



**KON
TSI-17**

Konferensi Nasional Teknik Sipil
dan Infrastruktur 1 2017

PROSIDING

Tantangan Teknik Sipil
Dalam Mendukung
Percepatan Pembangunan
Infrastruktur di Indonesia

JEMBER

KONTSI-I 2017

Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur ke-1 2017

Prosiding

Tantangan Teknik Sipil Dalam Mendukung Percepatan Pembangunan Infrastruktur di Indonesia

Editor :

Dr. Gusfan Halik, ST., MT.

Willy Kriswardhana, ST., MT.

Dianatul Hanifah

Hafi Anshori Ramadhani

Naura Nisrina Prisyta Amalia

Muhammad Alfian Nasril B.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit

ISBN 978-602-61803-8-4



Isi makalah diluar tanggung jawab editor dan penerbit

Diterbitkan oleh :

UPT Penerbitan Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto, Jember

PENGUNAAN CPT UNTUK ANALISA POTENSI LIQUIFASI WILAYAH DEKAT PANTAI KECAMATAN PUGER KABUPATEN JEMBER <i>Arief Alihudien dan Dwa Desa Warnana</i>	G-67
KINERJA STRUKTUR PERKERASAN LENTUR ADA JALAN RAYA DENGAN SUBGRADE TANAH EKSPANSIF DI WILAYAH KARANGJATI KABUPATEN NGAWI <i>Harimurti dan Harnen Sulistio</i>	G-57
PERILAKU TANAH GAMBUT BERSERAT PERMASALAHAN DAN SOLUSINYA <i>Faisal Estu Yulianto dan Fuad Harwadi</i>	G-77
PERBDANINGAN PENINGKATAN NIAI CBR PADA TANAH YANG STABILISASI DENGAN SEMEN KAPUR DAN PORTLDAN POZZOLANA UNTUK TANAH SUBGRADE <i>Indra Nurtjahjaningtyas, Ahmad Hasanuddin dan Abdul Azis</i>	G-87
KARAKTERISTIK GLOBAL SIKLUS PENGERINGAN-PEMBASAHAH TANAH LEMPUNG KEPASIRAN REMOLDED <i>Paksitya Putra, Farid Ma'Ruf dan Indarto</i>	G-93
MANAJEMEN DAN REKAYASA SUMBER AIR	HAL
MENGIDENTIFIKASI POPULASI AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN DATA MINING DARI DATA PROYEK EVALUASI URANIUM DEPARTEMEN ENERGI AMERIKA SERIKAT <i>Ling Lukman</i>	H-1
REVITALISASI HIPPIAM DALAM PENGELOLAAN JARINGAN AIR BERSIH DI DESA DARSONO, KECAMATAN ARJASA, KABUPATEN JEMBER <i>Gusfan Halik, Paksitya Putra, Syamsul Arifin, Sri Wahyuni dan Farid Ma'Ruf</i>	H-7
IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR RISIKO PADA PEMBANGUNAN BENDUNGAN XI DI KABUPATEN KUPANG <i>Sebastianus Baki Henong</i>	H-15
PENINGKATAN AKURASI METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) MENGGUNAKAN JARAK PERPENDIKULAR <i>Soebagio, Nadjadji Anwar, Basuki Widodo dan Edijatno</i>	H-25
APLIKAS JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST) UNTUK ANALISIS DEBIT DAS BEDADUNG DI KABUPATEN JEMBER <i>Suhardi. "J gt { "Dwf k'Uwrcmuqq. "T wihp"J crkn</i>	H-35
SIMULASI BUKAAN PINTU DAM KARANGANYAR UNTUK PENGENDALIAN BANJIR <i>Retno Utami Agung Wiyono, Sri Wahyuni, Anita Trisiana dan Hidayaturrohmah</i>	H-45
ANALISIS HIDROGRAF BANJIR PADA SUNGAI GUMBASA <i>Nizrawati Lawenga, Galib Ishak dan Zeffitni</i>	H-53
PENGARUH KEDALAMAN AIR TERHADAP BILANGAN FROUDE PADA FLUME <i>Wiwik Yunarni, Ririn Endah dan Meilita Ika</i>	H-61

Pengendalian Banjir Saluran Irigasi Desa Karanganyar dengan Pengaturan Pintu Dam

Flood Control in Karanganyar Irrigation Channel by Simulation of Spillway Gates

Retno Utami Agung Wiyono^a, Sri Wahyuni^b, Anita Trisiana^c, dan Hidayaturrohmah^d

^aStaf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: retnoutami@unej.ac.id

^bStaf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: sriwahyuni.teknik@unej.ac.id

^cStaf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: anita.teknikunej@gmail.com

^dMahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: hidarohmah29@gmail.com

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa yang menyebabkan kerugian, terutama bagi petani. Di Desa Karanganyar, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember, pada lima tahun terakhir, tiga kali panen gagal disebabkan oleh banjir. Curah hujan yang tinggi dan limpasan air di saluran irigasi membuat tanaman terendam dan menyebabkan hasil panen tidak optimal. Salah satu cara penanggulangan banjir adalah dengan mengatur debit air yang mengalir pada saluran irigasi yang dekat dengan lahan pertanian. Saluran irigasi Desa Karanganyar bersumber dari Dam Karanganyar. Dengan melakukan simulasi bukaannya pintu Dam Karanganyar, diharapkan mekanisme banjir dapat lebih dipahami dan kebijakan pencegahan banjir dapat diambil oleh pemerintah daerah. Untuk mengetahui debit banjir yang terjadi dalam berbagai periode ulang, dilakukan analisis hidrologi banjir rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dengan diketahuinya nilai debit banjir pada berbagai periode ulang, debit *outflow* pada setiap pintu pelimpah dapat dikalkulasi. Hasil perhitungan pada penelusuran banjir menunjukkan bahwa pada banjir dengan kala ulang lebih dari 100 tahun, air melimpas (*overtopping*). Hal ini bersesuaian dengan hasil wawancara bahwa terjadi limpasan air pada musim penghujan. Kajian ini akan bermanfaat bagi pemerintah daerah sebagai salah satu metode pengendalian banjir di Desa Karanganyar, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember.

Kata kunci: pengendalian banjir, simulasi bukaan pintu, dam

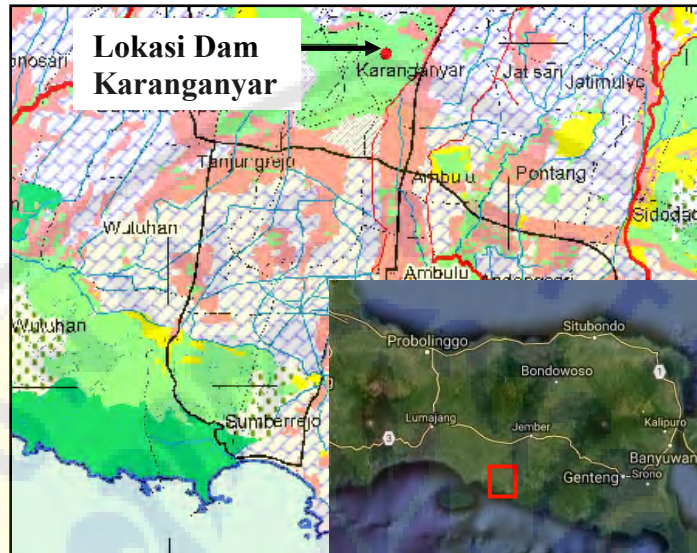
ABSTRACT

Floods caused severe damage to people, including farmer. In Karanganyar village, Ambulu, Jember, East Java, three crops failure in last five years were caused by floods. High precipitation and overtopping in irrigation channel caused plants to be submerged and crops failure. Floods countermeasure should be taken by managing water discharge amount in Karanganyar Dam. By conducting spillway gates opening simulation, hopefully floods mechanism could be understood and further policies to prevent floods could be made by local government. In order to calculate floods for several return periods, hydrology analysis was conducted using Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph. Further, outflow discharge is determined for every spillway gate. Calculation results show that for floods with return period more than 100 years, dam is overtopped. It is consistent with interview results that the dam is overtopped in rainy season. This study will be useful for local government to conduct further rehabilitation to dam structure and scheme so that in rainy season, floods can be prevented.

Keywords: flood control, spillway gates simulation, dam

PENDAHULUAN

Dam Karanganyar terletak di Desa Karanganyar, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember (Gambar 1). Dam Karanganyar selesai dibangun pada tahun 1920 m embendung aliran Sungai Kemuning. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Dam Karanganyar ialah 298 Ha.



Gambar 1. Lokasi Dam Karanganyar

Sumber: Dinas PU Pengairan Kab. Jember (peta utama) dan *Google Maps* (insert)

Dam Karanganyar terdiri atas empat pintu air menuju sungai, satu pintu air menuju saluran irigasi dan satu saluran pelimpah (Gambar 2). Pada musim kemarau, aliran Sungai Kemuning mencukupi kebutuhan para petani untuk keperluan irigasi. Akan tetapi, pada musim penghujan air yang melintasi Dam Karanganyar melebihi kapasitas dam sehingga ketika debit air mencapai puncak, air melimpas pada sisi dam dan menyebabkan banjir pada daerah persawahan yang dilewati saluran irigasi. Pada tiga tahun terakhir, lima kali panen gagal disebabkan banjir.



Gambar 2. Foto Dam Karanganyar

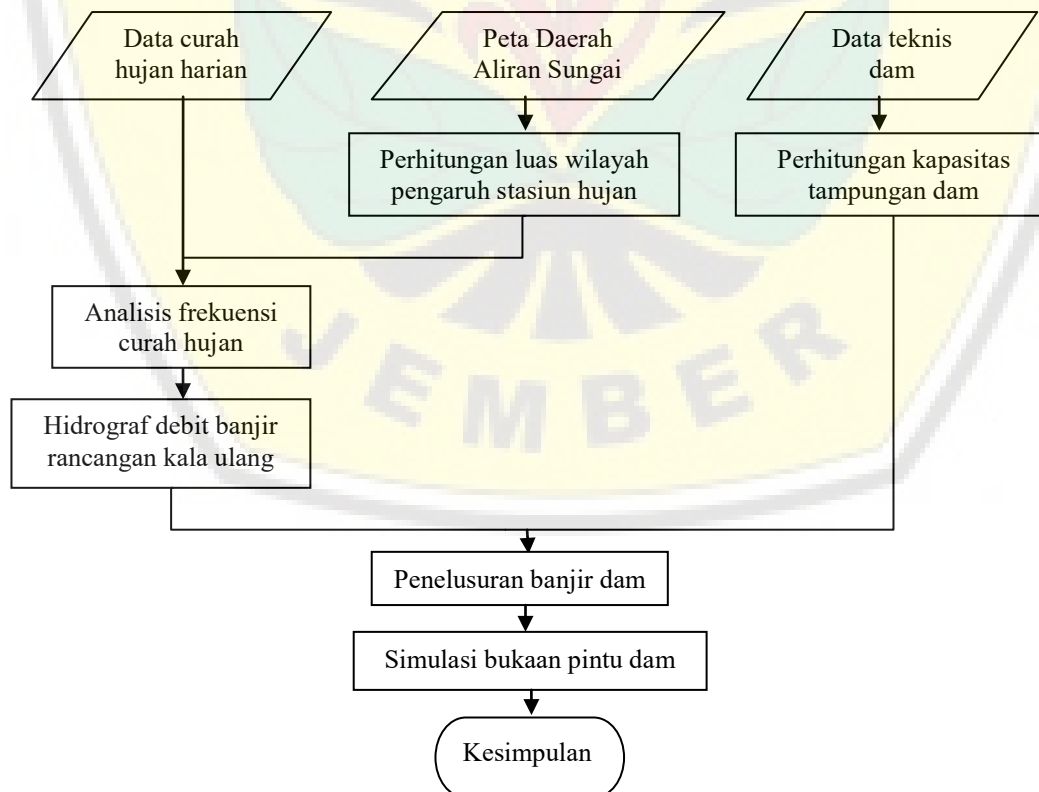
Salah satu langkah pengendalian banjir adalah pengaturan bukaan pintu dam. Simulasi bukaan pintu bendung untuk mengetahui tinggi bukaan setiap pintu dam pada berbagai

kondisi, terutama saat puncak banjir. Simulasi bukaan pintu telah dilakukan di antaranya pada Bendung Gerak Tempe di Sulawesi Selatan (Rifai dkk, 2006), Pintu Air Kanal Banjir Timur di DKI Jakarta (Firmanto dkk, 2015), Bendung Gerak Sembayat di Kabupaten Gresik, Jawa Timur (Rafiuddin dkk, 2017), dan Bendung Sampean Baru di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur (Hidayaturrohman 2017).

Pada studi ini, dalam pengolahan data curah hujan, pemilihan distribusi yang sesuai dengan data curah hujan tidak hanya menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov, tetapi juga menggunakan metode Akaike Information Criterion (AIC). Studi ini bertujuan untuk melakukan simulasi bukaan pintu Dam Karanganyar. Dengan dilakukannya studi ini, diharapkan mekanisme banjir yang terjadi pada dam dan saluran irigasi dapat dipahami sehingga dapat diambil kebijakan yang tepat terkait pengendalian banjir di Daerah Aliran Sungai Dam Karanganyar.

METODE PENELITIAN

Data yang diperlukan untuk studi ini adalah sebagai berikut: 1) Data curah hujan harian di Kabupaten Jember selama 15 tahun (tahun 2002-2016); 2) Data teknis dam meliputi data skema dan ukuran dam serta dimensi pintu dam; 3) Peta DAS di Kabupaten Jember, dan 4) Hasil wawancara dengan petugas Dam Karanganyar beserta foto dokumentasi. Data nomor 1, 2, dan 3 diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember. Sedangkan data nomor 4 dilakukan dengan melakukan survey langsung. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Data curah hujan harian yang digunakan ialah data sejak tahun 2002 sampai dengan 2016 di empat stasiun yang terdekat dengan Dam Karanganyar yaitu stasiun hujan Karanganyar, Kemuningsari, Jatisari dan Tempurejo. Dari data curah hujan yang ada, curah hujan maksimum pada setiap bulannya digunakan untuk memperoleh data curah hujan maksimum tahunan. Untuk menjaga keakuratan data curah hujan, dilakukan pengisian kekosongan data curah hujan.

Pada tahap yang sama, peta DAS diproses menggunakan software QGIS 2.18.12 untuk melakukan perhitungan luas wilayah pengaruh stasiun hujan dengan metode Thiessen. Setelah itu, dilakukan analisis frekuensi curah hujan dengan lima macam distribusi Log Normal, Gumbel, Log Pearson Tipe III, Gamma dan Weibull. Hasil analisis curah hujan tersebut di uji kesesuaian distribusinya dengan Uji Smirnov Kolmogorov lalu dilakukan pemilihan distribusi yang paling cocok terhadap data menggunakan metode Akaike Information Criteria (Schwarz, 2011) dengan persamaan berikut:

$$AIC = -2\log(L) + 2K \quad (1)$$

Dengan K adalah jumlah parameter pada distribusi yang ditinjau dan L adalah fungsi *Likelihood* yang persamaannya bergantung pada distribusi yang ditinjau. Adapun persamaan umum dari fungsi *Likelihood* adalah sebagai berikut:

$$L(\theta|x) = L(\theta_1, \dots, \theta_k | x_1, \dots, x_n) = f(x|\theta) \quad (2)$$

Dengan $f(x|\theta)$ ialah Fungsi Densitas Probabilitas/*Probability Density Function* (PDF) sampel $x=(x_1, \dots, x_n)$ dan untuk setiap poin sampel x , $\theta(x)$ adalah parameter yang paling besar kemungkinannya untuk menghasilkan data yang didapat.

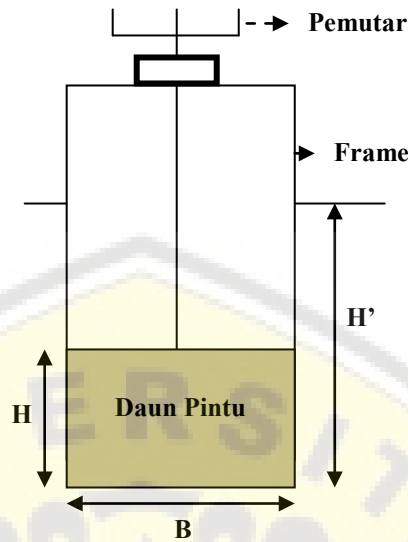
Distribusi yang dipilih dengan metode AIC kemudian digunakan untuk menghitung curah hujan rencana pada berbagai kala ulang. Kemudian dilakukan analisis hidrograf banjir rencana dengan metode Nakayasu sehingga diperoleh Hidrograf Satuan Sintetik debit banjir rancangan kala ulang. Selanjutnya, data teknis dam digunakan untuk menghitung kapasitas tampungan dam. Dari hasil perhitungan tersebut, dilakukan penelusuran banjir dam yang kemudian diikuti dengan simulasi bukaan pintu dam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan wawancara dengan petugas Dam Karanganyar, spesifikasi pintu air dam ditunjukkan pada Tabel 1 dan penjelasan simbol pada Gambar 4.

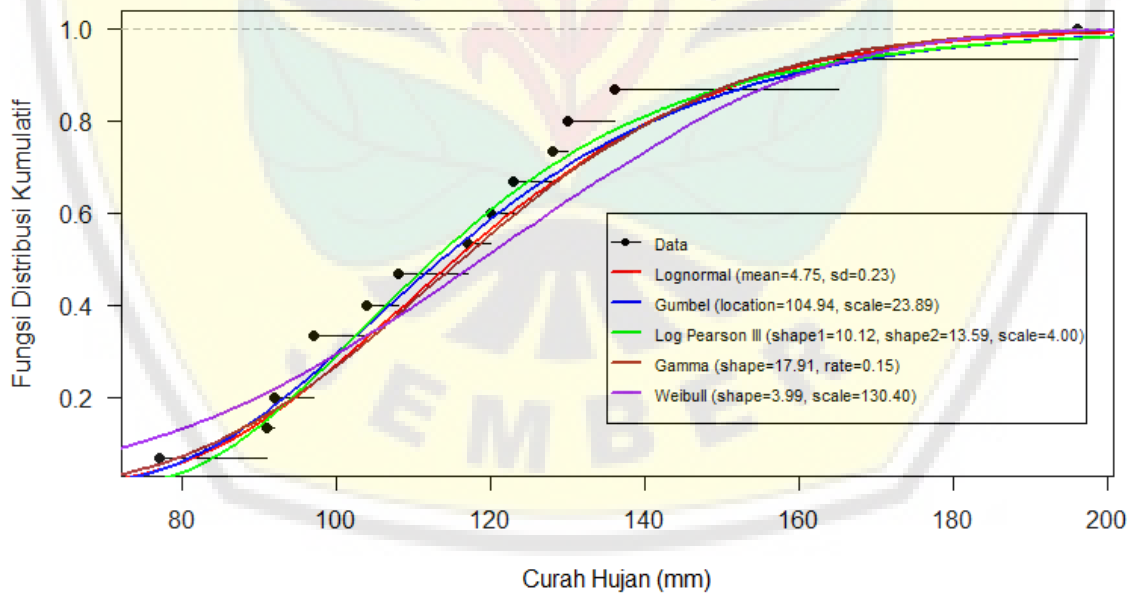
Tabel 1. Pintu Air Dam Karanganyar

No Pintu	Fungsi Pintu Air	Lebar Daun Pintu (B)	Tinggi Daun Pintu (H)	Tinggi (H')	Bahan
1	Penguras	2.80 m	2.16 m	3.08 m	Kayu dan besi
2	Penguras	2.80 m	2.16 m	3.08 m	Kayu dan besi
3	Penguras	1.64 m	2.16 m	3.08 m	Kayu
4	Penguras	1.64 m	2.16 m	3.08 m	Kayu
5	Pengambilan	1.15 m	1.22 m	2.70 m	Besi



Gambar 4. Sketsa pintu air Dam Karanganyar

Analisis frekuensi curah hujan maksimum tahunan dilakukan dengan menggunakan distribusi Lognormal, Gumbel, Log Pearson Tipe III, Gamma dan Weibull. Fungsi Distribusi Kumulatif / *Cumulative Distribution Function* dari curah hujan maksimum tahunan dan lima distribusi yang diuji ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fungsi Distribusi Kumulatif Curah Hujan Maksimum Tahunan

Setelah diuji menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov, diperoleh bahwa seluruh distribusi yang diuji tidak dapat ditolak. Oleh karena itu untuk memilih distribusi yang paling sesuai dengan data, digunakan metode AIC. Hasil perhitungan dengan metode AIC ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji dengan Metode AIC

No	Jenis Distribusi	Log Likelihood	AIC
1	Log Normal	-70.65	145.31
2	Gumbel	-70.41	144.83
3	Log Pearson Tipe III	-70.23	146.45
4	Gamma	-71.01	146.03
5	Weibull	-72.77	149.54

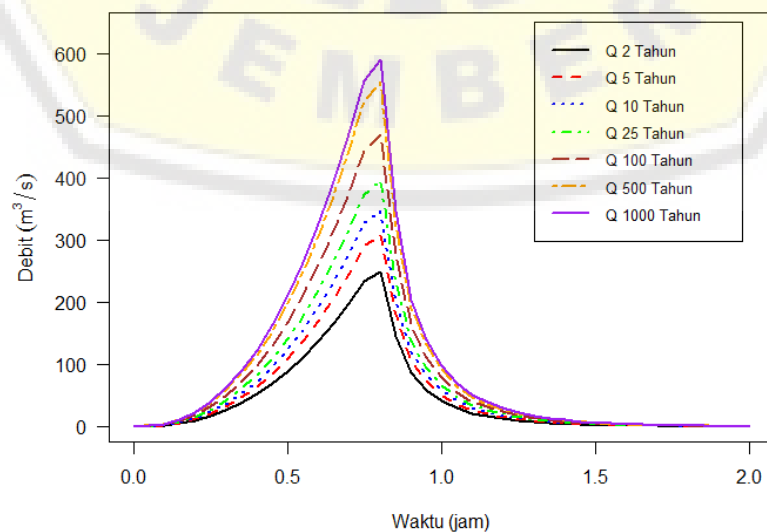
Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode AIC, maka diperoleh bahwa distribusi yang paling sesuai dengan data adalah Distribusi Gumbel. Distribusi ini digunakan untuk memprediksi curah hujan untuk beberapa kala ulang seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Rancangan

No	Kala Ulang	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2 Tahun	113.70
2	5 Tahun	140.78
3	10 Tahun	158.71
4	25 Tahun	181.37
5	100 Tahun	214.85
6	500 Tahun	253.41
7	1000 Tahun	269.98

Hidrograf Debit Banjir

Berdasarkan curah hujan rancangan untuk berbagai kala ulang, Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) metode Nakayasu digunakan untuk memprediksi debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang. Grafik HSS metode Nakayasu ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hidrograf Debit Banjir

Penelusuran Banjir

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) metode Nakayasu digunakan untuk melakukan perhitungan debit air pada berbagai kala ulang. Berdasarkan debit banjir dan kapasitas tampungan waduk, penelusuran banjir dilakukan untuk berbagai kala ulang. Rekapitulasi debit puncak outflow ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi debit puncak outflow

No	Kala Ulang	Debit Puncak Outflow (m ³ /s)	Total Tinggi Bukaan (m)
1	2 Tahun	237.37	8.03
2	5 Tahun	293.72	9.86
3	10 Tahun	331.03	11.07
4	25 Tahun	378.19	12.60
5	100 Tahun	447.86	14.86
6	500 Tahun	528.10	17.46
7	1000 Tahun	562.58	18.58

Simulasi Bukaan Pintu Dam

Simulasi bukaan pintu dam dengan lima pintu air ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Simulasi bukaan pintu dam

Tinggi Bukaan Pintu (m)					Perkiraan Debit (m ³ /s)	1.5	1.5	1.75	1.5	1.5	228.57
1	2	3	4	5							
0	0	0.25	0	0	2.13	1.5	1.5	1.75	1.5	1.5	243.99
0	0.25	0.25	0.25	0	12.71	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	259.41
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	28.13	1.75	1.75	2	1.75	1.75	267.12
0.25	0.25	0.5	0.25	0.25	35.84	2	2	2	2	1.75	282.53
0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	51.25	2	2	2.25	2	2	297.95
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	66.67	2	2.25	2.25	2.25	2	305.66
0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	74.38	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	321.08
0.5	0.75	0.75	0.75	0.5	89.80	2.25	2.25	2.5	2.25	2.25	336.50
0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	105.22	2.25	2.5	2.5	2.5	2.25	344.21
0.75	0.75	1	0.75	0.75	112.93	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	359.63
0.75	1	1	1	0.75	128.35	2.5	2.5	2.75	2.5	2.5	375.05
1	1	1	1	1	143.77	2.5	2.75	2.75	2.75	2.5	382.76
1	1	1.25	1	1	151.48	2.75	2.75	2.75	2.75	2.7	398.18
1	1.25	1.25	1.25	1	166.89	2.75	2.75	3	2.75	2.7	412.05
1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	182.31	2.75	3	3	3	2.7	419.76
1.25	1.25	1.5	1.25	1.25	190.02	3	3	3	3	2.7	435.18
1.25	1.5	1.5	1.5	1.25	205.44	3	3	3.08	3	2.7	442.89
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	220.86	3	3.08	3.08	3.08	2.7	445.36
						3.08	3.08	3.08	3.08	2.7	450.29
											452.76

Berdasarkan simulasi bukaan pintu, jika seluruh pintu air di buka maka ketinggian maksimum bukaan adalah 15.02 m sedangkan pada periode ulang 500 dan 1000 tahun, dibutuhkan tinggi bukaan pintu air 17.46 m dan 18.58 m. Dengan kondisi ini maka dam akan mengalami *overtopping* pada periode ulang tersebut.

KESIMPULAN

Penelusuran banjir pada Dam Karanganyar diawali dengan analisis data curah hujan dan pemrosesan data teknis dam untuk mengetahui kapasitas dam. Setelah analisis hidrograf debit banjir dan penelusuran banjir dilakukan, bukaan pintu dam disimulasikan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setelah periode ulang 100 tahun, terjadi *overtopping* disebabkan debit yang melebihi perkiraan debit jika seluruh pintu air dibuka, yaitu 452.76 m³/s. Hal ini beresesuaian dengan hasil wawancara dengan petugas Dam Karanganyar bahwa terjadi limpasan pada dam ketika curah hujan tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada:

1. Bapak Rizki Nur Wijaya, S.T. dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember atas bimbingan dan bantuannya dalam pengumpulan data
2. Bapak Abdur Rohman, S.T., M. Agr, Ph.D atas bantuannya dalam pemrosesan data secara statistik

DAFTAR PUSTAKA

- Firmanto, A., Lasminto, U., dan Sidharti, T. S. (2015). "Analisis Pola Operasional Pintu Air Kanal Banjir Timur untuk Pengendalian Banjir". Seminar Nasional Teknik Sipil V Tahun 2015, Surakarta, 19 Mei 2015, MK268-MK279.
- Hidayaturrohmah. (2017). "Simulasi Bukaan Pintu Bendung Sempayan Baru untuk Pengendalian Banjir". Skripsi. Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Limantara, L.M. (2010). *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung.
- Rafiuddin, A. Z., Priyantoro, D., dan Sisinggih, D. (2017). "Pengaturan Operasi Pintu Bendung Gerak Sembayat di Kabupaten Gresik untuk Mengendalikan Tinggi Muka Air Hulu". Jurnal Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2017.
- Rifai, A., Dermawan, V., dan Sisinggih, D. (2016). "Evaluasi dan Simulasi Pola Operasi Bendung Gerak Tempel Provinsi Sulawesi Selatan". Jurnal Pengairan Universitas Brawijaya, Vol. 7 No. 2 Tahun 2016.
- Schwarz, C. J. (2011). "Sampling, Regression, Experimental Design and Analysis for Environmental Scientists, Biologists, and Resource Managers"



Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Jember

SERTIFIKAT

Diberikan kepada:

RETNO UTAMI AGUNG WIYONO

Atas partisipasinya sebagai:

PEMAKALAH

Jember, 30 Oktober 2017

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember



Hidayah, M.UM
NIP. 19661215 199503 2 001

Ketua Panitia
KONTSI-I 2017

M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D
NIP.19721223 199803 1 002

KON
TSI
2017

Konferensi Nasional Teknik Sipil
dan Infrastruktur 1 2017

30 Oktober 2017
Universitas Jember
Jember, Indonesia

TANTANGAN TEKNIK SIPIL
DALAM MENDUKUNG
PERCEPATAN PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR
DI INDONESIA