

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS HIDRAULIKA SUNGAI SERAYU AKIBAT KERUNTUHAN BENDUNGAN MRICA**



**HAFIDH AKMAL RAMADHAN**  
**NPM : 2014410174**

**PEMBIMBING: Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
**BANDUNG**  
**JULI 2018**

**SKRIPSI**

**ANALISIS HIDRAULIKA SUNGAI SERAYU AKIBAT  
KERUNTUHAN BENDUNGAN MRICA**



**HAFIDH AKMAL RAMADHAN  
NPM : 2014410174**

**BANDUNG, 2 JULI 2018**

**PEMBIMBING**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Bambang Adi Riyanto", is written over a horizontal line.

**Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JULI 2018**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Hafidh Akmal Ramadhan

NPM : 2014410174

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Analisis Hidraulika Sungai Serayu Akibat Keruntuhan Bendungan Mrica* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 2 Juli 2018



Hafidh Akmal Ramadhan

NPM : 2014410174



# **ANALISIS HIDRAULIKA SUNGAI SERAYU AKIBAT KERUNTUHAN BENDUNGAN MRICA**

**Hafidh Akmal Ramadhan**

**NPM : 2014410174**

**Pembimbing : Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**JULY 2018**

## **ABSTRAK**

Bendungan Mrica digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), irigasi, dan rekreasi. Namun, Bendungan Mrica mempunyai potensi untuk terjadi keruntuhan yang mengakibatkan daerah-daerah hilir tergenang. Untuk itu dilakukan kajian untuk memperkirakan dampak keruntuhan Bendungan Mrica terhadap daerah sekitarnya. Kajian dilakukan dengan menentukan besarnya parameter keruntuhan. Kajian dilakukan dengan menganalisis waktu kedatangan banjir dan luas sebaran banjir dengan menggunakan piranti lunak ArcGIS 10.2 dan HEC-RAS 4.1. Hasil analisis menunjukkan jenis keruntuhan bendungan yang terjadi yaitu keruntuhan akibat *piping* dengan menggunakan parameter keruntuhan Froehlich 2008 dengan parameter lebar puncak keruntuhan adalah 205 m, lebar dasar keruntuhan adalah 71 m, tinggi keruntuhan setinggi 95 m, waktu formasi keruntuhan penuh selama 0,762 jam, dan elevasi rekahan *piping* pada +140 meter. Sebaran banjir akibat keruntuhan Bendungan Mrica dengan menggunakan data debit banjir PMF menggenang sebagian 2 wilayah kota yaitu Kota Banyumas dan Cilacap dan sebagian 65 wilayah administratif desa dengan luas sebaran banjir maksimum sebesar 9191,1 hektar. Untuk meminimalisir korban jiwa, waktu evakuasi yang dibutuhkan untuk sebaran banjir terparah yaitu pada 3 km dari Bendungan Mrica selama 0,53 jam, 40 km selama 2,22 jam, 51 km selama 7,03 jam, 60 km selama 5,1 jam, 73 km selama 7,45 jam, 83 km selama 4,87 jam, dan 110 km selama 7,3 jam setelah awal terbentuknya lubang pada bendungan ( $t=0$ ).

Kata Kunci : ArcGIS, Bendungan Mrica, HEC-RAS, Keruntuhan Bendungan, Sebaran Banjir

***HYDRAULIC ANALYSIS ON SERAYU RIVER DUE TO MRICA DAM  
BREAK***

**Hafidh Akmal Ramadhan**

**NPM : 2014410174**

**Advisor : Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak- XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**JULY 2018**

**ABSTRACT**

Mrica dam is used for hydropower, irrigation, and recreation purposes. However, Mrica dam has a potential to failure that causes the area downstream to be flooded. For that purposes, a study is conducted to predict the effects of Mrica's dam break towards the area downstream of the dam. Study is conducted to determine the breach parameters. Study is conducted to analyze the flood travel time and the inundation using software ArcGIS 10.2 and HEC-RAS 4.1. The result of the analysis shown that the causes of the dam break is by piping failure using Froehlich 2008 parameters with the final breach parameter for top width is 205 m, bottom width is 71 meters, breach height is 95 m, and full formation time is 0,762 hours. Flood inundation using year 2015 probable maximum flood are at least 2 city which are Banyumas and Cilacap City and some of the administrative area of 65 villages are inundated by flood caused by Mrica's dam break. The maximum inundation area is 9191,1 hectare. To minimize life casualties, time available for the evacuation needed for some of the worst inundated settlement are at 3 km from Mrica Dam for 0,53 hours, at 40 km for 2,22 hours, at 51 km for 7,03 hours, at 60 km for 5,1 hours, at 73 km for 7,45 hours, at 83 km for 4,87 hours, at 110 km for 73 hours after a seepage hole are formed ( $t=0$ ).

Keyword : ArcGIS, Mrica Dam, HEC-RAS , Dam Break, Flood Inundation

# **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Hidraulika Akibat Keruntuhan Bendungan Mrica”. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik terakhir dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan dengan syarat apabila sudah menempuh 120 sks.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menemukan berbagai kendala. Namun dengan adanya kritik dan saran dari berbagai sumber skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, maka dengan itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, kritik, saran, data dan revisi selama penulis menulis dan menyusun skripsi.
2. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D, Salahudin Gozali, Ph.D., Doddi Yudianto, Ph.D., F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE., Steven Reinaldo Rusli, S.T., M.T., M.Sc., Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc., selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis selama menyusun skripsi
3. Keluarga yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penulis mengerjakan skripsi.
4. Fransiscus Michael, Iffan Wijaya, Meeliliany Indrayani, Meilita Kainardi, Reva Al Mahran, Theo Senjaya, Kevin Christian selaku teman-teman seperjuangan KBI Teknik Sumber Daya Air lainnya yang telah memberikan dukungan dalam penulisan skripsi.
5. Angkatan 2014 yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi
6. Pihak-pihak lain yang terlibat dalam penyusunan skripsi dan tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, namun penulis berharap agar skripsi ini berguna bagi pembaca. Akhir kata mohon maaf jika terdapat kesalahan pada skripsi ini

Bandung, 2 Juli 2018



Hafidh Akmal Ramadhan  
2014410174







## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Metode Penelitian .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II .....	1
DASAR TEORI.....	1
2.1 Penyebab Keruntuhan Bendungan.....	1
2.1.1 Keruntuhan Bendungan Akibat <i>Overtopping</i> .....	2
2.1.2 Keruntuhan Bendungan Akibat <i>Piping</i> (Rembesan).....	4
2.2 Parameter Keruntuhan .....	5
2.3 Sejarah Bendungan Yang Mengalami Keruntuhan .....	6
2.3 Rumus Regresi Akibat Keruntuhan Bendungan .....	7
2.3.1 Froehlich 2008.....	7
2.3.2 MacDonald dan Langridge-Monopolis .....	8
2.3.3 Von Thun dan Gillette .....	10
2.4 Hidrograf <i>Outflow</i> Akibat Keruntuhan Bendungan.....	11
2.5 Digital Elevation Model.....	12
2.6 ArcGIS versi 10.2 .....	13
2.7 HEC-GeoRAS versi 10.2 .....	13
2.8 HEC-RAS versi 4.1.....	16

2.9	Aliran Tak Langgeng.....	16
2.9.1	Persamaan Kontinuitas.....	16
2.9.2	Persamaan Momentum.....	18
2.9.3	Skema Beda Hingga Implisit .....	22
2.10	Komputasi Hidrolik melalui Pelimpah dengan Pintu Radial.....	24
2.11	Nilai Kekasaran Manning .....	26
2.12	Metode Penelusuran Tampungan.....	27
2.13	Klasifikasi Bahaya Banjir .....	29
BAB III .....		1
KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA.....		1
3.1	Lokasi Studi.....	1
3.1.1	Bendungan Mrica .....	1
3.1.2	Sungai Serayu .....	2
3.2	Data Teknis Waduk .....	3
3.3	Data Teknis Tubuh Bendungan .....	3
3.4	Data Teknis Pelimpah Banjir.....	4
3.5	Data Teknis Pelimpah Darurat .....	4
3.6	Data Hidrologi.....	5
3.6.1	Debit Banjir <i>Inflow</i> Bendungan Mrica.....	5
3.6.2	Debit Banjir Kali Sapi.....	5
3.6.3	Debit Banjir Kali Klawing .....	6
3.6.4	Debit Banjir Kali Logawa .....	7
3.6.5	Debit Banjir Kali Tajum.....	7
BAB IV .....		1
ANALISIS DATA .....		1
4.1	Keruntuhan <i>Overtopping</i> .....	1
4.2	Keruntuhan <i>Piping</i> .....	2
4.2.1	Froehlich (2008).....	3
4.2.2	MacDonald dan Langridge Monopolis .....	4
4.2.3	Von Thun dan Gillette.....	5
4.2.4	Hidrograf <i>Outflow</i> Keruntuhan Froehlich 2008.....	6
4.2.5	Hidrograf <i>Outflow</i> Keruntuhan <i>Piping</i> MacDonald dan Langridge-Monopolis .....	8
4.2.6	Hidrograf <i>Outflow</i> Keruntuhan Von Thun dan Gillette .....	9

4.2.7	Evaluasi Hidrograf <i>Outflow</i> Keruntuhan <i>Piping</i> .....	9
4.3	Pemodelan Penelusuran Banjir di Hilir Bendungan .....	10
4.3.1	Pemodelan Geometrik Sungai Serayu .....	10
4.3.2	Pemodelan Kondisi Batas Pada Hilir Bendungan Mrica.....	14
4.3.3	Nilai Manning n.....	16
4.3.4	Evaluasi Penelusuran Banjir dari Persamaan Regresi .....	18
4.3.5	Evaluasi Hidrograf Banjir Sungai Serayu Akibat Keruntuhan Bendungan.....	20
4.4	Pemetaan Hasil Penelusuran Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Mrica .....	21
4.4.1	Sebaran Banjir Jarak 0-20 km dari Bendungan.....	23
4.4.2	Sebaran Banjir Jarak 20-45 km dari Bendungan.....	26
4.4.3	Sebaran Banjir Jarak 45-55 km dari Bendungan.....	29
4.4.4	Sebaran Banjir Jarak 55-70 km dari Bendungan.....	33
4.4.5	Sebaran Banjir Jarak 70-75 km dari Bendungan.....	36
4.4.6	Sebaran Banjir Jarak 75-100 km dari Bendungan.....	39
4.4.7	Sebaran Banjir Jarak 100-110 km dari Bendungan.....	42
4.4.8	Waktu Awal, Lama, Tinggi Genangan Dataran Banjir .....	46
4.4.9	Luas Sebaran Banjir.....	46
4.4.10	Waktu Evakuasi.....	47
BAB V	.....	1
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	1
5.1	Kesimpulan .....	1
5.2	Saran .....	2
DAFTAR PUSTAKA	.....	1
LAMPIRAN I	.....	1
LAMPIRAN 2	.....	4
LAMPIRAN 3	.....	6
LAMPIRAN 4	.....	8
LAMPIRAN 5	.....	10

## DAFTAR NOTASI

$A$	: Luas ( $m^2$ )
$B_{ave}$	: Lebar keruntuhan rata-rata bendungan(m)
$B_t$	: Lebar keruntuhan bagian atas bendungan (m)
$C_b$	: Konstanta keruntuhan VonThun dan Gillette (m)
$C_d$	: Koefisien debit keluar
$F_g$	: Gaya gravitasi ( $m/s^2$ )
$F_f$	: Gaya friksi (N)
$F_p$	: Gaya tekan ( $N/m^2$ )
PMF	: <i>Probable maximum Flood</i>
$h_b$	: Tinggi Keruntuhan (m)
$h_w$	: Elevasi muka air waduk (m)
$H_D$	: Tinggi bendungan (m)
km	: Kilometer
m	: Meter
$Q_b$	: Debit keluar keruntuhan ( $m^3/s$ )
$Q_s$	: Debit keluar pelimpah ( $m^3/s$ )
$S$	: Volume Tampungan ( $m^3$ )
$t_b$	: Waktu keruntuhan t (s)
$t_f$	: Waktu formasi keruntuhan terakhir (jam)
$V_w$	: Volume waduk ( $m^3$ )
$V_{eroded}$	: Volume tererosi ( $m^3$ )
$V_{out}$	: Volume air keluar bendungan ( $m^3$ )
$W_b$	: Lebar keruntuhan bagian bawah bendungan(m)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Studi (Sumber: Peta Atlas Provinsi Jawa Tengah) .....	2
Gambar 1. 2 Waduk Mrica (Waduk Jendral Sudirman) dan Kali Serayu .....	3
Gambar 1.3 Diagram Alir.....	5
Gambar 2.1 Persentase Penyebab Kegagalan pada Bendungan Timbunan .....	1
Gambar 2.2 Persentase yang Diakibatkan oleh Masalah Kualitas pada Bendungan Timbunan.....	2
Gambar 2.3 Tampak Depan Pembentukan Rekahan Overtopping.....	3
Gambar 2.4 Tampak Depan Pembentukan Rekahan Piping.....	5
Gambar 2.5 Deskripsi dari Parameter Keruntuhan.....	5
Gambar 2.6 Digital Elevation Model .....	13
Gambar 2.7 Diagram Proses dalam Menggunakan HEC-GeoRAS .....	15
Gambar 2.8 Volume tertinjau untuk penurunan persamaan kontinuitas dan momentum .....	17
Gambar 2. 9 Ilustrasi dari definisi gaya tekan .....	19
Gambar 2.10 Sel dari metode beda hingga.....	23
Gambar 2.11 Contoh dari Pintu Air dengan Puncak Pelimpah Ogee.....	24
Gambar 2.12 Pengembangan fungsi tampungan-outflow untuk penelusuran tampungan berdasarkan kurva elevasi-tampungan dan elevasi – outflow .....	28
Gambar 2.13 Penelusuran Tampungan Pada HEC-RAS.....	29
Gambar 2.14 Kurva Bahaya Banjir Menggunakan Parameter Kedalaman dan Kecepatan Aliran .....	30
Gambar 3.1 Sub DAS Waduk Mrica .....	1
Gambar 3.2 Skema Inflow Anak Sungai Serayu dan Letak Kota-Kota yang Dilewati .....	2
Gambar 3.3 Grafik Debit Banjir Kali Serayu .....	5
Gambar 3.4 Grafik Debit Banjir Kali Sapi .....	6
Gambar 3.5 Grafik Debit Banjir Kali Klawing .....	6
Gambar 3.6 Grafik Debit Banjir Kali Logawa .....	7

Gambar 3.7 Grafik Debit Banjir Kali Tajum .....	8
Gambar 4.1 Hubungan Elevasi Muka Air Waduk Terhadap Waktu .....	1
Gambar 4.2 Perbandingan Grafik Hidrograf Inflow dan Outflow pada Bendungan Mrica .....	2
Gambar 4.3 Dimensi Keruntuhan Piping Persamaan Regresi Froehlich 2008 pada HEC-RAS.....	3
Gambar 4.4 Dimensi Keruntuhan Persamaan Regresi MacDonald dan Langridge-Monopolis pada HEC-RAS.....	4
Gambar 4.5 Dimensi Keruntuhan Persamaan Regresi VonThun dan Gillette pada HEC-RAS.....	6
Gambar 4.6 Hidrograf Outflow Keruntuhan Piping Froehlich 2008 .....	7
Gambar 4.7 Hidrograf Outflow Keruntuhan Piping MacDonald dan Langridge-Monopolis .....	8
Gambar 4.8 Hidrograf Outflow Keruntuhan Piping Von Thun dan Gillette .....	9
Gambar 4.9 Hidrograf Outflow 3 Persamaan Regresi Dengan Elevasi Piping +140 m.....	10
Gambar 4.10 Sungai Serayu dan Anak-Anak Sungainya Dimodelkan dengan Komponen Geometri Stream Centerlines (Biru Muda) .....	11
Gambar 4.11 Bantaran (Garis Merah) dan Arah Aliran (Garis Biru Tua) .....	12
Gambar 4.12 Pemodelan Potongan Penampang Melintang (Garis Hijau).....	12
Gambar 4.13 Pemodelan Geometrik pada Program HEC-RAS.....	13
Gambar 4.14 Kondisi Batas Sungai Serayu yang Diinput pada Piranti Lunak HEC-RAS.....	14
Gambar 4.15 Skema Inflow yang Menuju Sungai Serayu .....	15
Gambar 4.16 Kondisi Awal Sungai Serayu yang Diinput pada Piranti Lunak HEC-RAS .....	16
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Elevasi Muka Air Jika Nilai Manning n Saluran Diturunkan Menjadi 0,025 .....	17
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Elevasi Muka Air Jika Nilai Manning n Bantaran Diturunkan Menjadi 0,03 .....	18
Gambar 4.19 Hidrograf Penelusuran Banjir pada Sungai Serayu.....	20



Gambar 4.20 Sebaran Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Mrica Melalui Peta ArcGIS.....	21
Gambar 4.21 Segmentasi Peta Sebaran Banjir .....	22
Gambar 4.22 Penampang Memanjang Sungai Serayu dan Titik Terparah Sebaran Banjir .....	22
Gambar 4.23 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 0-20 km.....	23
Gambar 4.24 Penampang Melintang pada Titik 1 .....	24
Gambar 4.25 Hidrograf Debit Banjir Sungai Serayu pada Titik 1 .....	25
Gambar 4.26 Hidrograf Elevasi Muka Air Sungai Serayu pada Titik 1.....	25
Gambar 4.27 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 20-45 km dari Bendungan Mrica.....	26
Gambar 4.28 Penampang Melintang pada Titik 2.....	27
Gambar 4.29 Hidrograf Debit Banjir Sungai Serayu pada Titik 2 .....	28
Gambar 4.30 Hidrograf Elevasi Muka Air Sungai Serayu pada Titik 2.....	29
Gambar 4.31 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 45-55 km dari Bendungan Mrica.....	30
Gambar 4.32 Penampang Melintang pada Titik 3.....	31
Gambar 4.33 Hidrograf Debit Banjir Kali Klawing pada Titik 3.....	32
Gambar 4.34 Hidrograf Elevasi Muka Air Kali Klawing pada Titik 3 .....	33
Gambar 4.35 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 55-70 km.....	33
Gambar 4.36 Penampang Melintang pada Titik 4.....	35
Gambar 4.37 Hidrograf Debit Banjir Sungai Serayu pada Titik 4 .....	35
Gambar 4.38 Hidrograf Elevasi Muka Air Sungai Serayu pada Titik 4.....	36
Gambar 4.39 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 70-75 km.....	37
Gambar 4.40 Penampang Melintang pada Titik 5 .....	38
Gambar 4.41 Hidrograf Debit Banjir Sungai Serayu pada Titik 5 .....	38
Gambar 4.42 Hidrograf Elevasi Muka Air Sungai Serayu pada Titik 5.....	39
Gambar 4.43 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 75-100 km.....	40
Gambar 4.44 Penampang Melintang pada Titik 6.....	41
Gambar 4.45 Hidrograf Debit Banjir pada Titik 6 .....	41
Gambar 4.46 Hidrograf Elevasi Muka Air pada Titik 6.....	42
Gambar 4.47 Sebaran Banjir Maksimum Pada Jarak 100-110 km.....	43

Gambar 4.48 Penampang Melintang pada Titik 7 .....	44
Gambar 4.49 Hidrograf Debit Banjir Sungai Serayu pada Titik 7.....	44
Gambar 4.50 Hidrograf Elevasi Muka Air Sungai Serayu pada Titik 7 .....	45



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prediksi Nilai Parameter Keruntuhan Bendungan .....	6
Tabel 2.2 Contoh Bendungan Yang Sudah Mengalami Keruntuhan Beserta Parameternya.....	7
Tabel 2.3 Koefisien Fungsi dari Ukuran Waduk .....	10
Tabel 2.4 Koefisien Manning pada Saluran .....	26
Tabel 2.5 Deskripsi Klasifikasi Bahaya Banjir .....	30
Tabel 3.1 Luas DAS dan Jarak Anak Sungai Serayu dari Bendungan .....	3
Tabel 3.2 Data Teknis Waduk Mrica .....	3
Tabel 3.3 Data Teknis Tubuh Bendungan Mrica .....	4
Tabel 3.4 Data Teknis Pelimpah Banjir Bendungan Mrica .....	4
Tabel 3.5 Data Teknis Pelimpah Darurat Bendungan Mrica .....	4
Tabel 4.1 Nilai Parameter Keruntuhan Piping Froehlich 2008.....	3
Tabel 4.2 Nilai Parameter Keruntuhan MacDonald dan Langridge-Monopolis.....	4
Tabel 4.3 Penentuan Waktu Keruntuhan VonThun dan Gillette .....	5
Tabel 4.4 Nilai Parameter Keruntuhan VonThun dan Gillette .....	5
Tabel 4.5 Debit Puncak pada Setiap Elevasi Piping Froehlich 2008.....	7
Tabel 4.6 Debit Puncak pada Setiap Elevasi Piping MacDonald dan Langridge-Monopolis .....	8
Tabel 4.7 Debit Puncak pada Setiap Elevasi Piping VonThun dan Gillette .....	9
Tabel 4.8 Jarak Segmen Pada Data Geometrik.....	13
Tabel 4.9 Perbandingan Antara Ketinggian dan Lebar Muka Air Froehlich 2008(a), VonThun dan Gillette(b), dan MacDonald (c) .....	19
Tabel 4.10 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 0-20 km.....	24
Tabel 4.11 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 20-45 km.....	27
Tabel 4.12 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 45-55 km.....	30

Tabel 4.13 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 55-70 km .....	34
Tabel 4.14 Desa dan Kecamatan Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 70-75 km.....	37
Tabel 4.15 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 75-100 km .....	40
Tabel 4.16 Wilayah Desa Yang Terkena Imbas Sebaran Banjir Pada Jarak 100-110 km .....	43
Tabel 4.17 Wilayah Desa dan Kecamatan yang Terkena Dampak Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan .....	45
Tabel 4.18 Waktu Awal Genangan, Lama Genangan, dan Tinggi Genangan Maksimum Akibat Keruntuhan Bendungan Pada Beberapa Segmen Dataran Banjir .....	46
Tabel 4.19 Luas Sebaran Banjir Tiap Segmen .....	46
Tabel 4.20 Waktu Evakuasi dari Pemukiman Dengan Sebaran Banjir Terparah..	47

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1	Tabel Debit Banjir Bendungan Mrica dan anak sungainya
LAMPIRAN 2	Tabel Debit Banjir Kali Sapi
LAMPIRAN 3	Tabel Debit Banjir Kali Klawing
LAMPIRAN 4	Tabel Debit Banjir Kali Logawa
LAMPIRAN 5	Tabel Debit Banjir Kali Tajum

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

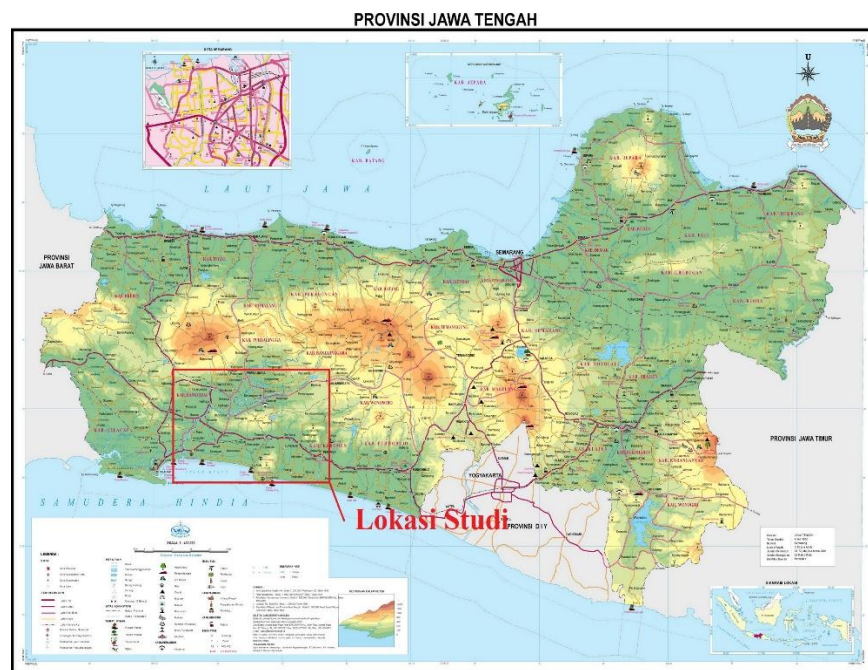
Bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (PP no 37 tahun 2010). Di Indonesia sendiri, bendungan mempunyai jumlah yang tergolong banyak. Berperan penting sebagai pembangkit listrik, irigasi, rekreasi, bahkan campuran. Kapasitas yang ditampung juga sangat bervariasi sesuai fungsinya. Bendungan merupakan salah satu infrastruktur yang dapat mendorong perekonomian Indonesia

Namun, bukan hanya manfaat saja yang akan dipetik. Potensi bahaya dapat terjadi pada kawasan yang dibendung maupun di sekitarnya. Bahaya bendungan runtuh dapat terjadi kapan saja. Jika hal tersebut terjadi, kerugian infrastruktur bermilyar bahkan triliunan dapat terjadi. Belum dihitung jumlah korban yang terkena imbasnya. Di Indonesia, sudah tercatat beberapa kasus kegagalan pada waduk, contohnya yang baru terjadi dalam beberapa tahun terakhir yaitu kegagalan pada waduk Situ Gintung.

Lokasi yang dianalisis adalah Waduk Mrica atau disebut Bendungan Panglima Besar Soedirman yang berada di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Bendungan ini berfungsi sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Waduk Mrica dibangun dengan membendung Sungai Serayu. Waduk ini mempunyai luas daerah tangkapan air sebesar 957 km<sup>2</sup>. *Inflow* waduk berasal dari sub DAS Merawu dan sub DAS Serayu Hulu. Sementara *outflow* waduk mengalir melalui bangunan pelimpah atau *spillway* yang hilirnya berada pada Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.

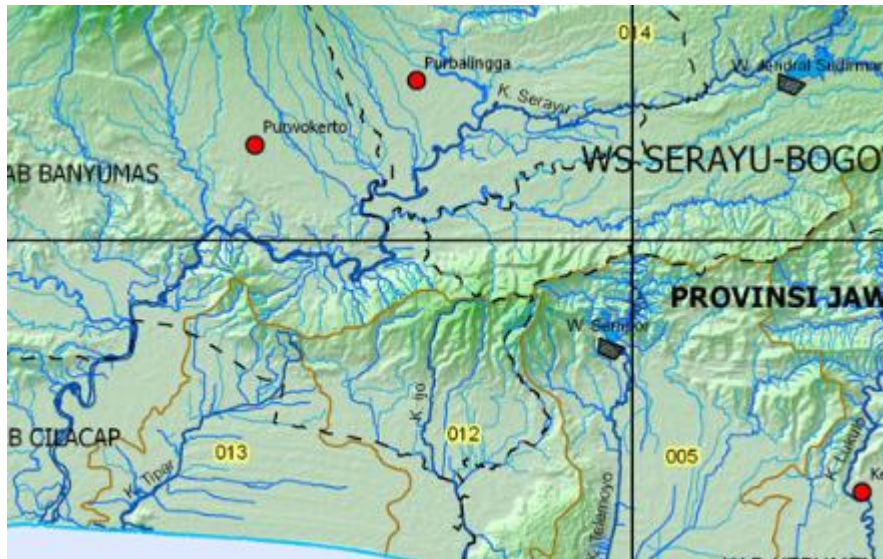
Bendungan tersebut seperti bendungan lainnya tidak luput dari bahaya runtuh. Bahaya bendungan runtuh dapat membahayakan desa, kabupaten, bahkan kota yang dialirkan oleh *outflow* bendungan yang membentuk Sungai Serayu. Ini

akan mengakibatkan bencana banjir besar yang berasal dari isi waduk Mrica tersebut. Sungai Serayu melewati 4 daerah kabupaten di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Cilacap. Keempat Kabupaten itu mempunyai potensi untuk tergenang oleh banjir jika Bendungan Mrica mengalami keruntuhan. Dengan melakukan analisis hidraulika akibat keruntuhan bendungan dapat diketahui sebaran banjir dan waktunya yang memungkinkan untuk melakukan kegiatan evakuasi. Gambar 1.1 menunjukkan lokasi studi dari Bendungan Mrica dan Sungai Serayu yang terletak pada provinsi Jawa Tengah. Gambar 1.2 menunjukkan lokasi Waduk Mrica dan Sungai Serayu dari dekat.



**Gambar 1.1** Lokasi Studi (Sumber: Peta Atlas Provinsi Jawa Tengah)





**Gambar 1.2** Waduk Mrica (Waduk Jendral Sudirman) dan Kali Serayu  
(Sumber: Direktorat Sumber Daya Air)

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan keruntuhan Bendungan Mrica, mengetahui daerah sebaran banjir pada Sungai Serayu, dan memperkirakan waktu evakuasi pada daerah sebaran banjir akibat kegagalan Bendungan Mrica.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Pada skripsi ini terdapat beberapa batasan untuk mencegah masalah yang dibahas menjadi lebih luas. Batasan yang ditetapkan yaitu:

1. Tidak dilakukan analisis hidrologi pada studi ini melainkan menggunakan data debit banjir yang diambil dari studi sebelumnya.
2. Pemodelan yang dilakukan dibatasi pada pemodelan 1 dimensi
3. Digunakan parameter keruntuhan dari persamaan regresi

#### 1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah :

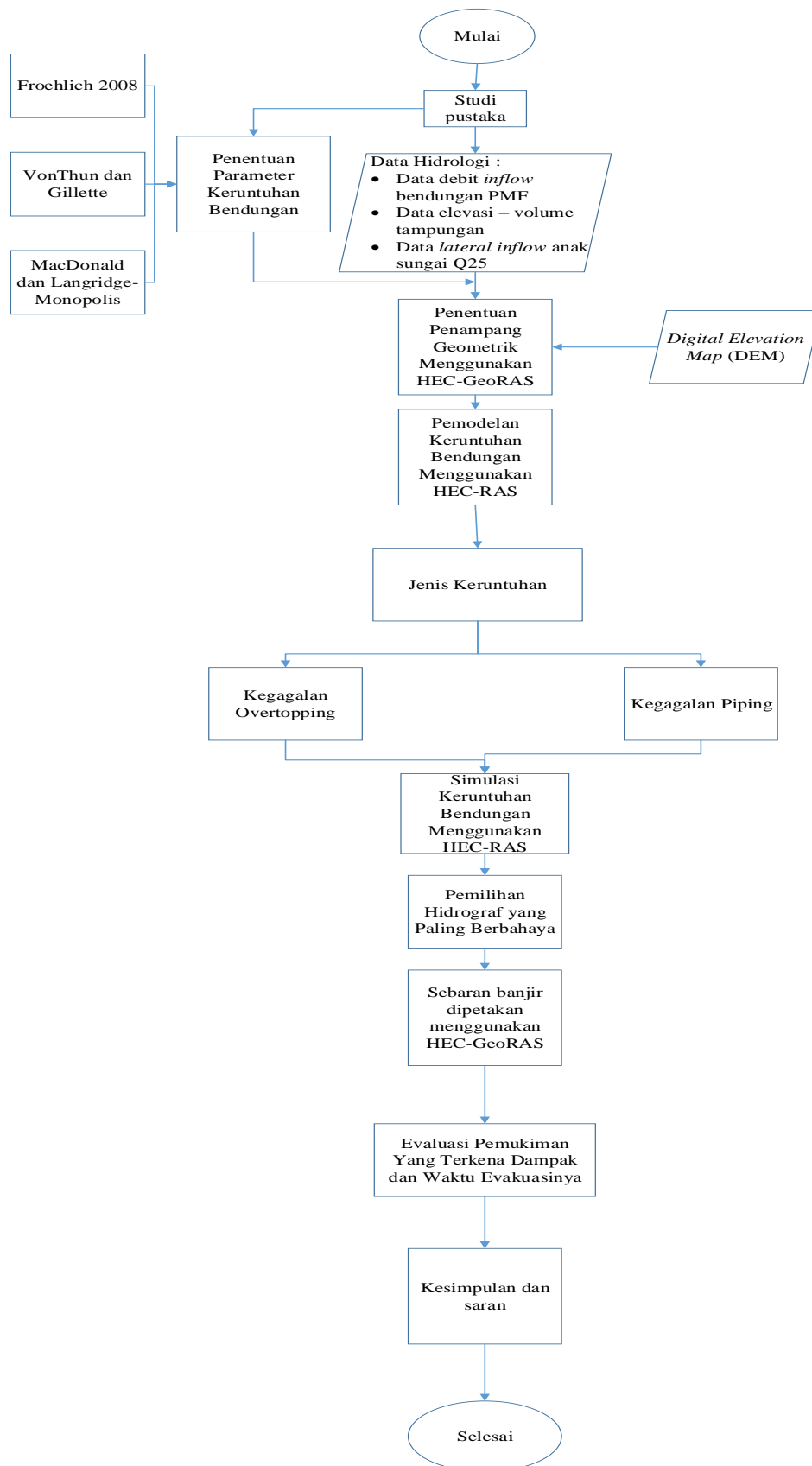
1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari manual pada program ekstensi HEC-GeoRAS 10.2 dan program HEC-RAS 4.1 beserta dasar teori terkait keruntuhan bendungan yang dapat membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

2. Analisis Data dan Pemodelan

Pemodelan Waduk Mrica dan Sungai Serayu dimodelkan dengan menggunakan data *Digital Elevation Map* atau DEM dengan bantuan program ekstensi HEC-GeoRAS 10.2 dari program ArcGIS 10.2. Pada pemodelan HEC-GeoRAS didapatkan *output* penampang melintang , memanjang, tampungan, bendungan, dan daerah sebaran banjir. Kemudian pemodelan dari HEC-GeoRAS 10.2 di ekspor menuju program HEC-RAS 4.1 untuk dilakukan pemodelan bendungan runtuh. Input yang diberikan pada pemodelan HEC-RAS 4.1 adalah data debit banjir, waktu dan dimensi keruntuhan bendungan. *Output* dari pemodelan bendungan runtuh HEC-RAS 4.1 adalah sebaran banjir satu dimensi yang selanjutnya akan diekspor kembali pada program HEC-GeoRAS 10.2 untuk dipetakan sebaran banjirnya.

Secara singkat, metodologi penelitian analisis ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1.3 :



**Gambar 1.3** Diagram Alir

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu :

#### Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan

#### Bab 2 Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang penyebab keruntuhan bendungan, Parameter keruntuhan, rumus regresi akibat keruntuhan, hidrograf *outflow* akibat keruntuhan bendungan, *Digital Elevation Model* , piranti lunak ArcGIS 10.2, program ekstensi HEC-GeoRAS 10.2, piranti lunak HEC-RAS 4.1, aliran tak langgeng, komputasi hidrolis melalui pintu radial, nilai kekasaran manning, dan pemodelan waduk.

#### Bab 3 Kondisi Daerah Studi dan Ketersediaan Data

Bab ini menjelaskan tentang kondisi umum daerah yang diteliti dan ketersediaan data, diantaranya adalah data teknis waduk, debit banjir rencana Waduk Mrica, debit banjir anak Sungai Serayu,

#### Bab 4 Analisis Data dan Pemodelan

Bab ini menjelaskan tentang analisis hidraulika Sungai Serayu akibat Dam Break Waduk Mrica beserta daerah sebaran banjir dengan menggunakan program ekstensi HEC-GeoRAS 10.2 dan program HEC-RAS 4.1

#### Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan saran dari analisis yang telah dilakukan