

**SIMULASI PERMODELAN ALIRAN PADA PEMBANGUNAN
TANGGUL PENUTUP SUNGAI DI BENDUNG SEI WAMPU
KABUPATEN LANGKAT**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademik Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil Strata Satu (S1)



Oleh:

FANIS SETIAWAN

41187011170048

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM “45” BEKASI**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan tim penguji sidang Skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi.

SIMULASI PERMODELAN ALIRAN PADA PEMBANGUNAN TANGGUL PENUTUP SUNGAI DI BENDUNG SEI WAMPU KABUPATEN LANGKAT

Nama : Fanis Setiawan
NPM : 41187011170048
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Bekasi, 17 November 2022

Tim Penguji

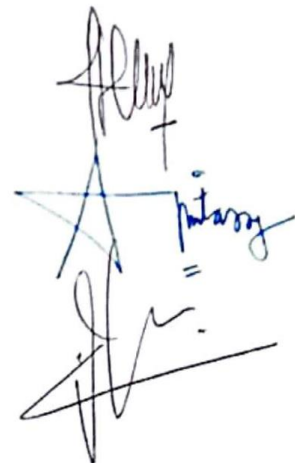
Nama

Tanda Tangan

Penguji I : Ninik Paryati, S.T., M.T.

Penguji II : Anita Setyowati Srie Gunarti, S.T., M.T.

Penguji III : Eko Darma, S.T., M.T.



HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

SIMULASI PERMODELAN ALIRAN PADA PEMBANGUNAN
TANGGUL PENUTUP SUNGAI DI BENDUNG SEI WAMPU
KABUPATEN LANGKAT

Dipersiapkan dan disusun oleh:

FANIS SETIAWAN

41187011170048

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Pada tanggal 17 November 2022

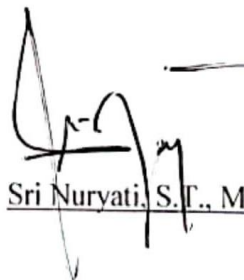
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Elma Yulius, S.T. M., Eng.

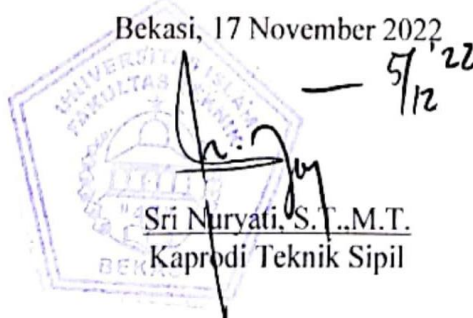
Dosen Pembimbing II



Sri Nuryati, S.T., M.T.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana

Bekasi, 17 November 2022



5/12²²

Sri Nuryati, S.T., M.T.
Kaprodi Teknik Sipil

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fanis Setiawan
NPM : 41187011170048
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
E – Mail : fanis234setiawan@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian ini saya yang berjudul “SIMULASI PERMODELAN ALIRAN PADA PEMBANGUNAN TANGGUL PENUTUP SUNGAI DI BENDUNG SEI WAMPU KABUPATEN LANGKAT” bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan adanya unsur plagiarisme tersebut, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundangan yang berlaku.

Bekasi, 17 November 2022



Fanis Setiawan

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil‘alamin, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, Taufik serta hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “SIMULASI PERMODELAN ALIRAN PADA PEMBANGUNAN TANGGUL PENUTUP SUNGAI DI BENDUNG SEI WAMPU KABUPATEN LANGKAT” ini dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua tercinta Bapak Hardinata (Alm), Ibu Sopuroh beserta kakak Mas Restu, Mba Etika dan adikku Falen, Citra, April terima kasih atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materil dari awal perkuliahan sampai pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Sugeng, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas “45” Bekasi.
3. Ibu Sri Nuryati, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas “45” Bekasi dan selaku Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran.
4. Ibu Elma Yulius, ST., MT. yang telah meluangkan waktunya dan tenaga untuk memberikan bimbingan, pengarahan, penulisan, kritik, saran, memberikan banyak waktu serta solusi pada setiap kesulitan dalam penulisan skripsi ini dan dorongan semangat kepada penulis.
5. Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi.
6. Bapak Haryo Istianto, S.T., M.Sc, dan Fauzan muhammad Ilmi S.T Sebagai pembimbing selama melaksanakan penelitian di Balai Teknik Irigasi.
7. Seluruh jajaran karyawan Balai Teknik Irigasi yang telah membantu dalam melaksanakan dan mensukseskan penelitian ini.

8. PT. Brantas Abipraya (Persero) dan PT. Cakra Manggilingan Jaya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Kerja Praktek.
9. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang selalu memberikan motivasi dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bekasi, 17 November 2022



Fanis Setiawan

ABSTRAK

Proyek pembangunan Bendung Sei Wampu terdapat permasalahan pada pekerjaan tanggul penutup sungai, dimana tanggul penutup sungai tersebut mengalami gerusan pada dasar sungai saat terjadinya banjir. Dilakukan simulasi pemodelan aliran untuk mengetahui kecepatan aliran maksimum, sehingga struktur bangunan berupa blok beton penutup yang sesuai bisa ditentukan.

Analisis ketersediaan air pada penelitian ini menggunakan metode *f,j mock* dengan memperhitungkan luas DAS, data curah hujan, data klimatologi, evapotranspirasi, dan data pendukung lainnya sehingga kemudian didapat debit andalan 80%. Simulasi pemodelan aliran pada tanggul penutup sungai dilakukan menggunakan program Hec-Ras 5.0.7 dengan tiga skenario. Penentuan Blok Beton Terkunci sebagai solusi penanganan mengacu pada Naskah Ilmiah Blok Beton Terkunci Sebagai Bangunan Pengendali Dasar Sungai dari Pusat Litbang Sumber Daya Air tahun 2014.

Berdasarkan hasil analisis debit andalan 80% didapat pada tahun 2020 yaitu sebesar 139,10 m³/dt. Hasil model pada Skenario pertama dengan lebar sungai yang masih terbuka sekitar 85 meter didapat kecepatan aliran sebesar 2,04 m/dt, skenario kedua dengan lebar sungai yang masih terbuka sekitar 30 meter didapat kecepatan aliran sebesar 2,48 m/dt dan skenario ketiga dengan lebar sungai yang masih terbuka sekitar 10 meter didapat kecepatan aliran sebesar 4,34 m/dt. Blok beton terkunci untuk skenario pertama menggunakan jenis blok beton terkunci kaki enam, sedangkan untuk skenario kedua dan ketiga menggunakan blok beton terkunci balok kaki delapan. Berdasarkan hasil dari pemodelan numerik dan analisa blok beton terkunci, maka skenario yang sesuai dan efisien untuk menutup tanggul penutup sungai pada proyek pembangunan bendung sei wampu adalah skenario yang kedua.

Kata kunci: Debit Andalan, FJ Mock, HEC-RAS, Blok Beton Terkunci

ABSTRAK

The Sei Wampu Weir construction project has problems with river cover embankment work, where the river cover embankment experiences scouring on the riverbed during flooding. Flow modeling simulations are carried out to determine the maximum flow speed, so that the building structure in the form of appropriate cover concrete blocks can be determined.

The analysis of water availability in this study used the f.j mock method by taking into account the watershed area, rainfall data, climatological data, evapotranspiration, and other supporting data so that 80% of the mainstay discharge was then obtained. Simulation of flow modeling on river cover embankments was performed using the Hec-Ras 5.0.7 program with three scenarios. The determination of Locked Concrete Blocks as a handling solution refers to the Scientific Manuscript of Locked Concrete Blocks as Riverbed Control Buildings of the Water Resources Center in 2014.

Based on the results of the mainstay discharge analysis, 80% was obtained in 2020, which was 139.10 m³/s. The model results in the first scenario with the width of the river still open about 85 meters obtained a flow speed of 2.04 m/s, the second scenario with the width of the river still open about 30 meters obtained a flow speed of 2.48 m/s and the third scenario with a river width that was still open about 10 meters obtained a flow speed of 4.34 m/s. The locked concrete blocks for the first scenario use the six-foot locked concrete block type, while the second and third scenarios use the eight-foot locked concrete block. Based on the results of numerical modeling and analysis of locked concrete blocks, the appropriate and efficient scenario for closing the river cover embankment in the sei wampu weir construction project is the second scenario.

Keywords: Reliable Discharge, FJ Mock, HEC-RAS, Locked Concrete Block

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Irigasi.....	7
2.2.1. Jenis Irigasi	8
2.2.2. Tipe Pemberian Air Irigasi.....	9
2.2.3. Klasifikasi Jaringan Irigasi.....	9
2.3 Bendung.....	10
2.3.1. Klasifikasi Bendung	11

2.4	Tanggul.....	13
2.5	Daerah Aliran Sungai	13
2.6	Analisis Hidrologi	14
2.7.1	Analisis Curah Hujan	15
2.7.2	Pengisian Data Curah Hujan Yang Hilang.....	18
2.7.3	Ketersedian Air	20
2.7	Evapotranspirasi	21
2.8	Debit Andalan.....	25
2.9	Metode F.J. Mock.....	27
2.10	Prinsip Dasar Aliran	31
2.8.1.	Persamaan Aliran Permanen	32
2.8.2.	Aliran Tidak Permanen	34
2.11	Permodelan.....	35
2.9.1.	Permodelan numerik dengan Hec-Ras	36
2.9.2.	Langkah Kerja Permodelan.....	37
2.12	Blok Beton Berkunci (BBT).....	47
2.12.1.	Bentuk dan Dimensi BBT	48
2.12.2.	Pengembangan Blok Beton	51
2.12.3.	Kubus Kaki Enam	52
2.12.4.	Kubus Kaki Enam V.1	53
2.12.5.	Blok Beton Berkunci Kaki Enam.....	54
2.12.6.	Balok Kaki Delapan dan Kaki Enam	55
2.13	Loncatan Air.....	56
BAB III		56
METODOLOGI PENELITIAN		56
3.1	Metode Penelitian.....	56
3.2	Lokasi Penelitian	56
3.3	Pengumpulan Data	57
3.4	Tahapan Penelitian	57
3.5	Bagan Alir Penelitian (<i>flowchart</i>)	60
BAB IV		61

HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Tinjauan Umum.....	61
4.2 Analisis Daerah Aliran Sungai	61
4.3 Analisis Curah Hujan	62
4.3.1. Pengisian Data Hujan yang Hilang	64
4.3.2. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata	66
4.4 Analisis Evapotranspirasi	69
4.5 Analisis Ketersedian Air	74
4.6 Debit Andalan.....	80
4.7 Permodelan Numerik.....	84
4.6.1. Memasukan Data Geometri.....	84
4.6.2. Memasukan Data <i>Unsteady</i>	86
4.6.3. Proses Eksekusi/ <i>Running</i>	87
4.6.4. Hasil Permodelan	87
4.8 Blok Beton Terkunci (BBT).....	90
4.9 Perhitungan Bilangan Froude	94
BAB V.....	97
PENUTUP.....	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bendung Sei Wampu Sumatera Utara.....	12
Gambar 2. 2 Bentuk DAS; (a) Bulu Burung, (b) Radial, (c) Parallel	14
Gambar 2. 3 Siklus Hidrologi	15
Gambar 2. 4 Stasiun Hujan DAS.	16
Gambar 2. 5 Perhitungan Metode Thiesen.....	17
Gambar 2. 6 Perhitungan Metode Isohyet.....	18
Gambar 2. 7 Contoh Kurva Massa Ganda	20
Gambar 2. 8 Diagram Aliran Beraturan Berubah	33
Gambar 2. 9 Layar Penetapan <i>Folder Default</i> Penyimpanan <i>File Project</i>	38
Gambar 2. 10 Layar Pengaturan Nilai <i>Default</i> Koefisien Ekspansi dan Kontraks	39
Gambar 2. 11 Layar Pengaturan Sistem satuan	40
Gambar 2. 12 Tampilan Geometri Data	40
Gambar 2. 13 Tampilan Setelah Memilih <i>Icon Cross Section</i>	41
Gambar 2. 14 Hitungan Aliran Permanen (Contoh)	46
Gambar 2. 15 Layar Hitungan Aliran Tak Permanen Setelah Simulasi (contoh) .	46
Gambar 2. 16 Profil Muka Air	47
Gambar 2. 17 Hasil hitungan di sebuah tampang lintang	47
Gambar 2. 18 Dimensi blok beton kaki enam.....	49
Gambar 2. 19 Dimensi blok beton kubus kaki enam	50
Gambar 2. 20 Dimensi blok beton kaki delapan	50
Gambar 2. 21 Hubungan Momen Inersia BBT dengan Kecepatan Aliran untuk Menggerakkannya	51
Gambar 2. 22 Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan Variasi Baris yang dapat Menggerakkan Kubus Kaki Enam secara Tersusun.....	52
Gambar 2. 23 Hubungan antara Angka Froude dengan Variasi Baris yang dapat Menggerakkan Kubus Kaki Enam secara Tersusun.....	52

Gambar 2. 24 Hubungan antara Kecepatan Aliran dengan Variasi Baris yang dapat Menggerakkan Kubus Kaki Enam V.1 secara Tersusun	53
Gambar 2. 25 Hubungan antara Angka Froude dengan Variasi Baris yang dapat Menggerakkan Kubus Kaki Enam V.1 secara Tersusun.....	53
Gambar 2. 26 Hubungan antara Kecepatan Aliran dan Jumlah Baris yang dapat Menggerakkan Blok Beton Terkunci Kaki Enam secara Tersusun	54
Gambar 2. 27 Hubungan antara Angka Froude dan Jumlah Baris yang dapat Menggerakkan Blok Beton Terkunci Kaki Enam secara Tersusun.	54
Gambar 2. 28 Hubungan antara Kecepatan Aliran dan Jumlah Baris yang dapat Menggerakkan Balok Kaki Delapan secara Tersusun	55
Gambar 2. 29 Hubungan antara Angka Froude dan Jumlah Baris yang dapat Menggerakkan Blok Beton Terkunci Kaki Enam secara Tersusun.	55
Gambar 2. 30 Loncatan air berombak.....	57
Gambar 2. 31 Loncatan Air Berombak	57
Gambar 2. 32 Loncatan air goyang	57
Gambar 2. 33 Loncatan air seimbang	58
Gambar 2. 34 Loncatan air kuat	58
Gambar 3. 1 Lokasi Bendung Sei Wampu Sumatera Utara	56
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitaian (<i>flowchart</i>)	60
Gambar 4. 1 Peta DAS Wampu	61
Gambar 4. 2 Peta Lokasi Stasiun Curah Hujan.....	62
Gambar 4.3 Kurva Massa Ganda Sta. CH Geofisika Deli Serdang	65
Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Curah Hujan Bulanan Tahun 2011.....	68
Gambar 4. 5 Grafik hasil perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman tahun 2011 (mm/hari).....	73
Gambar 4. 6 Grafik Air Rata-rata Bulanan DAS Wampu tahun 2011-2012 (m^3/detik).....	79
Gambar 4. 7 Grafik Debit Air DAS Wampu dengan Keandalan 80% (m^3/detik)	83
Gambar 4. 8 <i>Lay Out</i> Sungai Wampu	84
Gambar 4. 9 Proses <i>running unsteady flow analysis</i>	87
Gambar 4. 10 Lebar tanggul penutup sungai yang masih terbuka sekitar 85 m ...	88

Gambar 4. 11 Data <i>Output</i> Hec-Ras 5.0.7 Skenario 1	88
Gambar 4. 12 lebar tanggul penutup sungai yang masih terbuka sekitar 30 m	89
Gambar 4. 13 Data <i>Output</i> Hec-Ras 5.0.7 Skenario 2	89
Gambar 4. 14 Lebar tanggul penutup sungai yang masih terbuka sekitar 10 m ...	89
Gambar 4. 15 Data <i>Output</i> Hec-Ras 5.0.7 Skenario 3	90
Gambar 4. 16 Pemasangan blok beton terkunci pada skenario pertama.....	92
Gambar 4. 17 Pemasangan blok beton terkunci pada skenario kedua	93
Gambar 4. 18 Pemasangan blok beton terkunci pada skenario ketiga.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2. 2 Klasifikasi Jaringan Irigasi	10
Tabel 2. 3 Radiasi Ekstra Terrestrial (Ra) : (mm/hari).....	22
Tabel 2.4 Tekanan Uap Jenuh e_a (mbar)	23
Tabel 2. 5 Pengaruh Suhu Udara Pada Panjang Gelombang Radiasi = $f(T)$	24
Tabel 2. 6 Angka Koreksi Penman	24
Tabel 2. 7 Faktor Koreksi Terhadap Radiasi	24
Tabel 2. 8 Blok Beton Terkunci Eksisting dan Pengembangan.....	51
Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta. Geofisika Deli Serdang	62
Tabel 4.2 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta. BBMKG Wil I Medan	63
Tabel 4.3 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta. Klimatologi Deli Serdang	63
Tabel 4.4 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta. Maritim Belawan	63
Tabel 4.5 Jarak Antar Stasiun Hujan.....	64
Tabel 4.6 <i>Fill Missing</i> Data Curah Hujan Stasiun Geofisika Deli Serdang.....	65
Tabel 4.7 Tabel Data Curah hujan bulanan tahun 2011.....	66
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Bulanan Tahun 2011	67
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Bulanan	67
Tabel 4. 10 Data Klimatologi tahun 2011	69
Tabel 4. 11 Pengaruh suhu udara pada panjang gelombang radiasi : $f(T)$	70
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan $f(U)$ tahun 2011	71
Tabel 4.13 Rakapitulasi hasil perhitungan Evapotranspirasi tahun 2011 (mm/hari)	72
Tabel 4. 14 Hasil perhitungan debit air DAS Wampu 2011 ($m^3/detik$).....	77
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Debit Air DAS Wampu Tahun 2011-2020 ($m^3/detik$).....	78
Tabel 4.16 Debit Air DAS Wampu Tahun 2011-2020	80
Tabel 4.17 Pengurutan Data dari Besar ke Kecil	80
Tabel 4. 18 Tabel perhitungan probabilitas	81
Tabel 4. 19 Debit Andalan 80% ($m^3/detik$).....	82

Tabel 4.20 Data <i>Cross Section</i> 1 Sungai Wampu	85
Tabel 4.21 Koefisien Kekasaran Manning.....	85
Tabel 4. 22 Data Tinggi Muka Air.....	87
Tabel 4. 23 Jenis dan dimensi Blok Beton Terkunci	90

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Keputusan (SK) Pembimbing Skripsi
- Lampiran 2 Lembar Bimbingan Skripsi
- Lampiran 3 Data Iklim (Data Curah Hujan dan Data Klimatologi)
- Lampiran 4 Data Penampang Melintang (*Cross Section*) Saluran
- Lampiran 5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah tahun 2012-2020
- Lampiran 6 Grafik Curah Hujan Rata-rata Wilayah Tahun 2012-2020
- Lampiran 7 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi tahun 2012-2020
- Lampiran 8 Hasil Perhitungan Debit Air DAS Wampu tahun 2012-2020
- Lampiran 9 Gambar Potongan Pemasangan Blok Beton Terkunci