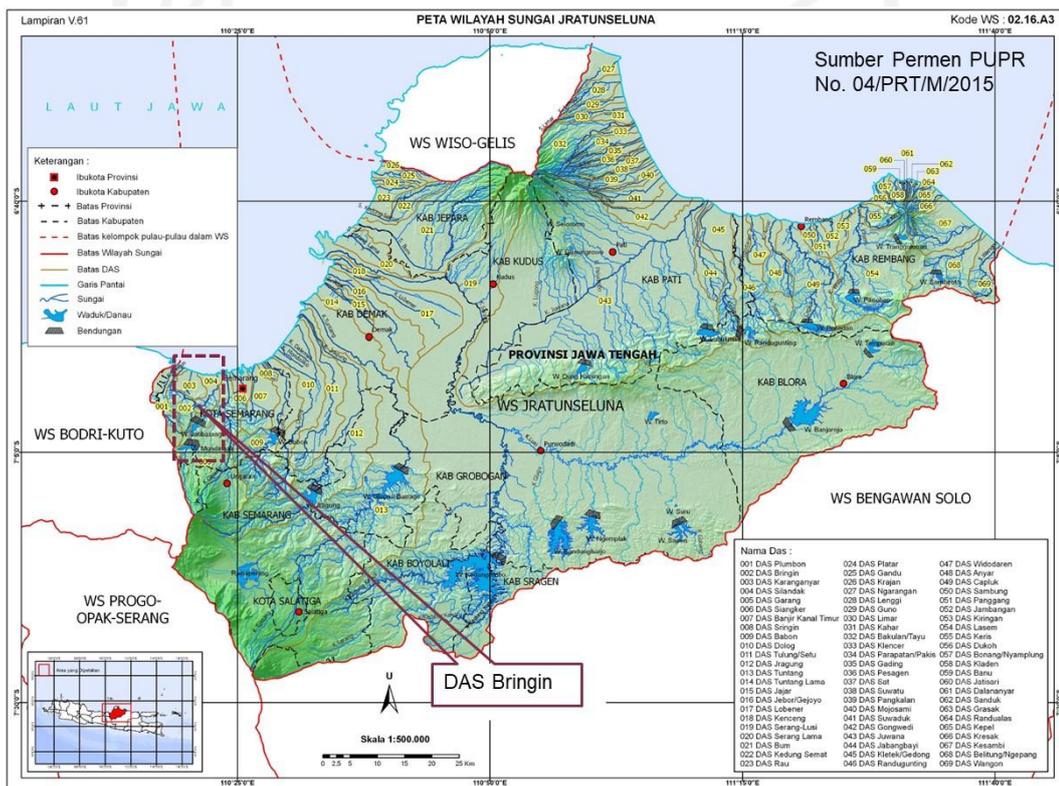
i_2 = *Discount factor* (DF) kedua, tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

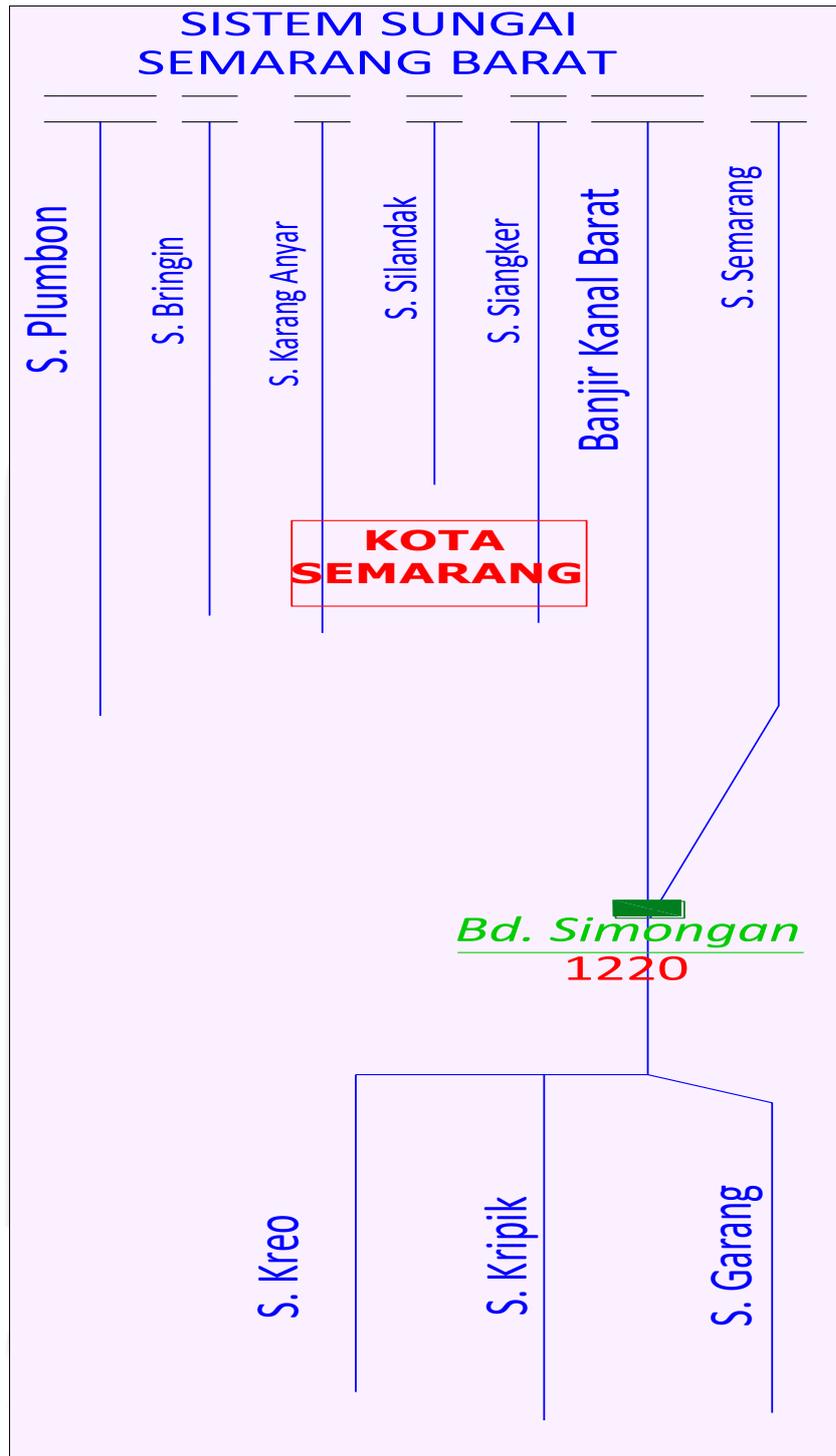
4.1 Lokasi Studi

Sungai Bringin terletak di Kota Semarang, yang berada didalam Wilayah Sungai Jratunseluna. Wilayah Sungai Jratunseluna berada di bawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWSPJ). Hal ini berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No 4 Tahun 2015.



Gambar 4. 1 Lokasi DAS Bringin Berada di Dalam Wilayah Sungai Jratunseluna
Sumber: BBWS Pemali Juana, 2016

Berdasarkan pembagian sistem sungai Wilayah Jratunseluna, Sungai Bringin termasuk di dalam sistem sungai Semarang Barat.



Gambar 4. 2 Sistem Sungai Semarang Barat

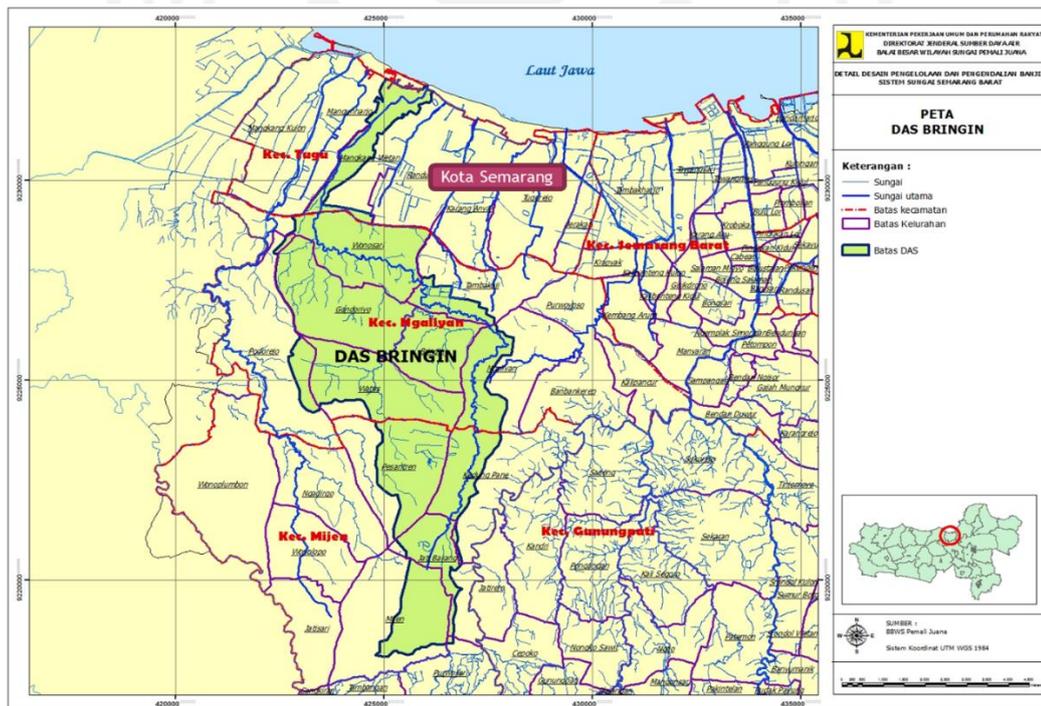
Sumber: BBWS Pemali Juana, 2016

Sistem Sungai Semarang Barat mempunyai 5 (lima) daerah aliran sungai yang terdiri dari:

Tabel 4. 1 DAS di Sistem Sungai Semarang Barat

No.	Nama DAS	Wilayah Administratif	Luas (km ²)
1	DAS Plumbon	Kabupaten Kendal	36.553
		Kota Semarang	
2	DAS Bringin	Kota Semarang	34.013
3	DAS Karanganyar	Kota Semarang	21.143
4	DAS Silandak	Kota Semarang	23.036
5	DAS Garang	Kota Semarang	213.914
		Kabupaten Semarang	
		Kabupaten Kendal	
6	DAS Siangker	Kota Semarang	19.266

Sumber : BBWS Pemali Juana, 2016



Gambar 4. 3 Daerah Aliran Sungai (DAS) Bringin

Sumber: BBWS Pemali Juana, 2016

DAS Bringin mempunyai luas sebesar 34,01 km² dengan panjang sungai utama 21,5 km. pada bagian hulu berbatasan di Dusun Tanggulsari dan Pelelasan

Ikan, pada bagian tengah berada di Dusun Kauman, Dusun Pondok Kulon dan Pondok Wetan, sedangkan pada bagian hilir berada di Dusun Ngebrag dan Karangayam. Kemiringan lereng DAS Bringin terjal pada bagian hulu dengan kemiringan 4,8 % dan sedang pada bagian tengah dan hilir masing-masing 3,2% dan 1,1%. Sedangkan pada factor tata guna lahan, hulu didominasi oleh empang dan di bagian tengah didominasi oleh pemukiman dan sawah serta bagian hilir didominasi oleh empang dan pemukiman.

Pada aspek erosi dan sedimentasi, pada bagian hulu material dasar sungai adalah krikil halus dan pasir, longsor tebing sungai tidak terjadi karena sudah ada bangunan pelindung tebing, tidak ada erosi dasar sungai, sedimentasi dasar sungai kecil. Sedangkan pada bagian hilir material dasar sungai adalah pasir sangat halus, longsor tebing sungai bagian kanan kecil dan bagian kiri cukup besar, tidak ada erosi dasar sungai, sedimentasi dasar sungai besar.

4.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam studi ini meliputi:

1. Data genangan banjir

Data genangan banjir didapatkan dari hasil perhitungan dan desain penanganan banjir Sungai Bringin pada tahun 2016 oleh Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. Genangan terjadi pada kedalaman 1 sampai 1,5 meter. Data ini digunakan untuk memetakan kondisi genangan pada wilayah di sekitar Sungai Bringin sehingga diketahui luasan terdampak.

2. Data spasial penggunaan lahan dan administrative

Data spasial penggunaan lahan dan wilayah administratif didapatkan dari Badan Informasi Geospasial berupa *shapefile*, sehingga dapat digunakan untuk *overlay* dengan genangan banjir dan pemetaan lokasi terdampak. Pemetaan ini dimaksudkan untuk menghitung beberapa aspek pada penilaian kerugian dapat berupa bangunan, lahan pertanian, dan jalan raya.

3. Data harga dan estimasi kerusakan

Data harga dan estimasi kerusakan berdasarkan Perka BNPB No.11 Tahun 2008 dan harga satuan dari Dinas Pekerjaan Umum di Kota Semarang. Data ini

diperlukan untuk melakukan perhitungan kerugian ekonomi dan beberapa asumsi yang digunakan.

4. Data desain penanganan banjir Sungai Bringin

Desain penanganan banjir didapatkan dari hasil perhitungan dan desain penanganan banjir Sungai Bringin pada tahun 2016 oleh Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. Kondisi rencana dan infrastruktur yang digunakan beserta kriteria-kriteria desain.

5. Data rencana biaya penanganan banjir

Untuk melakukan penilaian kelayakan ekonomi harus dilakukan berdasarkan perbandingan dari rencana biaya penanganan dengan manfaat yang diperoleh sehingga diperlukan data rencana biaya penanganan banjir Sungai Bringin yang berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana.

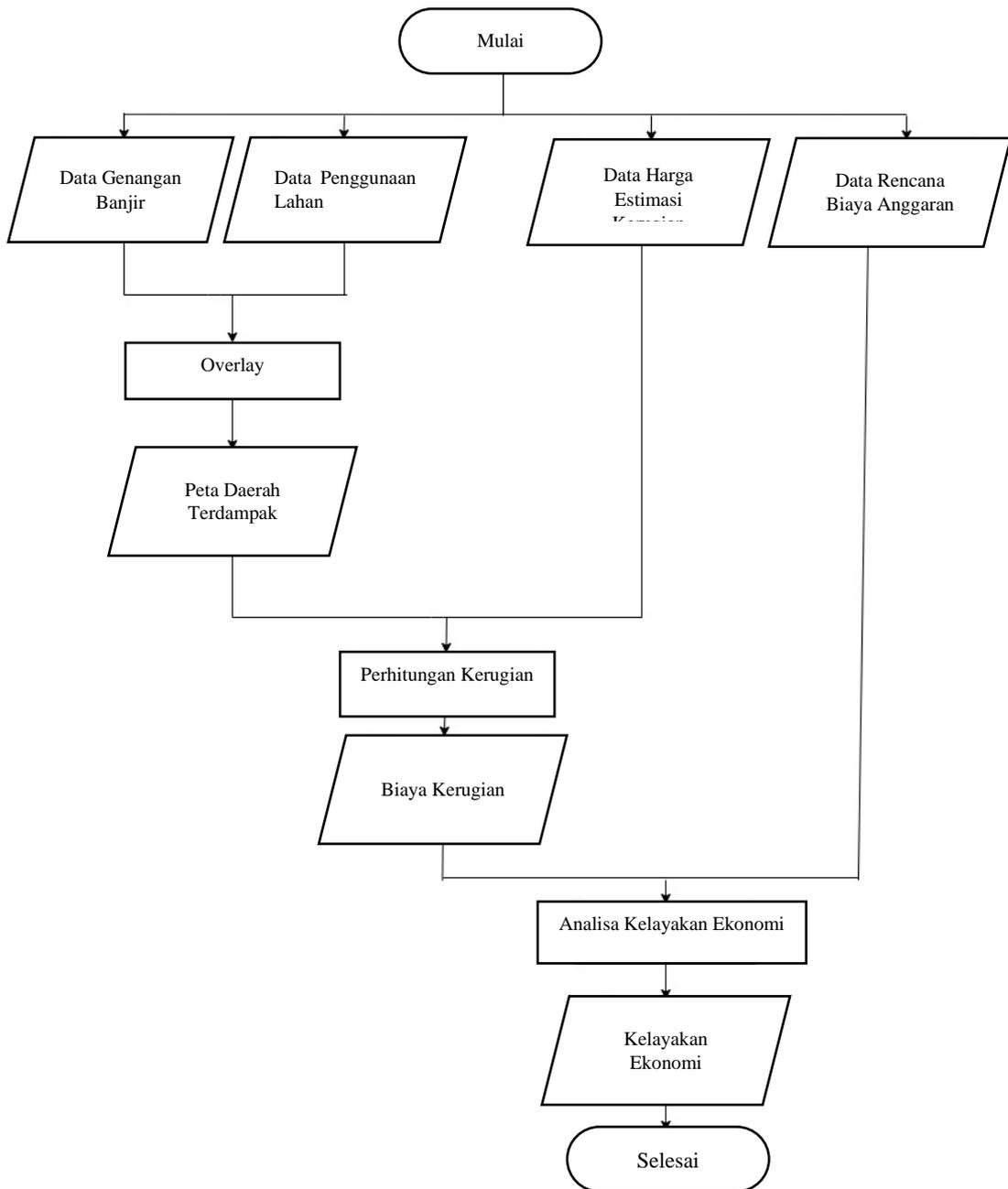
4.3 Langkah-langkah Studi

Langkah-langkah dalam pengerjaan disusun secara sistematis untuk mempermudah penyelesaian pada kajian ini. Adapun langkah-langkah pengerjaan adalah sebagai berikut:

1. Membuat peta genangan banjir dari data desain penanganan banjir Sungai Bringin
2. Melakukan overlay antara genangan banjir dan penggunaan kawasan pemukiman dan pertanian
3. Melakukan identifikasi jumlah biaya kerugian akibat banjir pada penggunaan kawasan
4. Melakukan perhitungan biaya kerugian akibat banjir
5. Melakukan analisa kelayakan ekonomi dengan data rencana biaya penanganan banjir Sungai Bringin
6. Penarikan kesimpulan dan rekomendasi upaya alternatif.

4.4 Kerangka Penelitian

Untuk lebih lanjutnya dan lebih mudah difahami, kerangka penelitian dalam pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.

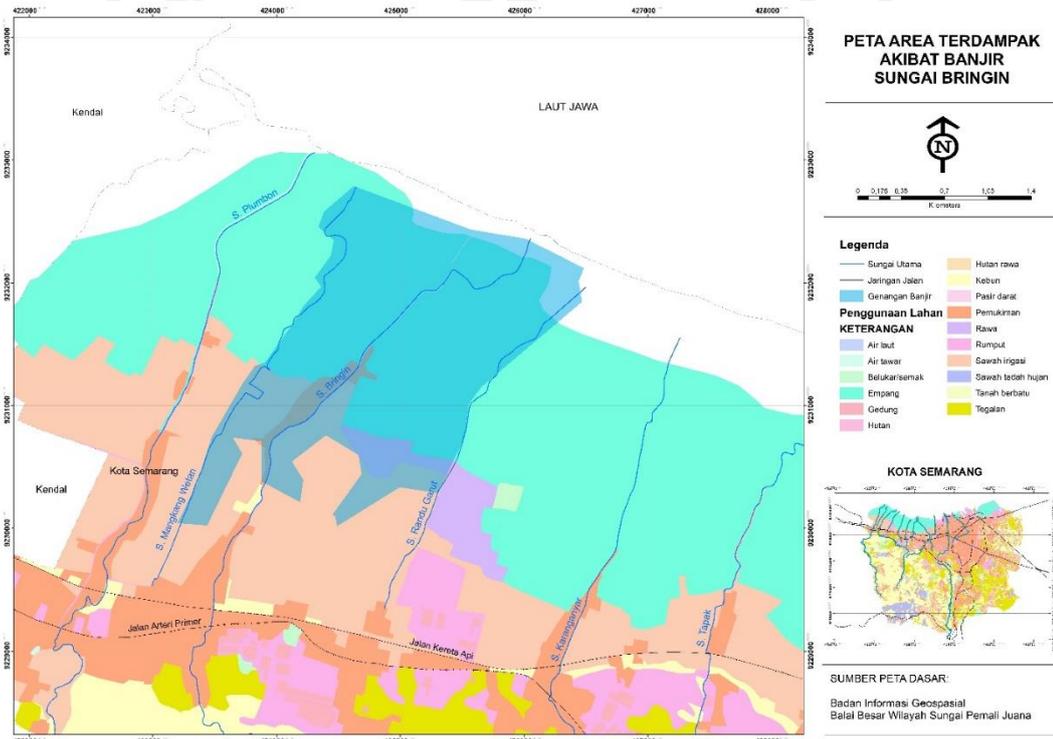


Gambar 4. 4 Diagram Alir Penelitian

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemetaan Lokasi Terdampak

Pemetaan lokasi terdampak berdasarkan hasil *overlay* data genangan banjir yang desain dengan lokasi administratif dan penggunaan lahan pada Sistem Informasi Geografis seperti terlihat pada tabel 5.1. Sehingga akan mendapatkan luasan terdampak beserta aspek lain yang mempengaruhi besarnya kerugian akibat banjir tersebut. Berdasarkan hasil analisa didapatkan hasil seperti gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Peta Genangan Banjir di Sistem Sungai Bringin

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Tabel 5. 1 Luas Area Terdampak Genangan Banjir di Sungai Bringin

Penggunaan Lahan	Luasan (m ²)	Luasan (Ha)
Air tawar	12788	1.28
Empang	2870949	287.09
Pemukiman	156499	15.65

Penggunaan Lahan	Luasan (m2)	Luasan (Ha)
Rumput	177777	17.78
Sawah Irigasi	875576	87.56
Total	4093589	409.36

Sumber : Hasil Analisis, 2020

5.2 Identifikasi Manfaat (*Benefit*) Penanganan Banjir

Sebelum analisis kelayakan dilakukan, terlebih dahulu perlu diteliti dan dianalisis tentang manfaat, yaitu nilai keuntungan langsung maupun tidak langsung dari proyek penanganan banjir Sungai Bringin. Adapun komponen manfaat penanganan banjir yang dikaji dalam analisis kelayakan ini adalah adanya pengurangan frekuensi banjir dan genangan yang diperkirakan akan sejalan dengan tahap pembangunan proyek, sehingga dalam jangka waktu tertentu manfaat akan meningkat secara linier. Manfaat ekonomi dalam penanganan banjir ini dijelaskan dengan berkurangnya nilai kerugian dari masyarakat sebagai dampak positif dari proyek penanganan banjir Sungai Bringin. Beberapa manfaat yang dihasilkan antara lain:

1. Memberikan perlindungan terhadap kerugian yang disebabkan oleh banjir

Banjir dapat mengakibatkan kerusakan yang berdampak terhadap aktifitas masyarakat. Kerugian yang ditimbulkan dapat terjadi pada beberapa sektor termasuk pemukiman, infrastruktur perkotaan, sosial dan sektor-sektor produktif. Kegiatan penanganan banjir Sungai Bringin diharapkan mampu untuk memberikan perlindungan terhadap kerugian yang terjadi.

2. Memberikan rasa aman dan nyaman kepada masyarakat di sekitar Sungai Bringin

Bencana banjir adalah bencana yang sering dijumpai di Indonesia tidak terkecuali di Kota Semarang dan khususnya di daerah Sungai Bringin. Kegiatan penanganan banjir Sungai Bringin bertujuan untuk mencegah terjadinya luapan air sungai yang dapat merugikan masyarakat bahkan menimbulkan trauma. Banjir yang telah ditangani akan menimbulkan rasa aman dan kenyamanan terhadap kehidupan masyarakat.

3. Memberikan akses dan fasilitas terhadap aktifitas masyarakat

Kegiatan penanganan banjir Sungai Bringin merupakan kegiatan normalisasi sungai yang diantaranya dibangun tanggul dan jembatan. Tanggul dan jembatan dapat berfungsi sebagai akses jalan untuk aktifitas masyarakat dalam segala aspek, termasuk perekonomian dan pendidikan.

4. Meningkatkan kepercayaan terhadap pemerintah

Pemerintah mempunyai kewenangan untuk mengatur setiap yang terjadi di wilayah tersebut termasuk tindakan yang dapat mencegah terjadinya bencana banjir kembali. Kegiatan penanganan banjir Sungai Bringin merupakan langkah nyata yang mencerminkan program dari pemerintah terkait. Keberhasilan pemerintah dalam menindaklanjuti penanganan banjir Sungai Bringin akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap pemerintahan.

5.3 Analisa Kerugian Akibat Banjir

Manfaat proyek penanganan banjir di Sungai Bringin sebagai upaya penanggulangan resiko kerugian akibat banjir. Kerugian akibat banjir harus terlebih dahulu dinilai sehingga dapat diketahui besarnya manfaat dari proyek penanganan banjir di Sungai Bringin. Penilaian atas kerusakan dan kerugian ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran kerugian akibat banjir di Sungai Bringin dengan manfaat setelah di lakukannya detail desain pengendalian banjir Sungai Bringin. Dari perbandingan tersebut di dapatkan harga/manfaat yang didapatkan dari terlindunginya wilayah dari serangan banjir yang menyebabkan kerugian materil dan immateril, kemudian menginformasikan kerugian akibat banjir kepada seluruh instansi pemerintah (Pusat dan daerah), legislatif, dan masyarakat luas, serta untuk bahan penilaian kebutuhan (*need assessment*) dan penyusunan rencana-rencana pemulihan, rehabilitasi maupun rekonstruksi pada tahap selanjutnya.

5.3.1 Kerugian Pemukiman

Dari hasil pemetaan yang dilakukan berdasarkan data genangan banjir diperkirakan area genangan banjir sekitar 409,36 hektar. Jumlah rumah yang terendam banjir diperkirakan mencapai 1767 unit. Adanya keterbatasan data validasi yang lebih rinci, baik untuk tingkat kerusakan maupun status bangunan rumahnya, dalam hal ini bangunan permanen dan non-permanen, sehingga

perhitungan mengacu kepada aturan Perka BNPB no 11 tahun 2008 (lihat tabel 3.1) dengan kriteria rusak berat dinilai Rp. 20.000.000,- per unit, rusak sedang Rp.10.000.000,- per unit dan untuk rusak ringan Rp. 2.500.000,- per unit.

Kerusakan dan kerugian untuk sektor perumahan tidak hanya terbatas pada bangunan rumah penduduk korban bencana, akan tetapi juga harus dipertimbangkan kerusakan dan kerugian terhadap sarana dan prasarana lingkungan perumahan. Dengan pertimbangan keterbatasan data yang rinci yang disampaikan oleh kementerian/lembaga dan pemerintah daerah terkait, maka secara umum diasumsikan bahwa nilai kerusakan dan kerugian untuk sarana dan prasarana perumahan yaitu sebesar 15% dari total kerusakan dan kerugian rumah.

5.3.2 Kerugian Infrastruktur Perkotaan

Dampak bencana banjir terhadap sarana dan prasarana perkotaan selama beberapa hari menyebabkan kerugian yang signifikan, baik dari sisi kerusakan maupun kerugiannya. Berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai Kementerian/Lembaga, pemerintah daerah maupun media masa, dampak kerusakan dan kerugian terhadap sarana dan prasarana perkotaan meliputi perhubungan darat, energi, air dan sanitasi, infrastruktur pertanian.

1. Perhubungan darat

Penilaian dampak kerusakan akibat bencana banjir terhadap Sektor Transportasi Darat secara umum dikelompokkan pada; infrastruktur jalan dan jembatan serta kehilangan pendapatan akibat tidak beroperasinya sejumlah angkutan umum. Dampak kerusakan jalan dan jembatan sebagian besar dialami pada daerah dengan genangan 0,5 m – 1,0 m dengan lama genangan lebih dari 12 jam dan diperkirakan total panjang jalan lingkungan yang tergenang akibat banjir sepanjang 50 km serta 4 jembatan mengalami kerusakan berat sehingga harus dilakukan pergantian jembatan. Analisis menggunakan *shapefile* dan dioverlay dengan memperhatikan peta genangan banjir di Sungai Bringin.

Kerugian akibat kerusakan jalan dan jembatan ini sebagian besar dialami oleh para pengguna jalan karena adanya peningkatan waktu tempuh, yang didalamnya termasuk peningkatan penggunaan BBM, keausan ban dan

underdil kendaraan serta *time value* dari para pengguna jalan. Untuk dampak kerugian yang tidak langsung belum dipertimbangkan dalam laporan ini. Pada sub sektor angkutan umum, kerugian karena dampak bencana banjir juga dialami langsung oleh para pengelola dan pemilik angkutan umum karena tidak beroperasinya angkutan umum pada jalur yang terendam banjir.

2. Energi

Penilaian dampak bencana banjir terhadap Sektor Energi dikelompokkan pada kelistrikan dan bahan bakar umum. Kerusakan pada gardu-gardu PLN diakibatkan oleh banjir menyebabkan kerugian yang berdampak di sektor swasta dan masyarakat karena tidak memperoleh pasokan listrik. Kerugian diantaranya akan mencakup *opportunity loss* dunia usaha yang tidak dapat mengoperasikan kegiatannya dan pengeluaran tambahan dari masyarakat karena harus membeli serta mengoperasikan genset sebagai substitusi dari listrik PLN. Diasumsikan pada saat terjadinya banjir terjadi pemadaman listrik dan pada umumnya warga menggunakan genset untuk penerangan dengan biaya per harinya Rp.50.000,- untuk bahan bakar, warga yang memakai genset diasumsikan 20% yang terkena dampak banjir.

3. Air dan sanitasi

Penilaian dampak bencana banjir terhadap Sektor Air dan Sanitasi hanya dilakukan pada sub sektor air minum. Kerugian yang dialami PDAM karena beberapa hari tidak dapat memberikan pasokan air kepada pelanggan. Kerugian yang dialami oleh para pelanggan karena harus mencari pengganti sumber air bersih yang tidak di pasok dari PDAM. Diasumsikan warga yang terkena dampak banjir harus membeli air bersih untuk satu keluarga sebesar Rp.50.000,- per harinya.

4. Infrastruktur Pertanian

Penilaian dampak bencana banjir terhadap Sektor Infrastruktur Pertanian hanya dilakukan pada sub sektor irigasi sesuai data yang tersedia.

Kerusakan saluran irigasi teknis diasumsikan sepanjang aliran sungai yaitu 25 km dengan asumsi mengalami rusak sedang.

5. Kerugian Sosial

Dampak bencana banjir terhadap kehidupan sosial meliputi sarana dan prasarana pendidikan, kesehatan dan pemerintahan. Sarana dan fasilitas pendidikan yang terdiri dari 2 TK, 3 SD, dan 3 SMP pada wilayah Sungai Bringin khususnya di Desa Mangkang Wetan diasumsikan terkena dampak langsung. Kerusakan pada bangunan sekolah diasumsikan mengalami rusak sedang tetapi untuk menormalisasi kegiatan membutuhkan sumber daya yang tidak sedikit serta membutuhkan waktu yang tidak singkat untuk dapat mengembalikan kondisi sekolah-sekolah itu supaya dapat kembali berfungsi sebagai tempat belajar mengajar yang layak.

Masalah pada bidang kesehatan yaitu ratusan orang harus menjalani perawatan, baik rawat jalan maupun rawat inap sejalan dengan mulai berjangkitnya penyakit yang memang dikhawatirkan akan timbul sebagai dampak susulan dari bencana banjir, seperti ISPA, diare, pneumonia, penyakit kulit, dan leptosprosis. Dengan banyaknya jumlah orang yang perlu mendapatkan perawatan, berarti diperlukan juga upaya ekstra dari penyedia layanan kesehatan untuk membantu para korban banjir. Padahal, tidak sedikit fasilitas kesehatan yang juga mengalami kerusakan secara fisik baik fisik bangunan, peralatan medis maupun rusaknya persediaan obat-obatan yang diperlukan, kerugian diasumsikan sebesar Rp 500.000,- per jiwa.

Pada bidang pemerintahan adalah terganggunya kegiatan pemerintahan pada kantor-kantor pemerintahan yang terkena dampak banjir seperti kantor lurah dan camat sehingga mengalami rusak sedang dan kerusakan-kerusakan arsip atau dokumen penting, kerusakan sesuai daerah terdampak banjir yaitu sebanyak 2 (dua) unit bangunan pemerintahan.

6. Kerugian Sektor-sektor Produktif

Bencana banjir menimbulkan kerugian yang cukup besar pada sektor ekonomi produktif. Selain sektor formal yang mencakup kawasan Industri,

usaha kecil dan menengah, serta perdagangan dan pertanian dan perternakan, bencana banjir juga terutama merugikan sektor produktif informal. Sebagaimana diketahui, dampak terbesar bencana banjir dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di daerah aliran sungai dimana kegiatan ekonomi informal (UKM tidak berbadan hukum) banyak berlangsung.

7. Industri kecil dan menengah

Banyaknya Industri Besar dan Sedang di wilayah terdampak di dapatkan data dari BPS Kecamatan Tugu Dalam Angka tahun 2019 bahwa jumlah total industri sebanyak 8 unit, besar dari angka kerugian berasal dari biaya yang harus ditanggung karena terhentinya proses produksi selama kurang lebih 2 hari saat banjir berlangsung. Mengingat sifat bencana yang terlokalisir, maka kerugian di sektor industri terhitung kecil karena sebagian besar usaha bisa kembali berproduksi setelah air surut. Kerugian diasumsikan sebesar Rp. 300.000.000,- per hari dan diperkirakan banjir surut dalam 3 (tiga) hari.

8. Perdagangan

Nilai kerusakan dan kerugian yang timbul diestimasikan sekitar Rp 250.000.000,-. Angka kerusakan dinilai dari jumlah kios pasar yang rusak sementara kerugian pasar dihitung dari berkurangnya pemasukan selama terhentinya aktivitas pasar pada saat banjir. Sementara untuk sarana perdagangan modern seperti supermarket dan Mall diperkirakan nilai kerusakan yang diderita tidak terlalu signifikan sehingga diabaikan dalam laporan ini. Kerugian yang timbul sebagian besar dikarenakan tertutupnya akses selama kurang lebih 2 hari saat banjir berlangsung hingga air surut.

9. Pertanian dan perikanan

Kerusakan dan kerugian di sektor pertanian dan perternakan sangat signifikan mengingat di daerah wilayah Sungai Bringin mempunyai area tambak dengan total produksi sebesar 520 ton/tahun dengan area ± 287 Ha dan area sawah sebesar ± 88 hektar dengan total produksi sebesar 2 ton per hektar sehingga total produksi gabah 196 ton/ tahun.

Tabel 5. 2 Perkiraan Kerugian Akibat Banjir dengan Pendekatan Metode ECLAC

Data-Data Kerugian Akibat Banjir/ tahun						
No	Kerugian Dalam Bidang	Nilai Kerugian (juta)	Faktor Pengali	Luas/Unit	Biaya (juta)	Ket
1	Perumahan dan Prasarana					
	- Perumahan	Rp 2.5 /unit	100%	1767 unit	Rp 4,418	Rusak Ringan
	- Prasarana Lingkungan	15% dari perumahan			Rp 663	
2	Infrastruktur					
	- Perhubungan Darat					
	Jalan Lingkungan	Rp 500 km/m2	50%	50 km/m2	Rp 12,500	Rusak sedang
	Jembatan	Rp 1,000 /Unit	100%	4 unit	Rp 4,000	Pergantian
	Lapangan	Rp 0.75			Rp 1	Pembersihan
	- Energi					
	Gardu PLN BBM untuk Penerangan	Rp 10 /unit Rp 0.05 /hari	30%	5 unit 88 Unit	Rp 15 Rp 9	Rusak Ringan 2 hari mati
- Air dan Sanitasi	Rp 0.05 /hari	10%	442 KK	Rp 44	2 hari mati	
- Infrastruktur Pertanian	Rp 500 /m3	50%	25 km/m2	Rp 6,250	Rusak sedang	
3	Sosial					
	- Pendidikan	Rp 100 /Unit	50%	8 unit	Rp 400	Rusak Sedang
	- Kesehatan	Rp 0.5 /jiwa	100%	7066 org	Rp 3,533	Biaya Berobat
	- Pemerintahan	Rp 100 /Unit	50%	2 unit	Rp 100	Rusak Sedang
4	Sektor-sektor Produktif					
	- Usaha industri	Rp 300 /hari	100%	3 hari	Rp 900	Tidak Beroperasi
	- Perdagangan	Rp 250 /hari	100%	3 hari	Rp 750	Aktifitas Terhambat
	- Pertanian dan perikanan					
	Area Tambak	Rp 140 Ton/hk	50%	287 Ha	Rp 20,097	Rusak sedang
Area Sawah	Rp 33 Ton/hk	50%	88 Ha	Rp 1,445	Rusak Sedang	
Total Kerugian					Rp 55,123	

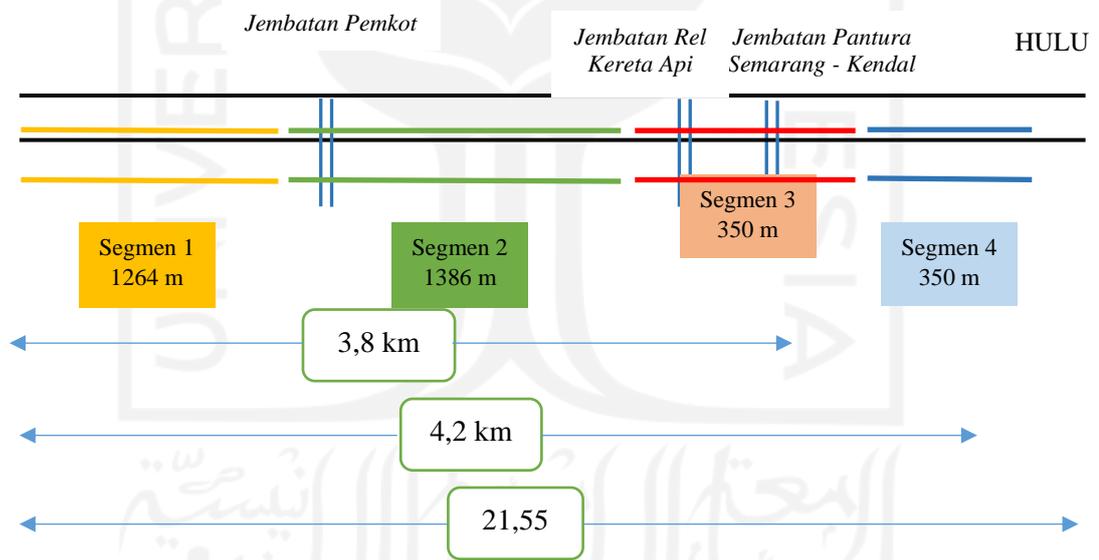
Sumber : Hasil Analisis, 2020

5.4 Desain Penanganan Banjir Sungai Bringin

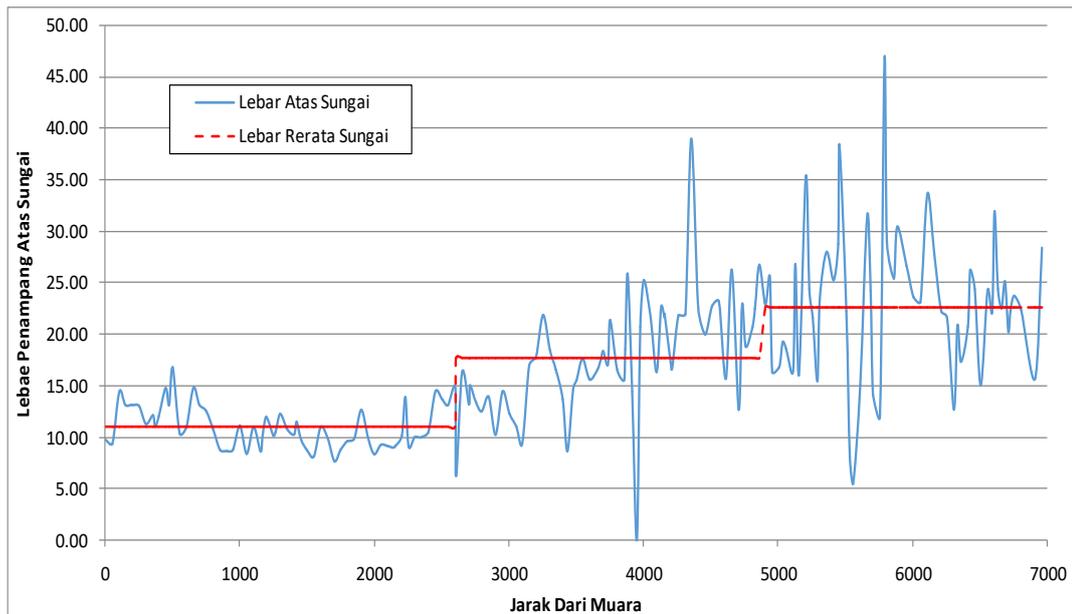


Gambar 5. 2 Titik Lokasi Penanganan

Sumber : BBWSPJ, 2016



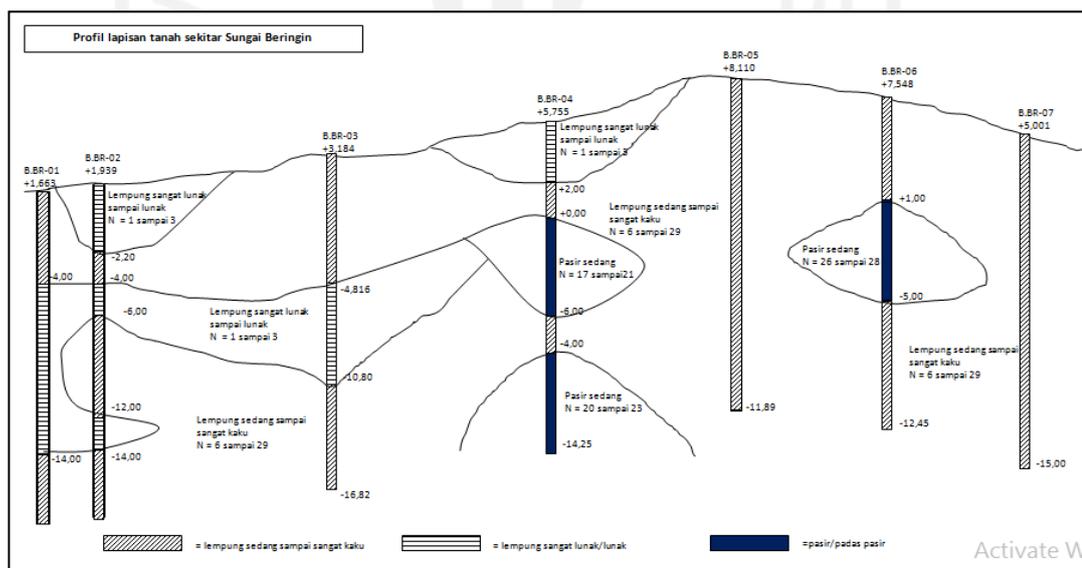
Gambar 5. 3 Skema Penanganan Banjir Sungai Bringin



Gambar 5. 4 Lebar Penampang Sungai Bringin

Sumber : BBWSPJ, 2016

Profil lapisan tanah di sungai Bringin merupakan hasil dari investigasi geologi dan mekanika tanah hasil pekerjaan studi desain dari BBWS Pemali Juana seperti pada gambar 5.5.



Gambar 5. 5 Profil Lapisan Tanah Sungai Bringin

Sumber : BBWSPJ, 2016

Desain penanganan banjir sungai Bringin menggunakan kala ulang 50 tahun sesuai dengan aturan penentuan debit banjir rencana untuk desain di area perkotaan. Rekapitulasi debit rencana sungai Bringin ditampilkan pada tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Data Debit Banjir Rencana

Sungai	Debit Rencana (m ³ /dt)					
	2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th
Bringin	157.1	220.6	268.4	325.8	381.5	435.4

Sumber : BBWSPJ, 2016

Berikut adalah desain penanganan banjir Sungai Bringin berdasarkan studi dari BBWS Pemali Juana pada tiap segmen.

5.4.1 SEGMENT 1 (P0 s/d P12+64)

Kondisi Eksisting:

1. Secara administrative terletak di Kelurahan Mangkang Wetan Kecamatan Tugu Kota Semarang
2. Lebar sungai antara 8 - 17 m
3. Panjang sungai 1264 m



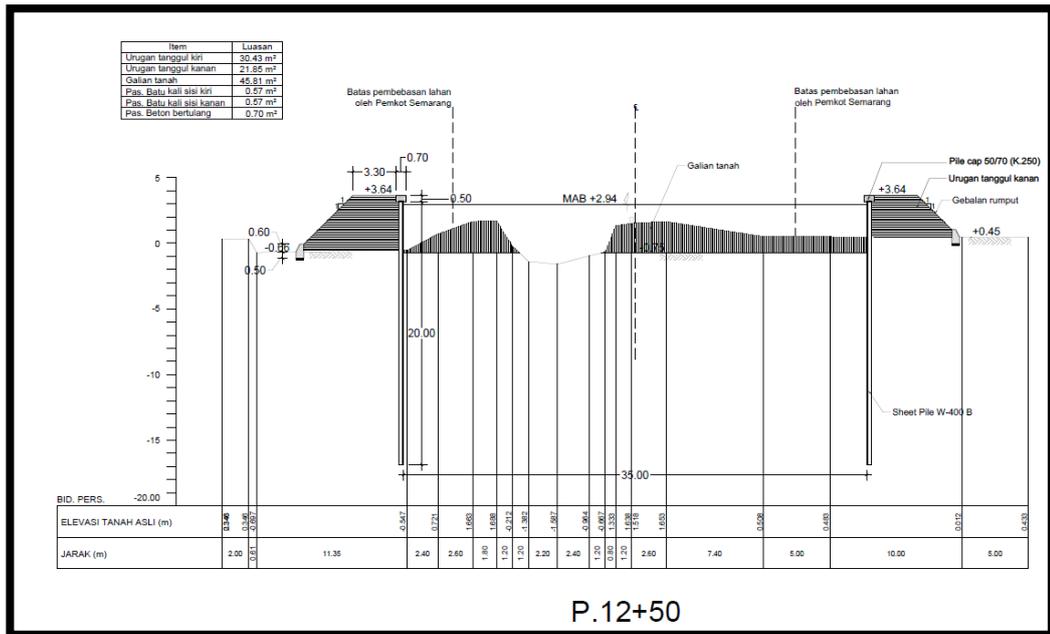
Gambar 5. 6 Kondisi Segmen 1

Tanggul Kanan jebol sepanjang 12 m dan menggenangi persawahan, yang berlokasi di RT.01 RW.05 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani dengan pekerjaan darurat oleh Dinas PU SDA Kota Semarang

Penanganan Segmen 1 (Lebar 35 m) :

1. Perbaiki alur sepanjang 1264 m

2. Pekerjaan pemasangan batu kali (1 : 5) 1264 m
3. Pemasangan CCSP (K-700 W-400) sepanjang 1264 m



Gambar 5.7 Desain Segmen 1

Sumber : BBWSPJ, 2016

5.4.2 SEGMENT 2 (P.13+00 s/d P.26+00)

Kondisi Eksisting:

1. Secara administrative terletak di Kelurahan Mangkang Wetan Kecamatan Tugu Kota Semarang
2. Lebar sungai antara 6 - 16 m
3. Panjang segmen sungai 1386 m

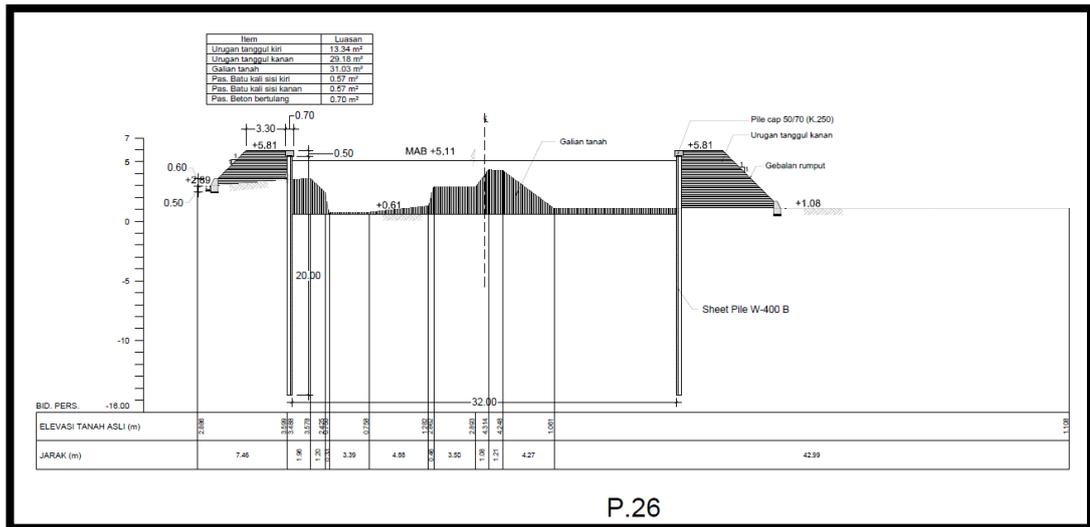


Gambar 5. 8 Kondisi Segmen 2

Tanggul Kanan Jebol sepanjang 10 m yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang, Tanggul tersebut mengalami jebol kembali akibat banjir yang sebelumnya telah di tangani oleh Dinas PU SDA Kota Semarang

Penanganan Segmen 2 (Lebar 32 m) :

1. Perbaikan alur sepanjang 1386 m
2. Pekerjaan pasangan batu kali (1 : 5) sepanjang 1386 m
3. Pemasangan CCSP (K-700 W-400) sepanjang 1386 m
4. Pekerjaan drainase pemasangan U ditch 30 x 30 kiri kanan @314 meter



Gambar 5. 9 Desain Segmen 2

Sumber : BBWSPJ, 2016

5.4.3 SEGMENT 3 (P.26+50 s/d P.30)

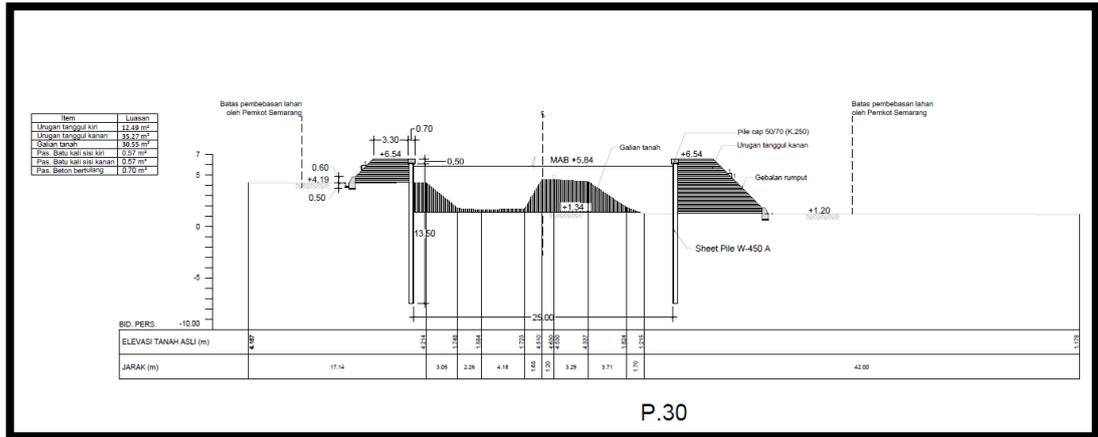


Gambar 5. 10 Kondisi Segmen 3

Penanganan Segmen 3 (Lebar 25 m) :

1. Perbaiki alur sepanjang 350 m
2. Pekerjaan pasangan batu kali (1 : 5) sepanjang 350 m

3. Pemasangan CCSP (K-700 W-400) sepanjang 350 m
4. Pekerjaan drainase pemasangan U ditch 30 x 30 kiri kanan @314 meter



Gambar 5. 11 Desain Segmen 3

Sumber : BBWSPJ, 2016

5.4.4 SEGMENT 4 (P.30+50 s/d P.42+50)

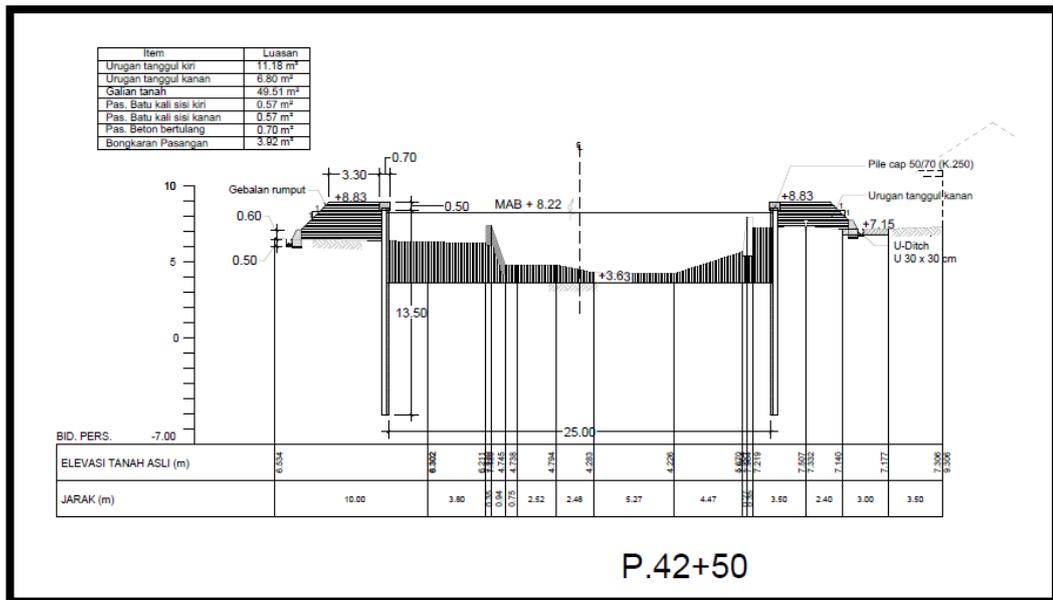


Gambar 5. 12 Kondisi Segment 4

Penanganan Segment 4 (Lebar 25 m) :

1. Perbaikan alur sepanjang 1250 m
2. Pekerjaan pemasangan batu kali (1 : 5) sepanjang 1250 m
3. Pemasangan CCSP (K-700 W-400) sepanjang 350 m

4. Pekerjaan drainase pemasangan U ditch 30 x 30 kiri kanan @314 meter d



Gambar 5. 13 Desain Segmen 4

Sumber : BBWSPJ, 2016

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Penanganan Banjir Sungai Bringin

No	Jenis Penanganan	Ruas Sungai / Sta	Konstruksi/ Struktur Perkuatan Tebing Kanan/Kiri	Dimensi Desain	Keterangan
1	Pembuatan jetty	P.00 s/d P0-155	Konstruksi pelat beton bertulang, boulder, fondasi tiang pancang	Panjang 155 m, lebar 4,4m R=106m	
t2	Perbaikan Ahir dan Tanggul, dilengkapi saluran U-ditch 30x30 cm	P.00+00 s/d P.12 + 66 (1.266 m)	<i>Sheet pile</i> dilengkapi tanggul	Penampang persegi B = 35 m	
		P.12+66 s/d P.26+50 (1.384 m)	<i>Sheet pile</i> dilengkapi tanggul	Penampang persegi B = 32 m	
		P.26+50 s/d P.42+58 (1608 m)	<i>Sheet pile</i> dilengkapi tanggul	Penampang persegi B = 25 m	
3	Pintu Klep	P.26+5	Beton bertulang - pintu klep baja	Lebar 1.5 x 1 m	
		P.30+50	Beton bertulang - pintu klep baja	Lebar 3.0 x 1 m	
4	Penggantian Jembatan	P.12+64	PCI Girder	Lebar 4.0 m, bentang 35 m	
		P.34+33	PCI Girder	Lebar 4.0 m, bentang 25 m	
		P.36+79	PCI Girder	Lebar 4.0 m, bentang 25 m	
		P.37+36	Jembatan Kereta Api Rangka Baja	Lebar 5 m, bentang 25 m	2 sepur Peninggian jembatan +1,10 m
		P.38+82	PCI Girder	Lebar 17 m, bentang 25 m	Pelebaran dan peninggian jembatan pantura +1,30 m
		P.42+58	PCI Girder	Lebar 4.0 m, bentang 25 m	

Sumber : BBWSPJ, 2016

5.5 Perkiraan Biaya (Cost) Penanganan Banjir

5.5.1 Rencana Anggaran Biaya Konstruksi

Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Rencana anggaran biaya ini diperoleh dari hasil perkalian dari volume pada *Bill Of Quantity* (BOQ) dengan analisa harga satuan (AHS). Rencana anggaran biaya pada perencanaan penanganan banjir Sungai Bringin berdasarkan data dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Rencana Anggaran Biaya Penanganan Banjir Sungai Bringin

No	PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	62,000,000.00
II	PERBAIKAN ALUR SEGMENT 1 (P0 s/d P12+64), B = 35 m	58,678,666,052.16
III	PERBAIKAN ALUR SEGMENT 2 (P.13+00 s/d P.26+00), B = 32 m	64,951,619,701.36
IV	PERBAIKAN ALUR SEGMENT 3 (P.24+50 s/d P.42+58)	10,038,971,343.73
V	PERBAIKAN ALUR SEGMENT 3 (P.24+50 s/d P.42+58)	10,873,213,670.89
VI	PENGGANTIAN JEMBATAN	14,956,071,000.00
VII	PEKERJAAN BANGUNAN PINTU KLEP AFOUR DAN INLET DRAINASE	1,855,853,000.00
JUMLAH :		161,416,394,768.14
PPn :		16,141,639,476.81
TOTAL :		177,558,034,244.95
DIBULATKAN :		177,558,034,000.00

Sumber : BBWS Pemali Juana, 2016

Penanganan banjir di Sungai Bringin sepanjang 4258 meter, sehingga biaya penanganannya adalah sebesar Rp. 41.700.000,- per meter. Biaya ini tergolong sangat besar dibanding pekerjaan normalisasi di daerah Kabupaten Semarang yaitu penanganan banjir di Sungai Tuntang berdasarkan data dari BBWS Pemali Jusana yang hanya berada pada angka Rp. 3.396.000,- per meter serta penanganan banjir di Sungai Dolok Penggaron yang membutuhkan biaya Rp. 7.000.000,- per meter. Perbedaan yang mencolok adalah karena mobilisasi pekerjaan yang tergolong susah akibat dari bagian hilir sungai yang berada di kawasan rawa dan pasang surut air laut sehingga mobilisasi menggunakan kapal serta pengamanan tanggul yang menggunakan *sheet pile* pada kanan dan kiri sungai akibat terbatasnya lahan.

5.5.2 Estimasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Menurut Permen PU 08/PRT/M/2014 Biaya operasi dan pemeliharaan sarana dan prasarana sumber daya air merupakan biaya untuk operasi prasarana sumber daya air serta pemeliharaan sumberdaya air dan prasarana sumber daya air. Untuk menghitung biaya operasi dan pemeliharaan dari sarana dan prasarana sumber daya air di wilayah sungai menggunakan metode empiris. metode ini dilakukan dengan menetapkan prosentase (%) tertentu dari perolehan nilai aset pada saat dibangun.

Berdasarkan peraturan prosentase yang digunakan untuk menghitung biaya operasi dan pemeliharaan adalah sebagai berikut :

1. Biaya operasi = 0,9 % nilai aset
2. Biaya pemeliharaan = 0,60 % nilai aset (umur aset < 5 tahun); 1,30 % (umur aset 5-25 tahun) dan 1,90 % (umur aset >25 tahun)
3. Data yang diperlukan untuk menghitung biaya operasi dan pemeliharaan sarana dan prasarana SDA adalah nilai aset pada saat dibangun dan umur aset.

Tabel 5. 6 Biaya Operasi dan Pemeliharaan

No	Bangunan	Nilai Aset	Umur	Faktor	Faktor	Faktor	Biaya OP
		(Rp)	(Tahun)	Operasi	Pemeliharaan	OP	(Rp)
1	2	3	4	5	6	(7)= (6)+(5)	(8)= 7x3
		Dalam Milyar atau x 1.000.000					Dalam Milyar atau x 1.000.000
1	Bangunan Pengendali Banjir Sungai Bringin	177,558.03	50	0.90%			
					0.60%	1.5%	2,663.37
					1.30%	2.2%	3,906.28
					1.90%	2.8%	4,971.62

Sumber : Hasil Analisis, 2020

5.6 Perhitungan Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi dilakukan dengan menggunakan analisa *Benefit Cost Ratio (BCR)*. *Benefit Cost Ratio* merupakan perbandingan antara total benefit dengan *total cost*. Total benefit dianalisis berdasarkan data-data yang dikumpulkan hasil survei inventarisasi eksisting di lapangan, dianalisis dengan perbandingan antara kerugian banjir dan manfaat penanganan banjir Sungai Bringin, Sedangkan total biaya yang dikeluarkan berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Desain Penanganan Banjir Sungai Bringin serta biaya Operasi dan Pemeliharaan rutin dan berkala.

Proyek penanganan banjir di Sungai Bringin menggunakan debit banjir rencana pada kala ulang 50 tahun sesuai dengan aturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada kawasan perkotaan, namun pada kenyataan di lapangan bangunan pengendali banjir dan perbaikan alur sungai tidak dapat bertahan sepanjang 50 tahun sehingga rencana usia guna bangunan pengendali banjir dan perbaikan alur sungai adalah 10 tahun dengan asumsi pada tahun kesepuluh akan dilakukan inspeksi menyeluruh dan evaluasi konstruksi dengan *review* desain kembali.

Selain manfaat *tangible* yang bisa dihitung dari perhitungan *Benefit Cost Ratio (BCR)*, manfaat *intangibile* dengan adanya proyek penanganan banjir Sungai Bringin diantaranya adalah memberikan perlindungan terhadap kerugian akibat banjir yang berdampak pada meningkatkan rasa aman, nyaman, kemudahan akses dan peningkatan kepercayaan terhadap kinerja pemerintah.

5.7 Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Untuk mengambil keputusan terhadap kelayakan dapat dinilai dari hasil perhitungan BCR dimana BCR adalah perbandingan antara *Present Value Benefit* dengan *Present Value Cost*. Berikut adalah tabel perhitungan untuk menentukan BCR. Perhitungan untuk factor PV berdasarkan data tabel *Appendix Compound Interest Table* pada suku bunga 12 %.



Tabel 5. 7 Perhitungan *Benefit Cost Ratio*

Tahun	Cost				Benefit			BCR
	CF (x 10 ⁶)	OM (x 10 ⁶)	Faktor PV	PV Komulatif	CF (x 10 ⁶)	Faktor PV	PV Komulatif	
0	Rp 177,558		1	Rp 177,558	Rp -	1	-	0
1		Rp 2,663	0.893	Rp 179,936	Rp 55,123	0.893	Rp 49,225	0.27
2		Rp 2,663	1.690	Rp 182,059	Rp 55,123	1.690	Rp 93,158	0.51
3		Rp 2,663	2.402	Rp 183,955	Rp 55,123	2.402	Rp 132,406	0.72
4		Rp 2,663	3.037	Rp 185,647	Rp 55,123	3.037	Rp 167,409	0.90
5		Rp 2,663	3.605	Rp 187,159	Rp 55,123	3.605	Rp 198,719	1.06
6		Rp 3,906	4.111	Rp 193,617	Rp 55,123	4.111	Rp 226,612	1.17
7		Rp 3,906	4.564	Rp 195,386	Rp 55,123	4.564	Rp 251,582	1.29
8		Rp 3,906	4.968	Rp 196,964	Rp 55,123	4.968	Rp 273,852	1.39
9		Rp 3,906	5.328	Rp 198,371	Rp 55,123	5.328	Rp 293,697	1.48
10		Rp 3,906	5.650	Rp 199,628	Rp 55,123	5.650	Rp 311,446	1.56

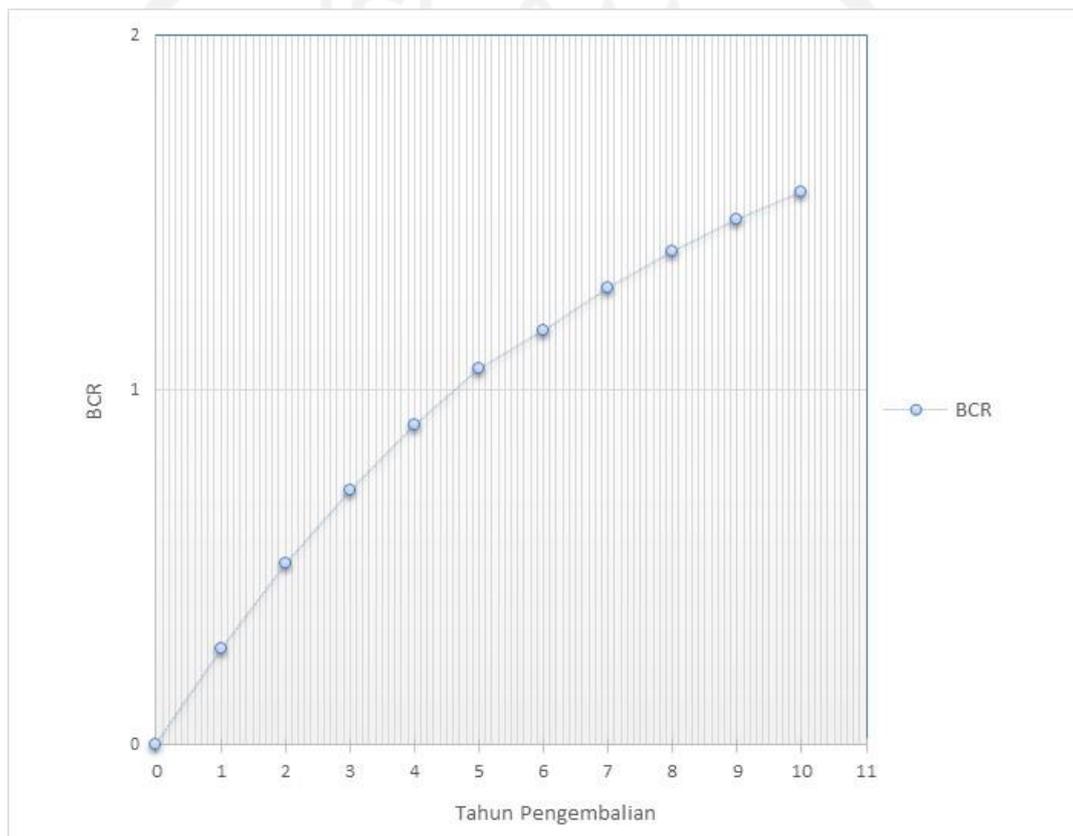
Sumber: Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat dihitung bahwa

$$BCR = PV \text{ Benefit} / PV \text{ Cost}$$

$$BCR = Rp. 311.446.000.000,- / Rp. 199.628.000.000,-$$

$BCR = 1,56 > 1$, Maka dapat dikatakan bahwa *benefit* dari proyek tersebut pada 10 tahun yang ditentukan lebih besar daripada *cost* yang dikeluarkan. Sehingga proyek tersebut dapat diterima atau layak dilakukan.



Gambar 5. 14 Grafik BCR Penanganan Banjir Sungai Bringin

Dari hasil perhitungan *BCR* dan grafik yang ditampilkan Gambar 5.14 menyatakan bahwa pengembalian modal proyek penanganan banjir Sungai Bringin terjadi pada tahun ke 4 (empat) dan bulan ke 7 (tujuh) dengan keterangan garis merah adalah pengeluaran dan garis biru adalah pemasukan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan perhitungan kerugian dan analisa kelayakan ekonomi penanganan banjir Sungai Bringin dapat disimpulkan bahwa:

1. Kerugian akibat banjir yang terjadi di Sungai Bringin berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar Rp. 55.123.000.000,00.
2. Investasi pembangunan penanganan banjir sangat layak dgn BCR > 1 pada tahun ke empat bulan ketujuh dari umur rencana 10 tahun.

6.2 Saran

Perhitungan kerugian pada penelitian ini hanya terbatas pada harga baku dari wilayah setempat termasuk diantaranya adalah perabotan dan perlengkapan rumah tangga serta aktivitas masyarakat yang lain dikarenakan keterbatasan waktu, luasnya ruang lingkup, dan banyaknya kegiatan masyarakat yang tidak dapat dilakukan satu-persatu. Untuk melakukan pekerjaan yang lebih detail harus melakukan survey harga dan masyarakat secara terinci dan satu-persatu.

Pada penanganan banjir Sungai Bringin secara kelayakan ekonomi masih bisa disimpulkan layak, namun pengembalian modal atau *balance* pada tahun kelima sehingga setelah teratasi dengan desain masih butuh empat tahun untuk mengembalikan modal. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sebuah alternative yang bisa digunakan untuk mengurangi besarnya anggaran biaya proyek contohnya adalah penggantian tanggul model *sheet pile* dengan tanggul tanah atau *paraphet* yang relative lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012. Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2011. Pedoman Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Bencana. Jakarta.
- Balai Wilayah Sungai Pemali Juana. 2016. DED Penanganan Banjir Sistem Sungai Semarang Barat. Semarang.
- Prahasta, Eddy. 2007. Sistem Informasi Geografis. Informatika Bandung.
- Pujawan, I Nyoman, (1995), Ekonomi Teknik, Yogyakarta.
- Ari Ayu K. 2017. Kelayakan Ekonomi Bendungan Jragung Kabupaten Demak. Universitas Sultan Agung. Semarang.
- Nuryanti. 2018. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. Universitas Nusa Cendana. Kupang
- Dirwansyah. 2014. Analisis Kerugian Akibat Banjir di Bandar Lampung. Univeristas Bandar Lampung. Bandar Lampung
- David Makmur. 2016. Studi Kelayakan Ekonomi Rencana Pembangunan Jembatan Batu Tata. Univeristas Islam Sultan Agung Semarang. Semarang

Lampiran 1 Data Banjir dan Penanganan Sungai Bringin

DATA BANJIR DAN PENANGANAN SUNGAI BERINGIN 2019						
NO	NAMA SUNGAI	KOORDINAT	LOKASI	KETERANGAN	DOKUMENTASI	
1	Sungai Beringin	-6.965903, 110.309368	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.03 Rw.03, Kecamatan Tugu, Kota Semarang	Kejadian Banjir di Sungai Beringin pada tanggal 05 Februari 2019 ada 2 titik tanggul jebol dan 3 titik tanggul tergerus		Titik 1 Tanggul Kanan Jebol sepanjang 5 m yaitu pada sisi hulu abutmen jembatan baru oleh Kota Semarang, yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.965849, 110.309404	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.03 Rw.03, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			Titik 2 Tanggul Kanan tergerus sepanjang 10 m yaitu pada sisi hilir abutmen jembatan baru oleh Kota Semarang, yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.962351, 110.311215	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.01 Rw.05, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			Titik 3 Tanggul Kanan jebol sepanjang 12 m dan menggenangi persawahan, yang berlokasi di RT.01 RW.05 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.961901, 110.311397	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.01 Rw.05, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			Titik 4 Tanggul Kanan tergerus sepanjang 30 m, yang berlokasi di RT.01 RW.05 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.961672, 110.311461	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.01 Rw.05, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			Titik 5 Tanggul Kanan tergerus sepanjang 2 m, yang berlokasi di RT.01 RW.05 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang

1	Sungai Beringin	-6.965903, 110.309368	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.03 Rw.03, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			Titik 1 Tanggul Kanan Jebol sepanjang 6 m yaitu pada sisi hulu abutmen jembatan baru oleh Kota Semarang, yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.965849, 110.309404	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.03 Rw.03, Kecamatan Tugu, Kota Semarang	Kejadian Banjir di Sungai Beringin pada tanggal 19 Maret 2019 ada 2 titik tanggul jebol dan 1 titik tanggul tergerus		Titik 2 Tanggul Kanan tergerus sepanjang 12 m yaitu pada sisi hilir abutmen jembatan baru oleh Kota Semarang, yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
		-6.961604, 110.311500	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.01 Rw.05, Kecamatan Tugu, Kota Semarang			 Titik 3 Tanggul Kanan jebol sepanjang 8 m, yang berlokasi di RT.01 RW.05 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang telah di tangani Dinas PU SDA Kota Semarang
1	Sungai Beringin	-6.961604, 110.311500	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.03 Rw.03, Kecamatan Tugu, Kota Semarang	Kejadian Banjir di Sungai Beringin pada tanggal 05 April 2019 ada 1 titik tanggul jebol, yang sebelumnya telah di tangani oleh Dinas PU SDA Kota Semarang		Tanggul Kanan Jebol sepanjang 10 m yang berlokasi di RT.03 RW.03 Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang, Tanggul tersebut mengalami jebol kembali akibat banjir yang sebelumnya telah di tangani oleh Dinas PU SDA Kota Semarang

1	Sungai Beringin	-6.961604, 110.311500	Kelurahan Mangkang Wetan Rt.01 Rw.05, Kecamatan Tugu, Kota Semarang	Perbaiki tanggul kanan yg jebol sepanjang 12,00 m dengan perkuatan crucuk bambu dan peninggian tanggul tanah sepanjang 138,00 m (Kel. Mangkang Wetan Kec. Tugu Kota Semarang)	

