SIMULASI PINTU AIR WONOKROMO MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 2D

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)

OLEH :

SALMAN AKBAR

21035010046

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2026

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

SIMULASI PINTU AIR WONOKROMO MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS

Disusun Oleh :

SALMAN AKBAR
NPM. 21035010046

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T.
NIP. 19690208 199403 2 001

Tim Penguji :

1. Penguji I

Novie Handajani, S.T., M.T
NIPPPK. 19671114 202121 2 002

2. Penguji II

Sa'iyd Husayn Ahmadi, S.Si., M.Eng
NIP. 199901112025061003

3. Penguji III

Karina Meilawati Eka Putri, S.T., M.T.
NIP. 199405232024062001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

SIMULASI PINTU AIR WONOKROMO MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS

Disusun Oleh :

SALMAN AKBAR
NPM. 21035010046

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T.
NIP. 19690208 199403 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Salman Akbar
NPM	: 21035010046
Program	: Sarjna (S1) / ~~Magister (S2)~~ / ~~Doktor (S3)~~
Program Studi	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis di sitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 5 November 2026
Yang Membuat Pernyataan



Salman Akbar
NPM. 21035010046

SIMULASI PINTU AIR WONOKROMO MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 2D

Oleh :

Salman Akbar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa timur, Indonesia

salmanakbar734@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Kali Mas merupakan salah satu sistem drainase makro di Kota Surabaya yang berperan dalam mengendalikan aliran dan risiko banjir di kawasan perkotaan. Pintu Air Wonokromo menjadi salah satu bangunan pengatur aliran yang memengaruhi kondisi hidraulik Sungai Kali Mas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil muka air dan perubahan kondisi aliran Sungai Kali Mas pada beberapa skenario bukaan Pintu Air Wonokromo menggunakan *software* HEC-RAS 2D. Pemodelan dilakukan pada ruas Sungai Kali Mas sepanjang 16,3 km dengan menggunakan debit banjir rancangan sebagai kondisi batas hulu (*flow hydrograph*) dan data pasang surut Tanjung Perak sebagai kondisi batas hilir. Simulasi dilakukan pada kondisi bukaan pintu 100%, 50%, 10%, dan kondisi harian menggunakan aliran tidak langgeng (*unsteady flow*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun sebesar 257,5 m^3/det, keempat skenario tidak menunjukkan genangan yang signifikan di sepanjang ruas Kali Mas. Perubahan bukaan pintu menghasilkan perbedaan elevasi muka air pada bagian hulu dan hilir sungai. Pada bagian hulu, elevasi muka air masing-masing sebesar 7,69 m pada bukaan 100%, 7,75 m pada bukaan 50%, 7,85 m pada kondisi harian, dan 7,95 m pada bukaan 10%. Sementara itu, pada bagian hilir, elevasi muka air berturut-turut sebesar 0,42 m, 0,40 m, 0,37 m, dan 0,37 m. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi bukaan Pintu Air Wonokromo memberikan perubahan terhadap kondisi aliran dan distribusi muka air sepanjang ruas Kali Mas, dengan perbedaan yang lebih terlihat pada bagian hulu dibandingkan bagian hilir..

Kata Kunci : Pintu Air Wonokromo, Kali Mas, Pengendalian Banjir, HEC-RAS, Simulasi Operasional.

SIMULASI PINTU AIR WONOKROMO MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 2D

Oleh :

Salman Akbar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa timur, Indonesia

salmanakbar734@gmail.com

ABSTRACT

The Kali Mas River is one of the main drainage systems in Surabaya City that plays an important role in controlling water flow and flood risks in urban areas. The Wonokromo Water Gate serves as one of the flow-regulating structures that influences the hydraulic conditions of the Kali Mas River. This study aims to analyze the water surface profile and changes in flow conditions along the Kali Mas River under several Wonokromo Water Gate opening scenarios using the HEC-RAS 2D software. The hydraulic model covers a 16.3 km reach of the Kali Mas River, with the design flood discharge applied as the upstream boundary condition (flow hydrograph) and tidal data from Tanjung Perak applied as the downstream boundary condition. Simulations were conducted for gate openings of 100%, 50%, 10%, and the daily operating condition using an unsteady flow approach. The simulation results show that, for the 2-year return period design flood discharge of 257.5 m^3/s, none of the four scenarios resulted in significant inundation along the Kali Mas River reach. Variations in gate opening produced differences in water surface elevation between the upstream and downstream sections of the river. In the upstream section, the water surface elevations were 7.69 m for the 100% opening, 7.75 m for the 50% opening, 7.85 m for the daily condition, and 7.95 m for the 10% opening. Meanwhile, in the downstream section, the corresponding water surface elevations were 0.42 m, 0.40 m, 0.37 m, and 0.37 m, respectively. These results indicate that variations in the Wonokromo Water Gate opening affect flow conditions and the distribution of water surface elevations along the Kali Mas River, with more noticeable differences occurring in the upstream section than in the downstream section.

Keywords: *Wonokromo Sluice Gate, Kali Mas, Flood Control, HEC-RAS, Operational Simulation.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Analisis Kinerja Pintu Air Wonokromo Terhadap Pengendalian Banjir di Sungai Kali Mas Surabaya dengan Simulasi Operasional Pintu Air Menggunakan Software HEC-RAS.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan moral maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU.**, selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. **Prof. Dra. Jariyah, M.P.**, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, UPN "Veteran" Jawa Timur.
3. **Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, MT.** selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil UPN "Veteran" Jawa Timur.
4. **Ibu Dr. Minarni Nur Trilitaa, M.T.** selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah membekali ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.

6. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, **Bapak Mulyono** dan **Ibu Mamik Pujianing,** serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan yang luar biasa dalam setiap langkah penulis.
7. Pihak Pengelola Pintu Air Wonokromo dan instansi terkait yang telah membantu dalam penyediaan data penelitian.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan **2021**, terima kasih atas semangat dan kebersamaannya selama ini.
9. Rekan-rekan anggota Paduan Suara Gita Widya Giri UPN " Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan banyak motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu Teknik Sipil, khususnya dalam bidang manajemen sumber daya air dan pengendalian banjir.

Surabaya, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL viii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Lokasi Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1. Konsep Dasar Pengendalian Banjir 6

2.1.1 Definisi dan Penyebab Banjir 6

2.1.2 Upaya Pengendalian Banjir 6

2.2 Pintu Air Wonokromo 7

2.2.1 Terminologi dan Lokasi 7

2.2.2 Sejarah dan Kepemilikan 7

2.2.3 Fungsi Utama dalam Pengendalian Banjir 8

2.3. Poligon Thiessen 9

2.4. Analisis Hidrologi 10

2.4.1. Statistik Parameter 11

2.5.Hidrolika Saluran Terbuka 24

2.5.2 Rumus Manning 24
2.5.3.Aliran Tidak Lunak (Unsteady Flow) 25
2.6. Penelitihan Terdahulu 25
2.6.2.Studi Pengaruh Operasi Bangunan Pengatur Kali Surabaya 25
2.6.3.Analisis Banjir Menggunakan Progran HEC-RAS 5.0.7 (Studi Kasus Sungai Amassangan Kotamadya Palopo) 26
BAB III METODELOGI PENELITIAN 27
3.1.Lokasi Penelitian 27
3.2.Data Penelitian 29
3.2.1.Data Primer 29
3.3.2 Data Sekunder 29
3.3.Tahapan Penelitian 30
3.4.Diagram Alir Penelitian (Flowchart) 32
BAB IV PEMBAHASAN 33
4.1.Pengumpulan Data 33
4.1.1.Data Curah Hujan 33
4.1.2.Data Bukaan Air 33
4.1.3.Data *Cross Section* Kali Mas 33
4.2.Karakteristik Das 34
4.3.Hujan Rata-Rata Daerah 35
4.4.Analisis Frekuensi Curah Hujan 43
4.5.Perhitungan Curah Hujan Rencana Menggunakan Distribusi Log Pearson Tipe III 49
4.5.5.Uji Kesesuaian Distribusi (Smirnov – Kolmogorof) 55

4.5.6. Distribusi Hujan Jam-Jaman 56
4.6.Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu 63
4.7.Permodelan Hidraulika Menggunakan HEC-RAS 79
4.7.1.Input Data Geometri Sungai 79
4.7.2.Penggabungan Data DEMNAS dan Cross Section 83
4.7.3.Pengaturan Koneksi Storage Area (SA) / 2D Flow Area pada pintu air 84
4.7.4.Penentuan Kondisi Batas (Boundary Condition) 88
4.7.5.Pengaturan Opsi Komputasi HEC-RAS (Computation Options and Tolerances) 91
4.7.6.Pengaturan 2D Flow Option HEC-RAS 94
4.8.Lokasi dan Titik Analisis 96
4.9.Penyusunan Skenario Operasi Pintu Air 97
4.10.Hasil Simulasi Operasi Pintu Air 99
BAB V KESIMPULAN 139
DAFTAR PUSTAKA 141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian Pintu Air Wonokromo 2

Gambar 1. 2 Lokasi Penelitian Pintu Air Wonokromo 5

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian 27

Gambar 3. 2 Flowchart Tahapan Penelitian 32

Gambar 4. 1 Delineasi DAS Penelitian 35

Gambar 4. 2 Poligon Thiessen DAS Penelitian 36

Gambar 4. 3 Grafik Hidrograf Debit Banjir Q 25 78

Gambar 4. 4 Cross Section HM 0 - HM 10 di Autocad 80

Gambar 4. 5 Cross Section Sungai Kali Mas 80

Gambar 4. 6 Cross Section Kali Mas Pada HECRAS 81

Gambar 4. 7 Pengaturan n Val, LOB, dan ROB 82

Gambar 4. 8 Interpolasi Cross Section 83

Gambar 4. 9 Hasil Penggabungan Terrain DEMNAS dengan Cross Section 84

Gambar 4. 10 Pengaturan Ukuran Grid 2D Flow Area 85

Gambar 4. 11 Pengaturan Ukuran Grid 2D Flow Area Sungai 85

Gambar 4. 12 2D Flow Area 86

Gambar 4. 13 2D Connettion (Pintu Air 1) 87

Gambar 4. 14 2D Connettion (Pintu Air 2) 88

Gambar 4. 15 2D Connettion (Bendung Karet) 88

Gambar 4. 16 Flow Hydrograph 89

Gambar 4. 17 Stage Hydrograph 90

Gambar 4. 18 Plot Data Stage Hydrograph 91

Gambar 4. 19 Computation Option and Tolerances 92

Gambar 4. 20 Pengaturan 2D Flow Options 94

Gambar 4. 21 Pengaturan 2D Flow 96

Gambar 4. 22 Profil Memanjang Elevasi Muka Air Keempat Skenario 102

Gambar 4. 23 Profil Memanjang Kedalaman Aliran Keempat Skenario 103

Gambar 4. 24 Distribusi Aliran ketika Pintu Air Kondisi Bukaan 100%..... 104

Gambar 4. 25 DistribusiAliran ketika Pintu Air Kondisi Bukaan 50%..... 106

Gambar 4. 26 Distribusi Aliran ketika Pintu Air Kondisi Harian 107

Gambar 4. 27 Distribusi Aliran ketika Pintu Air Kondisi Terbuka 10%..... 108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Syarat Pemilihan Distribusi 12

Tabel 2. 2 Nilai Ktr Log Pearson Type III..... 13

Tabel 2. 3 Tabel Nilai Variabe Reduksi Gauss..... 14

Tabel 2. 4 Standar Variabel Kt 16

Tabel 2. 5 Reduced Mean Yn 16

Tabel 2. 6 Reduced Standart Deviation Sn 17

Tabel 2. 7 Reduced Variate Yt..... 18

Tabel 2. 8 Koefisien Pengaliran (C) (McGuen (1989) dalam Suripin (2004))..... 22

Tabel 2. 9 Nilai Koefisien Kekasaran n Manning Menurut Cowan (1956)..... 25

Tabel 4. 1 Luasan Daerah Pengaruh 36

Tabel 4. 2 Hujan Rata-Rata Daerah Berdasarkan Curah Hujan Maksimum Stasiun Wiyung..... 39

Tabel 4. 3 Hujan Rata-Rata Daerah Berdasarkan Curah Hujan Maksimum Stasiun Porong..... 40

Tabel 4. 4 Hujan Rata-Rata Daerah Berdasarkan Curah Hujan Maksimun Stasiun Ngareskidul..... 41

Tabel 4. 5 Hujan Rata-Rata Daerah Berdasarkan Curah Hujan Maksimu Stasiun Tapen..... 42

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Curah Hujan Rata-Rata Daerah Tahun 2016–2025..... 43

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Curah Hujan Rata-Rata Daerah Tahun 2016–2025..... 45

Tabel 4. 8 Pemilihan Distribusi Probabilitas 49

Tabel 4. 9 Perhitungan Rata-Rata Logaritma, Standar Deviasi, dan Koef Kemiringan 50

Tabel 4. 10 Faktor Frekuensi Distribusi Log Pearson III 53

Tabel 4. 11 Nilai K Log Pearson III 54

Tabel 4. 12 Curah Hujan Harian Max..... 55

Tabel 4. 13 Uji Kesesuaian Distribusi 56

Tabel 4. 14 Distribusi Hujan Kala Ulang 2 Tahun 61

Tabel 4. 15 Distribusi Hujan Kala Ulang 5 Tahun 62

Tabel 4. 16 Distribusi Hujan Kala Ulang 10 Tahun 62

Tabel 4. 17 Distribusi Hujan Kala Ulang 25 Tahun 62

Tabel 4. 18 Distribusi Hujan Kala Ulang 50 Tahun 63

Tabel 4. 19 Distribusi Hujan Kala Ulang 100 Tahun 63

Tabel 4. 20 Pembagian Fase HSS Nakayasu 66

Tabel 4. 21 Hitungan Hdirograf Koreksi metode Nakayasu..... 69

Tabel 4. 22 Ordinat HSS Nakayasu 70

Tabel 4. 23 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 2th 72

Tabel 4. 24 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 5th 73

Tabel 4. 25 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10th 74

Tabel 4. 26 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 25th 75

Tabel 4. 27 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 50th 76

Tabel 4. 28 Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 100th 77

Tabel 4. 29 Parameter Computation Option and Tolerances..... 92

Tabel 4. 30 Parameter Pengaturan 2D Flow Options 95

Tabel 4. 31 Skenario Simulasi 98

Tabel 4. 32 Elevasi Muka Air Keempat Skenario 99

Tabel 4. 33 Kedalaman Aliran Keempat Skenario 100

Tabel 4. 35 Tabel Perbandingan Skenario 111

Tabel 2. 1 Tabel Syarat Pemilihan Distribusi 12

Tabel 2. 2 Nilai Ktr Log Pearson Type III..... 13

Tabel 2. 3 Tabel Nilai Variabe Reduksi Gauss..... 15

Tabel 2. 4 Standar Variabel Kt 16

Tabel 2. 5 Reduced Mean Yn 17

Tabel 2. 6 Reduced Standart Deviation Sn 17

Tabel 2. 7 Reduced Variate Yt..... 18

Tabel 2. 8 Koefisien Pengaliran (C) (McGuen (1989) dalam Suripin (2004))..... 23

Tabel 2. 9 Nilai Koefisien Kekasaran n Manning Menurut Cowan (1956)..... 25