



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PEMODELAN GENANGAN BANJIR
AKIBAT LUAPAN SUNGAI KUPANG**

TUGAS AKHIR

Faisal Ammar Hasyim

21110119130052

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2023



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PEMODELAN GENANGAN BANJIR
AKIBAT LUAPAN SUNGAI KUPANG**

TUGAS AKHIR

Faisal Ammar Hasyim

21110119130052

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik dikutip maupun dirujuk telah Saya nyatakan dengan benar

Nama : FAISAL AMMAR HASYIM

NIM : 21110119130052

Tanda Tangan : 

Tanggal : 12 Desember 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : FAISAL AMMAR HASYIM

NIM : 21110119130052

Jurusan/Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI

Judul Skripsi :

ANALISIS PEMODELAN GENANGAN BANJIR AKIBAT LUAPAN SUNGAI KUPANG

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Semarang, 12 Desember 2023

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T.

Pembimbing 2 : M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng.

Penguji 1 : Moehammad Awaluddin, S.T., M.T.

Penguji 2 : Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T.

()
()
()

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Geodesi
Fakultas Teknik Universitas
Diponegoro



Dr. L. M. Sabri, ST., MT

NIP. 197703092008121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat untuk orang lain”

(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)

Tugas akhir ini Saya persembahkan untuk keluarga, teman dan orang-orang baik.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Swt., Sang Maha Pengasih, Alhamdulillah Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meski proses belajar tidak pernah berhenti. Tugas akhir ini bukan hasil kerja individual dan sangat sulit terlaksana jika tanpa adanya bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis jelaskan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan mendedikasikan waktunya dalam proses pelaksanaan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
3. Bapak M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan mendedikasikan waktunya dalam proses pelaksanaan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
4. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah meluangkan waktu dan bersedia menguji tugas akhir serta memberikan bimbingan serta saran pada tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
5. Bapak Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu dan bersedia menguji tugas akhir serta memberikan bimbingan serta saran pada tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan
6. Bapak Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan pada setiap semester dan memberikan dukungan moral dalam pelaksanaan proses studi.
7. Seluruh dosen Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
8. Seluruh staff tata usaha Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
9. Seluruh pihak yang selalu memberikan bantuan dan dukungan demi kelancaran penyusunan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi bermanfaat bagi siapapun dalam bidang pengetahuan terutama pada disiplin ilmu geodesi

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faisal Ammar Hasyim
NIM : 21101019130052
Jurusan/Program Studi : Teknik Geodesi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS PEMODELAN GENANGAN BANJIR AKIBAT LUAPAN SUNGAI KUPANG

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 12 Desember 2023

Yang menyatakan



Faisal Ammar Hasyim

2110119130052

ABSTRAK

Banjir adalah salah satu bencana alam yang marak terjadi di berbagai daerah di Indonesia, termasuk Kota Pekalongan. Seluruh kecamatan di Kota Pekalongan memiliki potensi bahaya banjir dari tingkat sedang hingga tinggi. DAS Kupang menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap banjir di Kota Pekalongan. DAS Kupang terus mengalami perubahan penggunaan lahan yang dapat menurunkan kemampuannya sebagai daerah resapan air. Genangan banjir akibat luapan Sungai Kupang sering terjadi karena meningkatnya debit air sungai saat hujan berintensitas tinggi dan naiknya air laut. Kawasan DAS Kupang yang memiliki banyak sejarah terdampak luapan Sungai Kupang membutuhkan identifikasi wilayah rawan banjir sebagai upaya mitigasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak di DAS Kupang, mengetahui pengaruh debit puncak terhadap luapan Sungai Kupang dan membuat peta genangan banjir akibat luapan Sungai Kupang melalui pemodelan banjir. Pemodelan debit menggunakan HEC-HMS dengan metode *Soil Conservation Services* dilakukan untuk memperoleh nilai debit puncak. Pemodelan debit dilakukan pada kondisi penggunaan lahan DAS Kupang tahun 2019, 2021, dan 2023 sehingga dapat dikaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak di DAS Kupang. Debit puncak yang dihasilkan digunakan dalam pemodelan banjir menggunakan HEC-RAS sehingga dapat dilakukan analisis pengaruh debit puncak terhadap luapan Sungai Kupang. Luapan Sungai Kupang hasil pemodelan dianalisis dampaknya terhadap penggunaan lahan dan menjadi dasar untuk membuat peta kerawanan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan yang terjadi menyebabkan peningkatan nilai *Curve Number* (CN) yang memicu naiknya debit puncak di DAS Kupang. Perubahan debit puncak yang terjadi berpengaruh signifikan terhadap luapan Sungai Kupang. Berdasarkan hasil pemodelan, luapan Sungai Kupang berdampak paling besar di Kecamatan Pekalongan Utara terutama pada penggunaan lahan badan air atau tambak dan pemukiman. Kecamatan Pekalongan Utara juga diidentifikasi memiliki wilayah rawan banjir dengan tingkat tinggi paling luas.

Kata Kunci : Banjir, Debit Puncak, Pemodelan Debit, Pemodelan Banjir.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
I.5.1 Wilayah Penelitian.....	5
I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian	6
I.6 Metodologi Penelitian	8
I.7 Sistematika Laporan	8
I.8 Kerangka Berpikir	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
II.1 Kajian Penelitian Terdahulu	10
II.2 Kajian Wilayah Penelitian.....	18
II.2.1 Aspek Geografis.....	18
II.2.2 Aspek Geologis	19
II.3 Penggunaan Lahan.....	20
II.4 Klasifikasi Terbimbing.....	20
II.5 Algoritma <i>Support Vector Machine</i>	21

II.6	Sistem Informasi Geografis	21
II.7	Siklus Hidrologi.....	22
II.8	Hujan	23
II.8.1	Data Curah Hujan <i>Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)</i>	23
II.8.2	Curah Hujan Area.....	24
II.8.3	Hujan Rencana Periode Ulang	24
II.8.4	Intensitas dan Distribusi Hujan	25
II.9	Pemodelan Debit	25
II.9.1	Komponen <i>Basin Model</i>	26
II.9.2	Komponen <i>Meteorological Model</i>	33
II.9.3	Komponen <i>Control Spesification</i>	33
II.9.4	Komponen <i>Time Series Data</i>	33
II.10	Debit	34
II.11	Pemodelan Banjir	34
II.12	Banjir	35
II.12.1	Kerawanan Banjir.....	35
II.12.2	Faktor Penyebab Banjir	36
II.13	Uji Statistik.....	37
II.13.1	Uji Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan	37
II.13.2	Kalibrasi Hasil Pemodealan Debit	38
II.13.3	Regresi Linear	39
II.13.5	Uji Korelasi	40
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	41
III.1	Tahapan Persiapan.....	41
III.2	Tahapan Klasifikasi Penggunaan Lahan	41
III.2.1	Klasifikasi Penggunaan Lahan di Google Earth Engine	41
III.2.2	Reklasifikasi Penggunaan Lahan	46

III.2.3	Klasifikasi Data Sawah Irigasi dan Data Sawah Tadah Hujan	47
III.2.4	Reklasifikasi Data Sawah Irigasi dan Data Sawah Tadah Hujan.....	57
III.2.5	Penggabungan Data Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	58
III.2.6	Uji Akurasi Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	60
III.3	Tahapan Pengolahan Data Curah Hujan.....	67
III.3.1	Pengolahan Curah Hujan Rata-Rata Wilayah.....	68
III.3.2	Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang.....	75
III.3.3	Perhitungan Intensitas dan Distribusi Hujan.....	81
III.4	Tahap Pemodelan Debit	83
III.4.1	Deliniasi Batas Sub DAS Kupang	83
III.4.2	Perhitungan Parameter Pemodelan Debit	90
III.4.3	Pembuatan <i>Meteorologic Model</i>	99
III.4.4	Pembuatan <i>Control Specification</i>	101
III.4.5	Pembuatan <i>Time-Series Data</i>	101
III.4.6	Proses Simulasi	103
III.5	Penentuan Data Tinggi Muka Air Laut	113
III.6	Pemodelan Banjir	114
III.6.1	Pembuatan <i>Project</i>	114
III.6.2	Pembuatan Geometri Sungai.....	114
III.6.3	Pembuatan Data <i>Terrain</i> di <i>RAS Mapper</i>	120
III.6.4	Pembuatan Kawasan 2D Model Banjir.....	122
III.6.5	Pembuatan <i>Unsteady Flow Data</i>	126
III.6.6	Proses <i>Running</i> Pemodelan Banjir.....	127
III.7	Tahap Analisis	129
III.7.1	Analisis Pengaruh Debit Puncak terhadap Luapan Sungai Kupang .	129
III.7.2	Analisis Wilayah Rawan Banjir Berdasarkan Luapan Sungai.....	130
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	131

IV.1	Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Puncak	131
IV.1.1	Analisis Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan	131
IV.1.2	Analisis Hasil Perhitungan Nilai <i>Curve Number</i> (CN).....	134
IV.1.3	Hasil Pemodelan Debit Puncak.....	136
IV.1.4	Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Perubahan Debit Puncak di DAS Kupang	143
IV.2	Analisis Pengaruh Debit Puncak terhadap Luapan Sungai Kupang.....	148
IV.3	Analisis Hasil Pemodelan Genangan Banjir Akibat Luapan Sungai Kupang	157
IV.3.1	Analisis Hasil Pemodelan Banjir Berdasarkan Kondisi Debit dan Tinggi Air Laut	158
IV.3.2	Analisis Dampak Luapan Sungai Kupang Terhadap Penggunaan Lahan	171
IV.3.3	Analisis Peta Kerawanan Banjir Berdasarkan Hasil Pemodelan Banjir	173
IV.3.4	Analisis Perbandingan Sebaran Genangan Banjir Hasil Pemodelan dengan Peta Genangan Banjir BPBD Kota Pekalongan.....	176
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	179
V.1	Kesimpulan.....	179
V.2	Saran	180
	DAFTAR PUSTAKA	xxvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Wilayah Penelitian.....	5
Gambar I-2 Diagram Alir.....	8
Gambar I-3 Kerangka Berpikir	9
Gambar II-1 Siklus Hidrologi	23
Gambar II-2 Ikon <i>Subbasin</i>	27
Gambar II-3 Ikon <i>Reach</i>	27
Gambar II-4 Ikon <i>Junction</i>	27
Gambar II-5 Ikon <i>Sink</i>	28
Gambar III-1 Impor Data Wilayah DAS Kupang dan Koleksi Data Citra Sentinel-2 MSI level 2A di Google Earth Engine	42
Gambar III-2 Kode Memanggil dan Menyeleksi Citra Sentinel-2 sesuai Kriteria	42
Gambar III-3 Kode Parameter Visualisasi Citra	42
Gambar III-4 Visualisasi Citra Sentinel-2A Sebagai Dasar Klasifikasi	42
Gambar III-5 <i>Add Marker</i> dan <i>Edit Layer Properties</i>	43
Gambar III-6 <i>Configure Geometry Import</i>	43
Gambar III-7 Jumlah dan Sebaran Data <i>Training Sample</i> setiap Jenis Penggunaan Lahan.....	44
Gambar III-8 Kode Menggabungkan Data <i>Training Sample</i> dan Mengambil Sampel Piksel.....	44
Gambar III-9 Kode Membagi Data <i>Training</i> , Menentukan Palet Warna Klasifikasi, dan Menampilkan Hasil Klasifikasi	45
Gambar III-10 Visualisasi Hasil Klasifikasi pada <i>Layer</i> Peta	45
Gambar III-11 Kode Evaluasi Akurasi Model	45
Gambar III-12 Hasil Matriks Konfusi dan Akurasi Keseluruhan pada Jendela <i>Console</i>	46
Gambar III-13 Kode Ekspor Data Citra Sentinel-2 dan Data Raster Hasil Klasifikasi ke Google Drive	46
Gambar III-14 Jendela <i>Plugin</i> ThRaSe ((a) Citra SPOT-7; (b) Citra Klasifikasi Penggunaan Lahan, (c) Data Penggunaan Lahan DAS Kupang BPDAS-HL Pemali Jratun Tahun 2017; dan (d) Data Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2017)	47

Gambar III-15 (a) Sebelum Reklasifikasi Penggunaan Lahan ; (b) Setelah Reklasifikasi Penggunaan Lahan	47
Gambar III-16 Proses <i>Raster to Polygon</i> Data Penggunaan Lahan	48
Gambar III-17 Proses Memisahkan <i>Feature</i> Lahan Sawah Menjadi <i>Layer</i>	48
Gambar III-18 Kode untuk Menentukan Area Studi dan Waktu Citra, Memfilter Awan, dan Menjalankan Algoritma NDVI.	49
Gambar III-19 Kode Menghitung Nilai Median NDVI Bulanan dan Menggabungkannya Menjadi Citra Tunggal	50
Gambar III-20 Kode Menambahkan Informasi Tanggal ke Setiap Citra.....	51
Gambar III-21 Kode Menambahkan Model Harmonik untuk Memodelkan Tren NDVI.....	51
Gambar III-22 Kode Memproyeksikan Citra ke Regresi Linear untuk Memodelkan Tren NDVI	52
Gambar III-23 Kode Mengisi Nilai NDVI yang Kosong Menggunakan Nilai Model Tren NDVI.....	52
Gambar III-24 Hasil Visualisasi Koleksi Data NDVI.....	53
Gambar III-25 Nilai NDVI Bulanan Sawah Irigasi	54
Gambar III-26 Nilai NDVI Bulanan Sawah Tadah Hujan.....	54
Gambar III-27 <i>Add Marker</i> dan <i>Configure Geometry Import</i>	55
Gambar III-28 Jumlah dan Sebaran Titik <i>Training Sample</i> Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan.....	55
Gambar III-29 Kode Menggabungkan Data <i>Training Sample</i> dan Mengambil Sampel Piksel.....	55
Gambar III-30 Kode Membagi Data <i>Training</i> , Menentukan Palet Warna Klasifikasi, dan Menampilkan Hasil Klasifikasi.....	56
Gambar III-31 Visualisasi Hasil Klasifikasi pada Jendela Peta.....	56
Gambar III-32 Kode Evaluasi Akurasi Model	57
Gambar III-33 Hasil Matriks Konfusi dan Akurasi Keseluruhan pada Jendela <i>Console</i>	57
Gambar III-34 Proses Reklasifikasi Menggunakan <i>Plugin</i> ThRaSe ((a) Daerah Irigasi ; (b) Data Raster Sawah ; (c) Data Saluran Irigasi ; (d) Citra SPOT-7).....	58

Gambar III-35 (a) Sebelum Reklasifikasi Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan ; (b) Setelah Reklasifikasi Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan	58
Gambar III-36 Proses <i>Raster to Polygon</i> Data Klasifikasi Sawah.....	59
Gambar III-37 Proses <i>Merge</i> Data Klasifikasi Penggunaan Lahan Tanpa Sawah dengan Data Klasifikasi Sawah.....	59
Gambar III-38 Proses <i>Polygon to Raster</i> Data Vektor Klasifikasi Penggunaan Lahan Hasil Penggabungan.....	60
Gambar III-39 Mengatur Sebaran dan Jumlah Sampel di <i>plugin</i> ACATAMA	61
Gambar III-40 Sebaran Sampel Uji Akurasi	61
Gambar III-41 Melakukan Uji Akurasi di <i>plugin</i> ACATAMA ((a) Citra SPOT-7 ; (b) Citra Hasil Klasifikasi ; (c) Citra Sentinel-2 ; (d) Daerah Irigasi)	62
Gambar III-42 Hasil Uji Akurasi pada Jendela <i>Accuracy Assesment Result</i>	63
Gambar III-43 Proses Pembuatan Poligon <i>Thiessen</i>	68
Gambar III-44 Hasil Poligon <i>Thiessen</i>	69
Gambar III-45 Kode Memanggil Koleksi Data CHIRPS Berdasarkan Tanggal dan Batas Wilayah, dan Membentuk Data Utama	72
Gambar III-46 Kode Menyeleksi <i>Band Precipitation</i> , Menyeleksi Data Curah Hujan Maksimum, dan Menghitung Curah Hujan Rata-Rata.....	72
Gambar III-47 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Wilayah .	73
Gambar III-48 Kode Memanggil Koleksi Data CHIRPS Berdasarkan Tanggal dan Batas Wilayah, Membentuk Data Utama, dan Menghitung Rata-Rata	74
Gambar III-49 Kode Membuat Grafik Data Curah Hujan Rata-Rata DAS Kupang Setiap Hari.....	74
Gambar III-50 Hasil Grafik Data Curah Hujan Rata-Rata DAS Kupang Setiap Hari	75
Gambar III-51 Curah Hujan Maksimum dalam Notepad	76
Gambar III-52 Hasil Perhitungan Hujan Maksimum Stasiun Periode Ulang	77
Gambar III-53 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum CHIRPS Periode Ulang	79
Gambar III-54 Hasil Perhitungan Curah Hujan Minimum CHIRPS Periode Ulang	80
Gambar III-55 Distribusi Data Hujan CHIRPS Periode Ulang 2 Tahunan	83

Gambar III-56 Membuat Komponen <i>Terrain</i>	84
Gambar III-57 Membuat Komponen <i>Basin Model</i>	84
Gambar III-58 Mengatur Sistem Koordinat	85
Gambar III-59 Tampilan <i>Terrain Data</i> dan <i>Basin Model</i> yang Terintegrasi.....	85
Gambar III-60 Menu <i>Preprocessing Sinks</i>	85
Gambar III-61 Hasil <i>Preprocessing Sink</i>	86
Gambar III-62 Menu <i>Preprocess Drainage</i>	86
Gambar III-63 Hasil <i>Preprocess Drainage</i>	86
Gambar III-64 Menu <i>Identify Streams</i>	87
Gambar III-65 Hasil Proses <i>Identify Streams</i>	87
Gambar III-66 Membuat <i>Break Point</i>	87
Gambar III-67 Menu <i>Delineate Elements</i>	88
Gambar III-68 Hasil Proses <i>Delineate Element</i>	88
Gambar III-69 <i>Junction</i> atau AWLR	88
Gambar III-70 Hasil Delinieasi Sub-DAS Kupang.....	89
Gambar III-71 Proses <i>Pairwise Intersect</i> Data Penggunaan Lahan dan Jenis Tanah	91
Gambar III-72 Pengisian Nilai CN dan <i>Impervious</i> pada tabel Atribut.....	91
Gambar III-73 Hasil Proses <i>Pairwise Intersect</i> Sub-DAS dengan Nilai CN dan <i>Impervious</i>	92
Gambar III-74 Tabel Parameter <i>Loss</i> di HEC-HMS.....	96
Gambar III-75 Tabel Parameter <i>Transform</i> di HEC-HMS	98
Gambar III-76 Tabel Parameter <i>Routing</i> di HEC-HMS	99
Gambar III-77 Membuat <i>Meteorologic Model</i>	100
Gambar III-78 Jendela <i>Meteorology Model</i>	100
Gambar III-79 Jendela <i>Specified Hyetograph</i>	101
Gambar III-80 Membuat (kiri) dan Mengatur (kanan) <i>Control Spesification</i>	101
Gambar III-81 Membuat <i>Time-Series Data Manager</i>	102
Gambar III-82 Jendela <i>Time-Series Gage</i>	102
Gambar III-83 Jendela <i>Time Window</i> pada <i>Time-Series Data</i>	102
Gambar III-84 Jendela <i>Table</i> (kiri) pada <i>Time-Series Data</i> (kanan)	103
Gambar III-85 Membuat <i>Simulation Run</i>	103

Gambar III-86 Jendela <i>Compute</i>	104
Gambar III-87 <i>Compute All Elements</i>	104
Gambar III-88 Hasil Simulasi di Jendela <i>Result</i>	105
Gambar III-89 <i>Global Summary Result</i> Kalibrasi Data CHIRPS	105
Gambar III-90 <i>Global Summary Result</i> Kalibrasi Data Stasiun	106
Gambar III-91 <i>Graph</i> pada <i>Junction 1</i> Kalibrasi Data CHIRPS.....	106
Gambar III-92 <i>Graph</i> pada <i>Junction 1</i> Kalibrasi Data Stasiun.....	107
Gambar III-93 <i>Summary Table</i> pada <i>Junction-1</i> Kalibrasi Data CHIRPS	107
Gambar III-94 <i>Summary Table</i> pada <i>Junction-1</i> Kalibrasi Data Stasiun.....	107
Gambar III-95 <i>Time-Series Result</i> pada <i>Junction-1</i> Kalibrasi Data CHIRPS.....	108
Gambar III-96 <i>Time-Series Result</i> pada <i>Junction-1</i> Kalibrasi Data Stasiun.....	108
Gambar III-97 Membuat <i>Simulation Run</i> Debit Rencana.....	110
Gambar III-98 Jendela <i>Compute</i>	110
Gambar III-99 <i>Compute All Elements</i>	111
Gambar III-100 Hasil Simulasi di Jendela <i>Result</i>	111
Gambar III-101 Membuat Proyek di HECRAS	114
Gambar III-102 Merekap Data Penampang Memanjang di <i>Autocad Online</i>	115
Gambar III-103 Rekap Data Penampang Memanjang di <i>Microsoft Excel</i>	115
Gambar III-104 Merekap Data Penampang Melintang di <i>Autocad Online</i>	116
Gambar III-105 Rekap Data Penampang Melintang di <i>Microsoft Excel</i>	117
Gambar III-106 Membuat Alur Sungai Kupang dan Memasukkan Data Penampang Memanjang.....	118
Gambar III-107 Memasukkan Data Penampang Melintang	119
Gambar III-108 Hasil Model Geometri Sungai Kupang.....	119
Gambar III-109 Mengubah Model Geometri Sungai Menjadi Data <i>Raster</i>	120
Gambar III-110 Menambahkan Data <i>Raster</i> Sungai pada <i>Layer Terrain</i>	121
Gambar III-111 Hasil Data <i>Raster</i> Sungai Kupang	121
Gambar III-112 Membuat Data <i>Terrain</i> dari Data Sungai Kupang dan DEMNAS	122
Gambar III-113 Hasil Data <i>Terrain</i>	122
Gambar III-114 Membuat <i>2D Flow Area</i>	123
Gambar III-115 Jendela <i>2D Flow Area Editor</i>	123

Gambar III-116 Hasil <i>2D Flow Area Editor</i>	124
Gambar III-117 Membuat <i>Breaklines</i> di Sungai Kupang	124
Gambar III-118 Jendela <i>Breakline Editor</i>	125
Gambar III-119 <i>Boundary Condition Line</i> di bagian hulu Sungai Kupang	125
Gambar III-120 <i>Boundary Condition Line</i> di bagian hilir Sungai Kupang	125
Gambar III-121 <i>2D Flow Areas</i>	126
Gambar III-122 Membuat <i>Unsteady Flow Data</i>	127
Gambar III-123 Mengatur Data Masukkan Pemodelan Banjir pada Jendela <i>Unsteady Flow Analysis</i>	128
Gambar III-124 Hasil Pemodelan Banjir di Jendela <i>RAS Mapper</i>	128
Gambar III-125 <i>Tool Data Analyst-Regression</i> di <i>Microsoft Excel</i>	129
Gambar III-126 Mengisi Tabel Atribut Data Genangan Banjir	130
Gambar III-127 Gambar Hasil Klasifikasi Kerawanan Data Genangan Banjir..	130
Gambar IV-1 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2019	131
Gambar IV-2 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2021	132
Gambar IV-3 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2023	132
Gambar IV-4 Histogram Nilai <i>Curve Number</i> (CN) di Setiap Sub-DAS pada Setiap Tahun.....	134
Gambar IV-5 Histogram Nilai Debit Puncak Setiap Periode Ulang Tahun 2019	137
Gambar IV-6 Histogram Nilai Debit Puncak Setiap Periode Ulang Tahun 2021	138
Gambar IV-7 Histogram Nilai Debit Puncak Setiap Periode Ulang Tahun 2023	138
Gambar IV-8 Histogram Nilai Debit Puncak 2 Tahunan pada Setiap Tahun	139
Gambar IV-9 Histogram Nilai Debit Puncak 5 Tahunan pada Setiap Tahun	139
Gambar IV-10 Histogram Nilai Debit Puncak 10 Tahunan pada Setiap Tahun .	140
Gambar IV-11 Histogram Nilai Debit Puncak 20 Tahunan pada Setiap Tahun .	140
Gambar IV-12 Histogram Nilai Debit Puncak 50 Tahunan pada Setiap Tahun .	140
Gambar IV-13 Histogram Nilai Debit Puncak di <i>Junction</i> (AWLR) Setiap Periode Ulang Pada Tahun 2019, Tahun 2021, dan Tahun 2021	141
Gambar IV-14 Histogram Nilai Debit Puncak Setiap Periode Ulang di <i>Sink</i> pada Setiap Tahun.....	142
Gambar IV-15 Histogram Luas Penggunaan Lahan (km ²)	143

Gambar IV-16 Peta Pemodelan Banjir Akibat Luapan Sungai Kupang Tahun 2019	149
Gambar IV-17 Peta Pemodelan Banjir Akibat Luapan Sungai Kupang Tahun 2021	150
Gambar IV-18 Peta Pemodelan Banjir Akibat Luapan Sungai Kupang Tahun 2023	151
Gambar IV-19 Perubahan Luas Luapan Hasil Pemodelan Banjir Setiap Periode Ulang Pada Tahun 2019, 2021, dan 2023	152
Gambar IV-20 Peta Pemodelan Banjir Luapan Sungai Kupang Tahun 2023 Berdasarkan Perbedaan Data Ketinggian Air Laut	156
Gambar IV-21 Histogram Luas Luapan Sungai Hasil Pemodelan Banjir Berdasarkan Perbedaan Data Tinggi Air Laut	157
Gambar IV-22 Peta Luapan Sungai Dalam Kondisi Debit Minimum dan Tinggi Air Laut Minimum	159
Gambar IV-23 Peta Infrastruktur Pengendali Banjir Kota Pekalongan Tahun 2020	165
Gambar IV-24 Luapan Sungai Kupang Dalam Kondisi Debit Maksimum dan Tinggi Air Laut Maksimum	166
Gambar IV-25 Perbandingan Luas Luapan Maksimum dan Luapan Minimum.	168
Gambar IV-26 Histogram Dampak Luapan Sungai Kupang Dengan Debit 50 Tahunan Terhadap Penggunaan Lahan di Setiap Kecamatan di DAS Kupang ..	172
Gambar IV-27 (a) Tambak Ikan di Kecamatan Pekalongan Utara dan	173
Gambar IV-28 Peta Kerawanan Banjir Hasil Pemodelan	174
Gambar IV-29 Histogram Luas Kerawanan Banjir di DAS Kupang.....	175
Gambar IV-30 Foto Kejadian Banjir pada 19 Januari 2021 di Kecamatan Pekalongan Utara	176
Gambar IV-31 Kejadian Banjir pada 8 Februari 2021 (kiri) dan 11 Februari 2021 (kanan) di Kecamatan Pekalongan Utara.....	176
Gambar IV-32 Perbandingan Peta Genangan Banjir BPBD Kota Pekalongan (kanan) dan Data Peta Genangan Hasil Pemodelan.....	177

DAFTAR TABEL

Tabel I-1 Data Penelitian	7
Tabel II-1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel II-2 Wilayah Administrasi DAS Kupang.....	19
Tabel II-3 Kondisi Geologi DAS Kupang	19
Tabel II-4 Jenis Tanah DAS Kupang	20
Tabel II-5 Kelerengan DAS Kupang.....	20
Tabel II-6 Jenis Tanah HSG.....	30
Tabel II-7 Klasifikasi Jenis Tanah HSG	30
Tabel II-8 Nilai CN pada Setiap Penggunaan Lahan	31
Tabel II-9 Nilai Parameter <i>Imprevious</i>	32
Tabel II-10 Indeks Kerawanan Banjir.....	35
Tabel II-11 Matriks Konfusi	37
Tabel II-12 Koefisien Korelasi.....	40
Tabel III-1 Hasil Validasi Lapangan.....	64
Tabel III-2 Matriks Konfusi Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2019	65
Tabel III-3 Matriks Konfusi Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2021	65
Tabel III-4 Matriks Konfusi Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2023	66
Tabel III-5 Nilai <i>Overall Accuracy</i> Hasil Uji Akurasi Penggunaan Lahan	66
Tabel III-6 Koefisien <i>Thiessen</i> Stasiun Hujan.	69
Tabel III-7 Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Setiap Tahun di DAS Kupang	70
Tabel III-8 Rekap Curah Hujan Maksimum Stasiun DAS Kupang.....	71
Tabel III-9 Rekap Curah Hujan Maksimum CHIRPS DAS Kupang.....	73
Tabel III-10 Curah Hujan Minimum CHIRPS DAS Kupang	75
Tabel III-11 Syarat Pemilihan Jenis Distribusi	77
Tabel III-12 Kesuaian Pemilihan Jenis Distribusi Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Periode Ulang.....	78
Tabel III-13 Curah Hujan Maksimum Stasiun Periode Ulang.....	78
Tabel III-14 Kesuaian Pemilihan Jenis Distribusi Curah Hujan Maksimum CHIRPS Periode Ulang.....	79
Tabel III-15 Curah Hujan Maksimum CHIRPS Periode Ulang.....	79

Tabel III-16 Kesuaian Pemilihan Jenis Distribusi Curah Hujan Minimum CHIRPS Periode Ulang.....	80
Tabel III-17 Intensitas Hujan Maksimum Seriap Periode Ulang Data CHIRPS Pada Setiap Jam	82
Tabel III-18 Intensitas Hujan Minimum Data CHIRPS Pada Setiap Jam	82
Tabel III-19 Intensitas Hujan Maksimum Seriap Periode Ulang Data Stasiun Pada Setiap Jam	82
Tabel III-20 Intensitas Hujan Minimum Data Stasiun Pada Setiap Jam.....	82
Tabel III-21 Distribusi Hujan Maksium Periode Ulang 2 Tahunan Data CHIRPS	83
Tabel III-22 Karakteristik Sub-DAS Kupang	90
Tabel III-23 Karakterisitik Reach	90
Tabel III-24 Nilai CN dan <i>Impervious</i> di Setiap Jenis Penggunaan Lahan dan Jenis Tanah di Sub-DAS 1 pada Tahun 2019	92
Tabel III-25 Luas dan Nilai CN di Seriap Sub-DAS	93
Tabel III-26 Parameter <i>Loss</i> di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2019	95
Tabel III-27 Parameter <i>Loss</i> di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2021	95
Tabel III-28 Parameter <i>Loss</i> di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2023	96
Tabel III-29 Nilai <i>Lag Time</i> (menit) di Setiap Sub-DAS Pada Setiap Tahun.....	97
Tabel III-30 Nilai <i>Lag Time</i> (menit) di Setiap <i>Reach</i>	99
Tabel III-31 Debit Rencana Maksimum Setiap Periode Ulang Pada Tahun 2019	112
Tabel III-32 Debit Rencana Maksimum Setiap Periode Ulang Pada Tahun 2021	112
Tabel III-33 Debit Rencana Maksimum Setiap Periode Ulang Pada Tahun 2019	113
Tabel IV-1 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2019.....	133
Tabel IV-2 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2021.....	133
Tabel IV-3 Penggunaan Lahan DAS Kupang Tahun 2023.....	133
Tabel IV-4 Nilai CN di Setiap Sub-DAS pada Setiap Tahun	134
Tabel IV-5 Perubahan Nilai CN di Setiap Sub-DAS pada Setiap Tahun	135
Tabel IV-6 Nilai CN DAS Kupang Setiap Tahun.....	135

Tabel IV-7 Perubahan Nilai CN DAS Kupang	135
Tabel IV-8 Debit Puncak Setiap Periode Ulang di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2019.....	136
Tabel IV-9 Debit Puncak Setiap Periode Ulang di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2021.....	137
Tabel IV-10 Debit Puncak Setiap Periode Ulang di Setiap Sub-DAS pada Tahun 2023.....	137
Tabel IV-11 Nilai Debit Puncak setiap periode ulang di <i>Junction</i> pada Setiap Tahun	141
Tabel IV-12 Nilai Debit Puncak Setiap Periode Ulang di <i>Sink (outlet)</i> pada Setiap Tahun.....	142
Tabel IV-13 Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kupang	144
Tabel IV-14 Perubahan Luas Setiap Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2019-2023	145
Tabel IV-15 Perubahan Luas Setiap Jenis Penggunaan Lahan di Setiap Sub-DAS Kupang (km ²).....	145
Tabel IV-16 Selisih Nilai CN DAS Kupang Tahun 2019 dan 2023	147
Tabel IV-17 Selisih Nilai Debit Puncak DAS Kupang Tahun 2019 dan 2023 ...	148
Tabel IV-18 Luas Luapan Hasil Pemodelan (km ²).....	152
Tabel IV-19 Variabel Analisis Regresi Pengaruh Perubahan Debit Puncak terhadap Luas Luapan Hasil Pemodelan.....	153
Tabel IV-20 <i>Summary Output</i> Hasil Regresi (X) terhadap (Y)	153
Tabel IV-21 ANOVA Hasil Regresi (X) terhadap (Y)	153
Tabel IV-22 <i>Coefficient</i> , Nilai T Statistik dan <i>P-Value</i> Hasil Regresi (X) terhadap (Y)	153
Tabel IV-23 Luas Luapan Sungai Kupang Dalam Kondisi Debit Minimum dan Tinggi Air Laut Minimum	160
Tabel IV-24 Luas Luapan Kondisi Debit Minimum dan Tinggi Air Laut Minimum Berdasarkan Topografi.....	160
Tabel IV-25 Kondisi Luapan Sungai Hasil Pemodelan Menggunakan Debit Minimum dan Tinggi Air Laut Minimum.....	161
Tabel IV-26 Luas Luapan Sungai Maksimum.....	167

Tabel IV-27 Luas Luapan Maksimum Berdasarkan Topografi	167
Tabel IV-28 Selisih Luas Luapan	169
Tabel IV-29 Perbandingan Kondisi Luapan Sungai Minimum dan Maksimum	169
Tabel IV-30 Dampak Luapan Sungai Kupang Terhadap Penggunaan Lahan (km ²)	171
Tabel IV-31 Luas Wilayah Rawan Banjir di Setiap Kecamatan.....	175