Analisa Keruntuhan Bendungan Salomekko Kabupaten Bone Dengan Menggunakan Aplikasi *Zhong Xing HY21*

Mirsa Ayu^{1*}, Pitojo Tri Juwono¹, Runi Asmaranto¹

¹ Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya,
Jalan MT. Haryono No. 167, Malang, 65145, INDONESIA

*Korespondensi Email: mirsaayu_06@student.ub.ac.id

Abstract: The Salomekko Dam is located in the Salomekko Hamlet of Ulu Balang Village, Salomekko District, Bone Regency, South Sulawesi Province which has the main pupose of providing water for agricultural irrigation of 1722 hectares. Besides having the benefit of the Salomekko Dam, it also has potential dangers, namely if the dam collapses. Therefore, it is necessary to dam break analysis of the Salomekko Dam which is assumed to be due to overtopping and pipping using the Zhong Xing HY21 application. Based on the simulation results through the Zhong Xing HY21 application, the collapse due to overtopping was the cause of the collapse of the Salomekko Dam which had the greatest impact with the PMF design flood discharge of $753.862 \text{ m}^3 / \text{s}$ and an inundation area of 15.694 km^2 with a maximum inundation height of 7.759 m. The collapse of the Salomekko Dam resulted in 11 villages being affected on the downstream side of the dam with the population at risk of 2565 people.

Keywords: Dam Break, Salomekko Dam, Zhong Xing HY21

Abstrak: Bendungan Salomekko terletak di Dukuh Salomekko Desa Ulu Balang, Kecamatan Salomekko, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki fungsi utama untuk menyediakan air bagi kebutuhan irigasi pertanian seluas 1722 Ha. Bendungan Salomekko disamping memiliki manfaat juga menyimpan potensi bahaya, yaitu apabila bendungan runtuh. Oleh karena itu, dibutuhkan analisa keruntuhan bendungan Bendungan Salomekko yang diasumsikan akibat *overtopping* dan *piping* menggunakan aplikasi *Zhong Xing HY21*. Berdasarkan hasil simulasi melalui aplikasi *Zhong Xing HY21*, keruntuhan akibat *overtopping* merupakan penyebab keruntuhan Bendungan Salomekko yang menimbulkan dampak paling besar dengan debit banjir rancangan PMF sebesar $753,862 \text{ m}^3/\text{det}$ dan luas genangan $15,694 \text{ km}^2$ dengan tinggi genangan maksimum 7,759 m. Keruntuhan Bendungan Salomekko mengakibatkan 11 desa terdampak pada bagian hilir bendungan dengan jumlah penduduk terkena resiko 2565 jiwa.

Kata kunci: Bendungan Salomekko, Keruntuhan Bendungan, *Zhong Xing HY21*

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman kebutuhan akan pasokan air semakin meningkat, maka salah satu cara dalam peningkatan sektor sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan akan air hingga untuk mendukung ketahanan pangan adalah dengan membangun sarana dan prasarana fisik untuk menunjang pemanfaatan air yaitu bendungan. Pembangunan sebuah bendungan selain ditujukan untuk memperoleh manfaat tertentu, namun juga menyimpan potensi keruntuhan yang dapat menyebabkan kerugian yang begitu besar[1]. Jika terdapat fenomena alam yang seringkali sulit diprediksi dan apabila bendungan tidak dikelola dengan baik, maka suatu bendungan akan mengalami keruntuhan sehingga menyebabkan banjir yang sangat besar sehingga mampu menimbulkan kerugian besar di bagian hilirnya. Sama seperti kejadian terdahulu yaitu runtuhnya Bendungan Situ Gintung tahun 2009 silam yang mengakibatkan korban meninggal 98 orang dan 115 hilang.

Bendungan Salomekko terletak di Dukuh Salomekko, Desa Ulu Balang, Kecamatan Salomekko, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki berguna untuk memberikan air dalam memenuhi kebutuhan irigasi pertanian seluas 1722 Ha. Selain bermanfaat, Bendungan Salomekko juga memiliki potensi bahaya yang sangat besar apabila terjadi runtuhnya suatu bendungan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Costa, penyebab keruntuhan bendungan umumnya diakibatkan oleh *overtopping* dan juga *piping*. Kondisi *overtopping* terjadi apabila air melimpas melalui puncak bendungan sedangkan *piping* diakibatkan oleh bocoran atau rembesan melalui tubuh bendungan.

Oleh karena itu perlu adanya analisa keruntuhan bendungan (*Dam Break Analysis*) dan simulasi keruntuhan bendungan (*Dam Break Simulation*). Analisa keruntuhan Bendungan Salomekko dilakukan akibat *overtopping* dan *piping* menggunakan aplikasi *Zhong Xing HY21* yang dapat menghasilkan peta penyebaran genangan banjir sehingga dapat digunakan untuk pedoman penetapan batasan potensi daerah terdampak bencana. Hal ini merupakan salah satu upaya mengurangi dampak kerugian dengan mengetahui kondisi wilayah terdampak keruntuhan bendungan.

2. Bahan dan Metode

Bagian bahan dan metode, atau dikenal sebagai metodologi penelitian, menjelaskan semua informasi yang diperlukan untuk mendapatkan hasil penelitian

2.1 Bahan

A. Gambaran Umum Lokasi Studi

Bendungan Salomekko terletak di Dukuh Salomekko Desa Ulu Balang, Kecamatan Salomekko, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis Kabupaten Bone terletak di pesisir Timur Provinsi Sulawesi Selatan dan memiliki luas wilayah sekitar 4,559 km² atau 9,78% dari luas Provinsi Sulawesi Selatan. Selain itu, bagian barat Teluk Bone sangat menjanjikan apabila ingin dikembangkan karena mempunyai sumber daya alam yang melimpah. Sedangkan secara astronomis Kabupate Bone terletak antara koordinat 119°42' sampai 120°30' Bujur Timur dan 4°13' sampai 5°6' Lintang Selatan.

Bendungan Salomekko berada dalam Daerah Aliran Sungai Salomekko yang merupakan DAS kecil yang berbatasan dengan sebelah utara DAS Salo Baruttung dan DAS Salo Rumpai, sebelah barat DAS Salo Bulubulu dan DAS Salo Batakao, sebelah selatan DAS Salo Jawijawi, sebelah timur Teluk Bone. Peta dari pemerintah Kabupaten Bone tentang daerah aliran sungai di Kabupaten Bone ditunjukkan pada (Gambar 1), dimana Sungai Salomekko di bagian hulu bendungan terbentuk dari 3 anak sungai utama, dengan panjang sungai utama sampai lokasi bendungan 6,5 km [2]. Sungai Salomekko mengalir dari Barat ke arah Timur, dan bermuara di Teluk Bone. Panjang Sungai Salomekko dari bendungan ke muara adakah sekitar 11.8 km. DAS Salomekko memiliki luas 40,5 km². Sedangkan Daerah Tangkapan Air Bendungan Salomekko mempunyai luas 13,2 km².

Gambar 1: Peta Daerah Aliran Sungai di Kabupaten Bone

B. Data Penelitian

Dalam studi ini dibutuhkan data untuk analisa Keruntuhan Bendungan Salomekko yaitu :

- **Data Hujan Harian Maksimum Tahunan**
Data hujan digunakan sebagai data pokok dalam perhitungan debit banjir rancangan yang terdapat pada Waduk Salomekko. Dalam hal ini Terdapat satu stasiun hujan yang terdekat dipilih mewakili DAS Salomekko yaitu Stasiun Hujan Salomekko (Bicoing). Data huan yang digunakan selama 20 tahun dari tahun 2000-2019.
- **Data Teknis Bendungan Salomekko**
Data teknis bendungan digunakan untuk mengetahui karakteristik Bendungan Salomekko.
- **Lengkung kapasitas Waduk Salomekko**
Untuk mengetahui kapasitas Waduk Salomekko yang berfungsi unuk perhitungan penelusuran banjir di atas pelimpah sehingga didapat elevasi waduk ketika banjir.
- **Peta Isohyet PMP Kabupaten Bone Sulawesi Selatan.**
Peta PMP digunakan untuk mencari nilai *Probable Maximum Precipitation* (PMP) yang sudah digambarkan di Bendungan Salomekko. Nilai ini nantinya dibandingkan dengan nilai *Probable Maximum Precipitation* (PMP) hitung untuk mendapatkan nilai debit banjir rencana *Probable Maximum Flood* (PMF).
- **Peta topografi dan *Data Elevation Model* (DEM)**
Hasil pengukuran topografi sungai bagian hilir Bendungan Salomekko digunakan untuk penggambaran kondisi bagian hilir bendungan pada aplikasi *Zhong Xing HY21*.
- **Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Bone Sulawesi Selatan**
Peta RBI digunakan untuk mengetahui daerah yang terkena dampak keruntuhan Bendungan Salomekko yang nantinya digunakan untuk mengetahui klasifikasi bahaya Bendungan Salomekko.
- **Data bangunan dan Jalan Provinsi Sulawesi Selatan**
Data bangunan dan jalan bagian hilir Bendungan Salomekko di Kabupaten Bone untuk mengetahui besaran dampak akibat keruntuhan Bendungan Salomekko.
- **Data Jumlah Penduduk di Hilir Bendungan Salomekko**
Untuk mengetahui klasifikasi atau tingkat bahaya dari keruntuhan Bendungan Salomekko.

2.2 Metode

Untuk memperoleh debit maksimum (banjir) atau debit minimum (debit andalan) yaitu suatu nilai yang maksimal suatu besaran ekstrim, maka para pakar hidrologi harus mampu menginterpretasikan data yang tersedia dan diperuntukan bagi penelitiannya [3]. Analisis hidrologi ini bertujuan untuk memprediksi hujan dan debit banjir maksimum di Waduk Salomekko beserta perilakunya terhadap Bendungan Salomekko. Studi ini dimulai dari analisis hidrologi dengan menguji data hujan, analisis frekuensi, dan uji kesesuaian distribusi. Dalam analisis frekuensi debit banjir agar dapat diperiksa maka data yang digunakan setidaknya 20 tahun data pengamatan, serta mempelajari karakteristik dari fungsi distribusi data yang ada [4]. Setelah diperoleh curah hujan *Probable Maximum Precipitation* (PMP) kemudian data hujan PMP tersebut dikonversi menjadi debit dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) yang pada akhirnya diperoleh nilai debit banjir rancangan *Probable Maximum Flood* (PMF).

Selanjutnya data banjir disimulasikan melalui penelusuran banjir untuk memperoleh elevasi waduk pada debit banjir. Melalui penelusuran banjir tersebut akan diketahui apakah debit banjir tersebut dapat menyebabkan *overtopping* atau tidak. Hasil tersebut nantinya disimulasikan ke dalam program *Zhong Xing HY21*. Melalui hal tersebut didapatkan peta penyebaran banjir akibat keruntuhan Bendungan Salomekko sehingga dapat diketahui klasifikasi bahaya banjirnya.

2.3 Persamaan

• Debit Banjir Rancangan

Hidrograf satuan dipakai dalam sebuah analisis menentukan banjir rancangan apabila data yang tersedia merupakan data hujan. Metode ini cukup sederhana, mudah penerapannya, data yang diperlukan tidak rumit, dan hasil rancangan yang diberikan cukup teliti serta signifikan [5].

Persamaan HSS Nakayasu :

$$Q_p = \frac{A.R_0}{3,6.(0,3.T_p + T_{0,3})} \quad \text{Pers.1}$$

$$T_p = t_g + 0,8t_r \quad \text{Pers.2}$$

$$T_{0,3} = \alpha . t_g \quad \text{Pers.3}$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai dengan } 1 t_g \text{ (jam)} \quad \text{Pers.4}$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ (untuk } L < 15 \text{ Km)} \quad \text{Pers.5}$$

Keterangan :

t_g	= waktu konsentrasi (jam)
L	= panjang sungai utama (km)
$T_{0,3}$	= waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)
t_r	= satuan waktu dari curah hujan (jam)
α	= koefisien karakteristik DAS atau parameter hidrograf
T_p	= waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
Q_p	= debit puncak banjir ($m^3 / \text{det}/mm$)
CA	= luas DAS (km^2)
R_0	= hujan satuan atau hujan efektif (mm)

Persamaan HSS Limantara

$$Q_p = 0,042 . A^{0,451} . L^{0,497} . L_c^{0,356} . S^{-0,131} . n^{0,168} \quad \text{Pers.6}$$

$$Q_n = Q_p . [(t/T_p)]^{1,107} \quad \text{Pers.7}$$

$$Q_t = Q_p . 10^{0,175(T_p-t)} \quad \text{Pers.8}$$

$$T_p = t_g + 0,8t_r \quad \text{Pers.9}$$

$$L < 15 \text{ km, maka } t_g = 0,21L^{0,7} \quad \text{Pers.10}$$

Keterangan :

- Qp = debit puncak banjir untuk hidrograf satuan ($\text{m}^3/\text{dt}/\text{mm}$)
- Qn = debit ketika persamaan kurva naik ($\text{m}^3/\text{dt}/\text{mm}$)
- Qt = debit Ketika persamaan kurva turun ($\text{m}^3/\text{dt}/\text{mm}$)
- A = luas pada DAS (km^2)
- L = panjang sungai utama (km)
- Lc = panjang sungai dari *outlet* sampai titik terdekat dengan titik berat DAS (km)
- S = kemiringan sungai utama
- n = koefisien kekasaran DAS
- 0,042 = koefisien untuk konversi satuan ($\text{m}^{0,25}/\text{dt}$)
- Tp = waktu naik hidrograf atau waktu mencapai puncak hidrograf (jam)
- t = waktu hidrograf (jam)
- 0,175 = koefisien untuk konversi satuan (dt^{-1})
- tg = waktu konsentrasi hujan
- tr = 0,5tg sampai 1tg

• Penelusuran Banjir

Untuk menentukan debit *outflow* maksimum dan tinggi air maksimum pada debit *outflow* dibutuhkan analisa penelusuran banjir di waduk. Penelusuran banjir pada waduk berguna untuk mengetahui apakah debit rancangan PMF pada waduk dapat mengalami *overtopping* atau tidak. Simulasi hanya dilakukan untuk kondisi *piping* atau pertimbangan lain apabila bendunga tersebut dinyatakan tidak mengalami *overtopping* ketika dilakukan penelusuran banjirnya. Tahapan penelusuran banjir pada dasarnya menggunakan persamaan kontinuitas massa aliran sederhana sebagai berikut:

$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad \text{Pers.11}$$

Metode perhitungan penelusuran banjir di waduk menggunakan persamaan :

$$S_{j+1} - S_j = ((I_j + I_{j+1}) \Delta t - ((Q_j + Q_{j+1})/2) \Delta t) \quad \text{Pers. 12}$$

Dimana:

- S = Fungsi tampungan
- Q = Hidrograf *outflow*
- I = Hidrograf *inflow*
- Δt = Interval durasi

Kurva hubungan antara elevasi muka air debit *outflow* melalui ambang *spillway* ditetapkan dari persamaan perhitungan hidrolika hubungan antara tinggi muka air dan perhitungan debit *outflow* :

$$Q = C L H^{3/2} \quad \text{Pers. 13}$$

Keterangan :

- Q = Debit desain (m^3/dt)
- C = Koefisien debit pelimpah ($1,7 - 2,2 \text{ m}^{1/2}/\text{detik}$)
- L = Panjang mercu *spillway* (m)
- H = Kedalaman muka air (m)

• Keruntuhan Bendungan

Gagalnya suatu bendungan diartikan sebagai keruntuhan sebagian, keseluruhan, atau hanya bangunan pelengkap, dan atau kerusakan yang menyebabkan bendungan tidak dapat berfungsi seperti yang seharusnya [6]. Menurut laporan Komisi Internasional Bendungan Besar, keruntuhan bendungan urugan umumnya terjadi 38% akibat *piping*, 35% akibat *overtopping*, 21% akibat kegagalan pondasi, serta 6% lainnya [7]. Oleh karena itu pada studi ini keruntuhan bendungan hanya berdasarkan skenario *overtopping* (Gambar. 2) dan atau *piping* (Gambar. 3).

Gambar 2: Ilustrasi Keruntuhan Bendungan Akibat *Overtopping*

Gambar 3: Ilustrasi Keruntuhan Bendungan Akibat *Piping*

Skenario *overtopping* (Gambar. 2) digambarkan dengan rekahan berbentuk segiempat, trapesium, atau segitiga. Rekahan akan membesar seiringnya waktu, dimulai dari puncak tubuh bendungan hingga mencapai pondasi bendungan. Aliran yang digambarkan dan diperhitungkan melewati rekahan dengan skenario *overtopping* ini adalah sebagai suatu aliran yang melewati ambang lebar [8]. Sedangkan kegagalan *piping* umumnya memiliki rekahan berbentuk persegi empat yang diawali dengan merembesnya air melalui material, kemudian lubang yang lebih besar terbentuk, sehingga mampu membawa lebih banyak air dan mengikis lebih banyak material. Berikut gambaran dari parameter rekahan (Gambar. 4) pada proses keruntuhan bendungan [9].

Gambar 4: Gambaran Parameter Rekahan

Persamaan regresi Froeichlich (2008) untuk lebar rata-rata rekahan dan waktu keruntuhan yaitu :

$$B_{ave}=0,27.K_0.Vw^{0,32}.hb^{0,04} \quad \text{Pers. 14}$$

$$tf=63,2\sqrt{\frac{Vw}{ghb^2}} \quad \text{Pers. 15}$$

Keterangan :

- B_{ave} = lebar rata-rata rekahan (m)
 K_0 = konstanta (1,3 untuk keruntuhan overtopping , 1,0 untuk piping)
 Vw = volume tampungan saat keruntuhan (m³)
 h_b = tinggi akhir rekahan (m)
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 tf = waktu keruntuhan (detik)

Menurut peneliti bernama Frolechlich mengatakan bahwa lereng sisi rata-rata seharusnya 1.0H: 1V untuk keruntuhan *overtopping* dan 0,7H : 1V untuk keruntuhan lainnya (seperti *piping*). Meskipun tidak secara jelas dinyatakan dalam makalah oleh Froeichlich, ketinggian dari keruntuhan biasanya dihitung dengan mengasumsikan bahwa keruntuhan berjalan dari atas bendungan hingga ke ketinggian tanah alami di lokasi teradinya suatu keruntuhan bendungan [10].

• Aplikasi Zhong Xing HY21

Aplikasi *Zhong Xing HY21* adalah perangkat lunak yang mensimulasikan suatu keruntuhan bendungan, dan menghasilkan sebuah hidrograf aliran keluar (*Outflow Hidrograf*), dan mampu membuat simulasi gerakan gelombang banjir yang disebabkan runtuhnya suatu bendungan (*Dam Break Analysis*). Kemampuan yang dimiliki oleh aplikasi *Zhong Xing HY21* adalah sebagai berikut:

- Kemampuan mensimulasikan yang dipengaruhi alur sungai yang bermeander dalam dataran banjir yang cukup lebar.
- Kemampuan melakukan simulasi aliran yang subkritis dan superkritis untuk *routing* yang sama.
- Kemampuan *routing* sebuah hidrograf menggunakan *dynamic routing* yang cepat serta baik, untuk beragam skenario keruntuhan bendungan.
- Kemampuan simulasi terpengaruh *breakwater* akibat kehancuran atau kegagalan pada bendungan yang mempertemukan anak sungai dengan sungai.
- Kemampuan untuk menciptakan animasi perjalanan banjir, waktu tiba banjir, dan waktu surut banjir.

Aplikasi *Zhong Xing HY21* memiliki banyak kelebihan yang dapat digunakan, tetapi aplikasi ini juga memiliki beberapa keterbatasan sebagai berikut:

- Hasil dari simulasi tidak mampu dijamin 100% secara akurat.
- Hasil dari simulasi tidak mampu menghasilkan hasil genangan akhir atau tidak bisa menghitung waktu banjir surut.
- Simulasi dari hasil keruntuhan bendungan tidak mampu dilakukan hanya dengan sekali proses saja.
- Alur sungai yang berada di hilir suatu bendungan pada dasarnya tidak bisa kering pada awal simulasi, sehingga wajib memiliki aliran dasar meskipun sangat kecil.

• Klasifikasi Tingkat Bahaya

Dalam penelitian ini, penentuan tingkat klasifikasi bahaya menggunakan pedoman Surat Keputusan Dirjen SDA Nomor 257/KPTS/D/2011, tentang Klasifikasi Bahaya Bendungan dimana kriteria penetapan tingkat bahaya banjir akibat keruntuhan suatu bendungan menggunakan dan mempertimbangkan parameter PenRis (penduduk yang terkena resiko) terhadap jarak suatu bendungan, ketinggian genangan banjir, dan kecepatan banjir. Berikut (Tabel 1) menunjukkan klasifikasi tingkat bahaya berdasarkan banyaknya penduduk terkena resiko akibat keruntuhan bendungan yang bersumber pada peraturan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air [11].

Tabel 1 : Kriteria Penetapan Tingkat Bahaya Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan

Jumlah Penduduk Terkena Resiko (PenRis)	Jarak dari Bendungan (km)				
	0 – 5	0 – 10	0 – 20	0 – 30	0 – >30
0	1	1	1	1	1
1 – 100	3	3	2	2	2
101 – 1000	4	4	4	3	3
>1000	4	4	4	4	4

Keterangan Tabel 1 :

klasifikasi bahaya bernilai 1 = bahaya tingkat rendah

klasifikasi bahaya bernilai 2 = bahaya tingkat sedang

klasifikasi bahaya bernilai 3 = bahaya tingkat tinggi

klasifikasi bahaya bernilai 4 = bahaya tingkat sangat tinggi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hidrologi

Bedasarkan peta PMP Sulawesi Selatan, nilai PMP yang terjadi di lokasi Bendungann Salomekko sebesar 770 mm. Sedangkan berdasarkan PMP Hitung metode Hersfield bernilai lebih besar dari pada PMP Isohiet yaitu sebesar 950,387 mm. Sehingga hasil PMP Hitung metode Hersfield dipilih untuk digunakan dalam proses perhitungan selanjutnya.

Tabel 2 : Rekapitulasi Hidrograf Satuan Sintetis

Metode HSS	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan (m^3/dt)	
	1000 th	PMF
Nakayasu	312,581	753,862
Limantara	94,440	565,528

Bedasarkan hasil perhitungan debit banjir rancangan (Tabel 2) di atas, dinyatakan bahwa nilai debit banjir rancangan metode HSS Nakayasu lebih besar dibanding metode limantara. Sehingga nilai yang digunakan adalah nilai debit banjir rancangan metode HSS Nakayasu dengan Q_{1000} sebesar 312,581 m^3/detik dan Q_{PMF} sebesar 753,862 m^3/detik .

3.2 Penelusuran Banjir (*Flood Routing*) Melalui Pelimpah

Bedasarkan hasil *flood routing* Q_{PMF} (Gambar 5), didapatkan elevasi maksimum sebesar +80,52 m yang telah melewati pelimpah dengan elevasi +76,00 m. Dengan elevasi puncak bendungan +80,00 m, sehingga untuk kondisi banjir Q_{PMF} maka Bendungan Salomekko mengalami *overtopping*.

Gambar 5 : Grafik Hubungan Inflow dan Outflow Pada Pelimpah Untuk Q_{PMF}

3.3 Hasil Simulasi Aplikasi *Zhong Xing HY21*

Dilakukan simulasi untuk skenario *piping* atas, *piping* tengah, *piping* bawah, dan *overtopping*. Sehingga didapatkan karakteristik banjir akibat keruntuhan Bendungan Salomekko berbeda untuk setiap skenario keruntuhan.

Tabel 3 : Hasil Simulasi setiap Skenario dari Aplikasi *Zhong Xing HY21*

Skenario Keruntuhan	Jumlah Desa Terdampak	Luas Genangan (Km ²)	Total Debit <i>Outflow</i> Puncak Saat Keruntuhan Terjadi (m ³ /det)
<i>Piping</i> Atas Kondisi Muka Air Banjir	11	13,732	1739,47
<i>Piping</i> Tengah Kondisi Muka Air Banjir	11	14,478	6412,289
<i>Piping</i> Bawah Kondisi Muka Air Banjir	11	14,932	7613,555
<i>Overtopping</i>	11	15,694	8357,593

Bedasarkan hasil simulasi pada setiap skenario (Tabel 3) didapatkan bahwa skenario *overtopping* memberikan dampak banjir terbesar. Sehingga berikut disajikan klasifikasi tingkat bahaya banjir akibat kondisi *overtopping* (Tabel 4).

Tabel 4: Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir Berdasarkan Penduduk Terkena Resiko

No	Desa	Jarak Dari Bendungan (km)	Rumah Terdampak	Jumlah Penduduk Terkena Resiko (Jiwa)	Klasifikasi Bahaya	Keterangan
1	Bicoing	2,618	164	820	4	Bahaya Sangat Tinggi
2	Bacu	5,250	108	540	4	Bahaya Sangat Tinggi
3	Pancatana	6,520	44	220	4	Bahaya Sangat Tinggi
4	Muara	6,170	79	395	4	Bahaya Sangat Tinggi
5	Bonepetu	7,180	0	0	1	Bahaya Rendah
6	Ujunge	7,450	0	0	1	Bahaya Rendah
7	Tebba	6,380	36	180	4	Bahaya Sangat Tinggi
8	Manera	6,913	82	410	4	Bahaya Sangat Tinggi
9	Mapatoba	9,120	0	0	1	Bahaya Rendah
10	Malimongeng	10,190	0	0	1	Bahaya Rendah
11	Tarasu	11,090	0	0	1	Bahaya Rendah

Bedasarkan klasifikasi tingkat bahaya banjir akibat kondisi *overtopping* (Tabel 4), didapatkan bahwa terdapat 6 desa yaitu Desa Bicoing, Desa Bacu, Desa Pancatana, Desa Muara, Desa Bonepetu, Desa Tebba, dan Desa Manera yang klasifikasinya tergolong bahaya sangat tinggi. Sedangkan 5 desa lainnya yaitu Desa Bonepetu, Desa Ujunge, Desa Mapatoba, Desa Malimongeng, dan Desa Tarasu yang klasifikasinya tergolong bahaya rendah karena tidak padat penduduk. Jumlah seluruh penduduk yang terkena resiko pada bagian hilir Bendungan Salomekko memiliki total penduduk sejumlah 2565 jiwa.

Gambar 6 : Peta Genangan Banjir akibat Kondisi *Overtopping*

Pada peta sebaran genangan banjir akibat kondisi *overtopping* (Gambar 6) yang tersebar ke 11 desa. Genangan banjir bewarna merah menunjukkan kedalaman air lebih dari 2 m. Hal ini menunjukkan bahwa banjir akibat keruntuhan bendungan kondisi *overtopping* akan memberikan dampak paling besar.

4. Kesimpulan

Bedasarkan simulasi, didapatkan bahwa debit banjir dengan kala ulang Q_{PMF} sebesar $753,862 \text{ m}^3/\text{det}$ dapat menyebabkan Bendungan Salomekko mengalami kerruntuhan akibat *overtopping*. Sehingga skenario keruntuhan bendungan diasumsikan mengalami *piping* dan *overtopping*, dengan kondisi paling ekstrem yakni kondisi *overtopping*. Dengan luas genangan $15,694 \text{ km}^2$ dan kedalaman banjir yang cukup besar, kondisi *overtopping* mampu menyebarkan banjir ke 11 desa yang 6 desa diantaranya tergolong klasifikasi tingkat bahaya banjir sangat tinggi.

Ucapan Terima kasih

Terimakasih kepada PT. Caturbina Guna Persada, yang telah berkontribusi besar dalam penelitian ini. Yakni dalam pemberian seluruh data yang dibutuhkan untuk perhitungan dan peminjaman aplikasi *Zhong Xing HY21* untuk melakukan simulasi keruntuhan Bendungan Salomekko. Selain itu terimakasih diucapkan pula, atas petunjuk penggunaan aplikasi *Zhong Xing HY21* yang diberikan.

Daftar Pustaka

- [1] S. G. Aniskurillah, R. Asmaranto, P. T. Juwono, "Analisa Keruntuhan Bendungan Muka Kuning Batam Menggunakan Aplikasi Zhong Xing HY21," vol. 28, no. 12, pp. 1286–1290, 2013.
- [2] Pemerintah Kabupaten Bone, "Buku Putih Sanitasi Kabupaten Bone," pp. 16–62, 2013.
- [3] C. D. Soemarto. Ir. B.I.E. DIPL.H., "Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2," Erlangga : Jakarta, 1997.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana," 2016.
- [5] T. Bambang, "Hidrologi terapan," Beta Offset, Yogyakarta, vol. 59, p. 50, 2008.

- [6] Y. P. Sasongko and P. T. Juwono, “Analisa Keruntuhan Bendungan Kuningan Dengan Menggunakan Program Zhong Xing HY21,” , vol. 5, pp. 110–118, 2018.
- [7] W. B. Technical, G. Le Moigne, S. Barghouti, and H. Plusquellec, *Dam Safety and the Environment*, no. 115. .
- [8] L. C. Rachmadan, P. T. Juwono, and R. Asmaranto, “Analisa Keruntuhan Bendungan Alam Way Ela Dengan Menggunakan Program Zhong Xing Hy21,” vol. 7, no. 2002, pp. 1–6, 2015.
- [9] G. Brunner, “Using HEC-RAS for Dam Break Studies, TD-39,” *Us Army Corps Eng. Hydrol. Eng. Cent.*, no. August, p. 74, 2014.
- [10] G. W. Brunner and CEIWR-HEC, “HEC-RAS River Analysis System User ’ s Manual,” no. February, p. 1442, 2016.
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, “Pedoman Teknis Klasifikasi Bahaya Bendungan.” Jakarta, 2011.