

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1190/ W.M/ F.ST/ SKR/ 2019

**ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT
RENCANA MENGGUNAKAN METODE NAKAYASU
DAN SIMULASI APLIKASI HEC-HMS
DI DAS LOWO REA**



DISUSUN OLEH:

YULIANUS EKA PUTRA NGGARANG

NOMOR REGISTRASI:

211 14 081

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2019**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA
MENGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI
APLIKASI HEC-HMS DI DAS LOWO REA**

DISUSUN OLEH:

YULIANUS EKA PUTRA NGGARANG

211 14 081

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

SEBASTIANUS B. HENONG, ST., MT

NIDN: 08 0207 8101

AGUSTINUS H. PATTIRAJA, ST., MT

NIDN: 08 1906 9001

DISETUJUI OLEH:

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA**

Dr. DON G.N. DA COSTA, ST., MT

NIDN: 08 2003 6801

DISAHKAN OLEH:

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA**

PATRISIUS BATARIUS, ST., MT

NIDN: 08 1503 7801

**LEMBARAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA
MENGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI
APLIKASI HEC-HMS DI DAS LOWO REA**

DISUSUN OLEH:

YULIANUS EKA PUTRA NGGARANG

211 14 081

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI I



Ir. EGIDIUS KALOGO, MT
NIDN: 08 0109 6303

PENGUJI II



PRISEILA PENTEWATI, ST., M.Si
NIDN: 08 2605 7601

PENGUJI III



SEBASTIANUS B. HENONG, ST., MT
NIDN: 08 0207 8101

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Yulianus Eka Putra Nggarang

Nomor Registrasi : 211 14 081

Fakultas/ Program Studi : Teknik/ Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul;

ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA MENGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI APLIKASI HEC-HMS DI DAS LOWO REA

Adalah benar-benar karya sendiri, apabila kemudian hari ditemukan penyimpangan,
maka saya bersedia dituntut secara hukum.

Kupang, Desember 2019

Mahasiswa/Pemilik



YULIANUS EKA PUTRA NGGARANG

ABSTRAK

NOMOR: 1190/ W. M/ F. ST/ SKR/ 2019

ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA MENGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI APLIKASI HEC- HMS DI DAS LOWO REA

Yulianus E. P. Nggarang¹, Sebastianus B. Henong², Agustinus H. Pattiraja³

¹Mahasiswa, ²Dosen Pembimbing I, ³Dosen Pembimbing II

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

Jln. San Juan Penfui, Kupang, NTT, 85361 Indonesia

email: juliantekaputra@gmail.com

Skripsi ini membahas tentang perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Nakayasu dan Simulasi Aplikasi HEC HMS pada DAS Lowo Rea. Pembahasan mengenai perhitungan debit rencana pada DAS Lowo Rea tersebut dilatarbelakangi oleh bencana banjir yang terjadi hampir setiap tahunnya, sehingga diperlukan data perhitungan debit banjir rencana yang tepat sebagai dasar perencanaan bangunan pengendali banjir yang baik. Debit rencana merupakan debit dengan periode ulang tertentu yang menjadi parameter perencanaan bangunan air. Perhitungan perbandingan debit rencana antara metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC HMS dimaksudkan untuk membandingkan perhitungan debit yang paling sesuai terhadap karakteristik DAS Lowo Rea yang berada di Kecamatan Wewaria, Kabupaten Ende. Perhitungan debit rencana dilakukan tanpa kalibrasi terhadap data AWLR sebagai observed flow karena tidak tersedia data AWLR pada lokasi penelitian. Maka, digunakan H_{DRO} (high direct run off) sebagai dasar pembandingan. Hasil analisis perhitungan H_{DRO} debit rencana metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC HMS menyatakan bahwa metode Nakayasu lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang \geq (lebih dari sama dengan) 100 tahun. Sedangkan analisis debit banjir rancangan menggunakan simulasi aplikasi HEC HMS lebih tepat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan kala ulang atau periode ulang $<$ (kurang dari) 100 tahun.

Kata Kunci: Debit Rencana, Nakayasu, HEC-HMS, H_{DRO}

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas rahmat dan perlindungan-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA PERBANDINGAN PENENTUAN DEBIT RENCANA MENGGUNAKAN METODE NAKAYASU DAN SIMULASI APLIKASI HEC-HMS DI DAS LOWO REA”** disusun untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat kurikulum yang diperlukan dalam menyelesaikan program studi pada Universitas Katolik Widya Mandira Kupang. Disamping itu, juga untuk mengembangkan potensi dan mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh selama mengikuti kegiatan perkuliahan di Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Tugas Akhir ini membahas tentang bagaimana menghitung debit rencana menggunakan metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC-HMS. Perhitungan debit rencana menggunakan metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC-HMS di DAS Lowo Rea dimaksudkan untuk menjadi acuan analisis debit banjir rancangan maupun dasar untuk mendesain berbagai bangunan pengaman banjir sehingga dapat meminimalisir dampak yang ditimbulkan banjir yang terjadi hampir setiap tahunnya di DAS Lowo Rea.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, telah banyak memperoleh pengarahan dan bimbingan, sehingga keberhasilannya tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Bapak Paulus Alexius Nggarang, Ibunda tercinta Veronika Nias, Adik tercinta Salvator Damiantrus Nggarang dan Nikolaus Realino Nggarang yang telah memberikan nasihat, doa, dan dukungan moril maupun materil untuk penulis dalam menuntut ilmu.
2. Pater Dr. Philipus Tule SVD., selaku Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
3. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
4. Bapak Agustinus Haryanto Pattiraja, ST., MT dan Br. Sebastianus B. Henong, SVD., ST., MT., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberi

dukungan berupa koreksi, masukan maupun perbaikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
6. Segenap dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang
7. Almarhum Bapak Cyrilus Leta, Ka'e Viktor dan Berno yang telah memberikan bantuan baik pikiran, tenaga maupun fasilitas saat melakukan penelitian
8. Teman-teman angkatan 2014, khususnya saudara Mea Wila Huki, Avel Bria, Riki Kolo dan Tio Gambe, yang telah saling memotivasi dan membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
9. Keluarga Penfui tercinta; Om Piet Tapobali, Tanta Yati, Ka Yasin, Adik Eta, Adik Mega, Adik Ina, Adik Putri dan Anak Ghea tersayang yang selalu mendukung dan membimbing penulis, selama mengikuti masa perkuliahan.
10. Patner hidup, Verseveranda Hansianum Watu yang memberikan motivasi dengan berbagai cara sehingga membantu terselesainya Tugas Akhir ini.
11. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu

Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi penyajian maupun pembahasannya. Oleh karena itu, kritik, saran dan ide-ide konstruktif sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Kupang, Desember 2019

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL

LEMBARAN PENGESAHAN

LEMBARAN PERSETUJUAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....i

DAFTAR ISI.....iii

DAFTAR TABEL.....vii

DAFTAR GAMBAR.....xi

BAB I PENDAHULUAN.....I-1

1.1 Latar Belakang.....I-1

1.2 Rumusan Masalah.....I-4

1.3 Tujuan Penulisan.....I-4

1.4 Manfaat Penulisan.....I-5

1.5 Batasan Masalah.....I-5

1.6 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu.....I-6

BAB II LANDASAN TEORI II-1

2.1 Daerah Aliran Sungai..... II-1

2.1.1 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai II-2

2.1.2 Sistem Hidrologi dalam DAS II-3

2.1.2.1 Siklus Hidrologi..... II-4

2.1.2.2 Presipitasi..... II-8

2.1.2.3 Limpasan Permukaan (runoff) II-13

2.1.2.4 Hidrograf..... II-18

2.1.3 Klasifikasi Tanah..... II-24

2.1.3.1 Klasifikasi Tanah Menurut Soil Taxonomy (USDA, 2014) II-24

2.1.3.2 Hydrology Soil Group (HSG)..... II-31

2.1.3.3 Soil Taxonomy..... II-33

2.1.4 Kelas Penutup Lahan..... II-36

2.1.4.1 Kelas Penutupan Lahan USDA..... II-36

2.1.4.2 Kelas Penutupan Lahan SNI..... II-38

2.2 Estimasi Data Hujan Hilang dan Uji Konsistensi Data Hujan..... II-40

2.2.1 Metode Estimasi Data Hujan Hilang	II-41
2.2.2 Uji Konsistensi Data Hujan	II-42
2.3 Metode Perhitungan Curah Hujan Rencana	II-43
2.3.1 Pemilihan Data Hujan Pemilihan Metode Pendekatan Hujan Rerata Daerah Aliran Sungai	II-43
2.3.2 Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah (Area Rainfall)	II-43
2.3.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan	II-46
2.3.3.1 Perhitungan Dispersi	II-46
2.3.3.2 Pemilihan Distribusi Hujan Rancangan	II-48
2.4 Koefisien Pengaliran	II-51
2.5 Waktu Konsentrasi	II-52
2.6 Intensitas Hujan	II-53
2.7 Uji Pemilihan Distribusi Hujan Rancangan	II-59
2.7.1 Uji Chi-Kuadrat	II-60
2.7.2 Smirnov-Kolmogorof	II-61
2.8 Debit Banjir Rancangan	II-62
2.8.1 Debit Banjir Rancangan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu	II-63
2.8.2 Debit Banjir Rancangan Simulasi Program HEC HMS	II-65
2.8.2.1 Penyusunan Basin Model	II-72
2.8.2.2 Permodelan HEC-HMS	II-73
2.9 Volume Hidrograf dan Nilai H_{DRO}	II-127
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1 Data	III-1
3.1.1 Jenis, Lokasi dan Obyek Penelitian	III-1
3.1.2 Sumber Data	III-1
3.1.3 Teknik Pengumpulan Data	III-2
3.2 Metode dan Proses Analisa Data	III-3
3.2.1 Diagram Alir	III-4
3.2.2 Penjelasan Diagram Alir	III-5
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Data	IV-1
4.1.1 Data Hidrologi	IV-1

4.1.1.1 Data Curah Hujan	II-1
4.1.1.2 Data Jenis Tutupan Lahan.....	II-1
4.1.1.3 Data Jenis Tanah dan Kelompok Hidrologi Tanah	II-2
4.1.2 Data Topografi	IV-3
4.1.2.1 Keadaan Geografi	II-3
4.1.2.2 Karakteristik DAS	II-4
4.2 Analisa Hidrologi.....	IV-10
4.2.1 Penetapan Stasiun Hujan.....	IV-10
4.2.2 Curah Hujan Rerata Daerah Metode Polygon Thiessen.....	IV-12
4.2.3 Uji Konsistensi	IV-25
4.2.4 Hujan Rancangan	IV-28
4.2.4.1 Dispersi Parameter Statistik.....	IV-28
4.2.4.2 Dispersi Parameter Logaritma	IV-30
4.2.5 Analisis Jenis Sebaran	IV-33
4.2.5.1 Metode Ej Gumbel.....	IV-33
4.2.5.2 Metode Log Pearson Tipe III.....	IV-34
4.2.6 Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi	IV-35
4.2.6.1 Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi square test)	IV-36
4.2.6.2 Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov	IV-38
4.2.7 Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman.....	IV-41
4.3 Debit banjir Rencana Metode HSS Nakayasu	IV-49
4.3 Debit Banjir Rencana Simulasi Aplikasi HEC HMS Metode SCS-CN.....	IV-57
4.3.1 Analisis Peta Tata Guna Lahan.....	IV-57
4.3.1.1 Penentuan Tutupan Lahan dan Impervious	IV-58
4.3.1.2 Penentuan Jenis Tanah.....	IV-61
4.3.1.3 Penentuan Persentase Kemiringan Lereng	IV-63
4.3.2 SCS Curve Number	IV-64
4.3.3 Permodelan HEC HMS	IV-67
4.3.3.1 Memasukkan Data.....	IV-67
4.3.3.2 Permodelan Parameter HEC-HMS	IV-71
4.3.3.3 Kalibrasi HEC HMS	IV-79

4.4 Perbandingan Perhitungan Debit Rencana Metode Nakayasu dan Simulasi	
Aplikasi HEC-HMS Metode SCS-CN	IV-90
4.5 Pembahasan	IV-101
BAB V PENUTUP	V-1
4.1 Kesimpulan.....	V-1
4.2 Saran.....	V-4
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterangan Angka-Angka dalam Gambar 2.2.....	II-6
Tabel 2.2 Deskripsi dari Bagian-bagian Siklus hidrologi yang Terkait dengan Limpasan Permukaan.....	II-7
Tabel 2.3 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan.....	II-9
Tabel 2.4 Nama-nama Tanah Tingkat Ordo dan Akhiran untuk Kategori Lebih Rendah.....	II-26
Tabel 2.5 Unsur Pembentuk, Asal Kata dan Arti Penamaan Subordo Tanah.....	II-27
Tabel 2.6 Unsur Pembentuk, Asal Kata dan Arti Penamaan Grup Tanah.....	II-28
Tabel 2.7 Unsur Pembentuk, Asal Kata dan Arti Penamaan Subgrup Tanah.....	II-29
Tabel 2.8 Ringkasan Kategori dan Kriteria Pembeda dalam Taksonomi Tanah..	II-31
Tabel 2.9 Hydrology Soil Groups (HSG).....	II-32
Tabel 2.10 Klasifikasi Tanah Menurut Sistem Dudal-Saptohardjo, Modifikasi PPT, FAO dan USDA Soil Taxonomy.....	II-35
Tabel 2.11 Kelas Penutupan Lahan USDA.....	II-36
Tabel 2.12 Kelas Penutupan Lahan Skala 1:25.000.....	II-38
Tabel 2.13 Hubungan antara Deviasi Standar (S_n) dengan Jumlah Data (n).....	II-49
Tabel 2.14 Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata dengan Jumlah Data.....	II-49
Tabel 2.15 Tabel Nilai Reduce Variate.....	II-50
Tabel 2.16 Variable Standar, Koefisien Kemencengan Untuk Distribusi Log Pearson Type III (C_s atau G).....	II-50
Tabel 2.17 Kriteria Pemilihan Distribusi.....	II-51
Tabel 2.18 Nilai C pada berbagai topografi.....	II-52
Tabel 2.19 Nilai Chi Kuadrat Kritik.....	II-61
Tabel 2.20 Nilai D kritis (D_{cr}) Smirnov Kolmogorof.....	II-62
Tabel 2.21 Tahapan Analisis Hidrologi Untuk Banjir Rancangan.....	II-62

Tabel 2.22 Klasifikasi Kelompok Tanah.....	II-66
Tabel 2.23 Tabel Klasifikasi Sifat Hidrologi Tanah berdasar Tekstur Tanah.....	II-66
Tabel 2.24 Tabel Klasifikasi Nilai CN pada Kondisi AMC II.....	II-67
Tabel 2.25 Nilai CN berdasarkan SCS.....	II-68
Tabel 2.26 Kondisi Kandungan Air Tanah dan Batas Besarnya Curah Hujan.....	II-69
Tabel 2.27 Faktor <i>Imperviousness</i> Berdasarkan Tipe Penggunaan Lahan.....	II-70
Tabel 2.28 Metode Simulasi dalam Program HEC-HMS.....	II-75
Tabel 2.29 Nilai Parameter Untuk Kalibrasi Model HEC-HMS.....	II-126
Tabel 4.1 Luas DAS Lowo Rea Per-Subbasin.....	IV-9
Tabel 4.2 Jarak Antar Stasiun Hujan.....	IV-14
Tabel 4.3 Data Hujan Hilang Stasiun Welamosa Tahun 2010.....	IV-18
Tabel 4.4 Curah Hujan Rata-Rata Wilayah Metode Polygon Thiessen.....	IV-25
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hujan Harian Maksimum.....	IV-26
Tabel 4.6 Nilai Kumulatif Rata-Rata Hujan Harian Maksimum.....	IV-27
Tabel 4.7 Nilai R-Squared Stasiun Hujan.....	IV-28
Tabel 4.8 Parameter Statistik.....	IV-29
Tabel 4.9 Parameter Logaritma.....	IV-31
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Dispersi.....	IV-32
Tabel 4.11 Curah Hujan Periode Ulang Tertentu Metode Ej Gumbel.....	IV-33
Tabel 4.12 Curah Hujan Periode Ulang Metode Log Pearson Tipe III.....	IV-35
Tabel 4.13 Parameter Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran Curah Hujan.....	IV-35
Tabel 4.14 Pengurutan Data Hujan.....	IV-36
Tabel 4.15 Uji Keselarasan Sebaran dengan Chi Kuadrat.....	IV-38
Tabel 4.16 Pengurutan Data Hujan.....	IV-38
Tabel 4.17 Uji Keselarasan Sebaran Smirnov – Kolmogorov.....	IV-41

Tabel 4.18	Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman.....	IV-42
Tabel 4.19	Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 5 Tahun.....	IV-43
Tabel 4.20	Persentase Curah Hujan Jam-Jaman Periode 5 Tahun.....	IV-43
Tabel 4.21	Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Periode 5 Tahun.....	IV-44
Tabel 4.22	Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Periode 25 Tahun.....	IV-45
Tabel 4.23	Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Periode 50 Tahun.....	IV-46
Tabel 4.24	Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Periode 100 Tahun.....	IV-47
Tabel 4.25	Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Periode 200 Tahun.....	IV-48
Tabel 4.27	Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 5 Tahun.....	IV-51
Tabel 4.28	Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 25 Tahun.....	IV-52
Tabel 4.29	Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 50 Tahun.....	IV-53
Tabel 4.30	Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 100 Tahun.....	IV-54
Tabel 4.31	Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 200 Tahun.....	IV-55
Tabel 4.32	Rekapitulasi Hidrograf Nakayasu.....	IV-56
Tabel 4.33	Tutupan Lahan DAS Lowo Rea.....	IV-59
Tabel 4.34	Contoh Penentuan Impervious Subbasin 5.....	IV-60
Tabel 4.35	Jenis Tanah pada DAS Lowo Rea.....	IV-62
Tabel 4.36	Kemiringan Lereng pada DAS Lowo Rea.....	IV-63
Tabel 4.37	Nilai CN Sub DAS 19.....	IV-66
Tabel 4.38	Hujan jam-jaman Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-70
Tabel 4.39	Model dan Metode Parameter.....	IV-71
Tabel 4.40	Nilai Curve Number DAS Lowo Rea.....	IV-71
Tabel 4.41	Nilai Impervious DAS Lowo Rea.....	IV-72
Tabel 4.42	Nilai Initial Abstraction DAS Lowo Rea.....	IV-73
Tabel 4.43	Nilai Lag Time DAS Lowo Rea untuk Parameter Transform Model..	IV-75

Tabel 4.44	Nilai Lag Time DAS Lowa Rea untuk Parameter Routing.....	IV-77
Tabel 4.45	Rekapitulasi Hidrograf Simulasi Aplikasi HEC HMS.....	IV-88
Tabel 4.46	Debit Puncak Nakayasu.....	IV-89
Tabel 4.47	Rekapitulasi Debit Rencana untuk Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-103
Tabel 4.48	Rekapitulasi Debit Rencana untuk Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-104
Tabel 4.49	Rekapitulasi Debit Rencana untuk Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-105
Tabel 4.50	Rekapitulasi Debit Rencana untuk Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-106
Tabel 4.51	Rekapitulasi Debit Rencana untuk Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-107
Tabel 4.52	Rekapitulasi Debit Rencana HEC HMS dan Metode Nakayasu.....	IV-108
Tabel 4.52	Rekapitulasi Debit Rencana HEC HMS dan Metode Nakayasu.....	IV-108
Tabel 4.53	Rekapitulasi Debit Rencana Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-109
Tabel 4.54	Rekapitulasi Perhitungan Volume Hidrograf dan Nilai HDRO Metode Nakayasu dan Simulasi Aplikasi HEC HMS.....	IV-112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan Kondisi Salah Satu Bagian Hulu DAS Lowo Rea Tahun 2013 (a) Dan Tahun 2018 (b).....	I-2
Gambar 2.1 Bentuk-bentuk DAS	II-2
Gambar 2.2 DAS sebagai Sistem Hidrologis	II-4
Gambar 2.3 Ilustrasi Siklus Hidrologi.....	II-5
Gambar 2.4 Skema Siklus Hidrologi.....	II-6
Gambar 2.5 Contoh Hyetograph dan Distribusi Hujan Kumulatif	II-10
Gambar 2.6 Ilustrasi Proses Dasar Limpasan Permukaan (Surface Runoff)	II-13
Gambar 2.7 Ilustrasi Diagram Skematik (a) Infiltration Excess Overland Flow dan (b) Saturation Excess Overland Flow	II-14
Gambar 2.8 Ilustrasi dari Infiltration Excess Overland Flow.....	II-15
Gambar 2.9 Ilustrasi dari Saturation Excess Overland Flow.....	II-15
Gambar 2.10 Komponen Hidrograf Sederhana	II-18
Gambar 2.11 Komponen Hidrograf Banjir.....	II-19
Gambar 2.12 Komponen Hidrograf Aliran.....	II-20
Gambar 2.13 Pemisahan Aliran Dasar	II-22
Gambar 2.14 Contoh Kurva Master Depletion Menggunakan Resesi dari 5 Data Kejadian Hidrograf	II-24
Gambar 2.15 Hirarkhi Taksonomi Tanah.....	II-26
Gambar 2.16 Polygon Thiessen	II-45
Gambar 2.17 Lintasan Aliran Waktu Inlet Time dan Conduit Time	II-53
Gambar 2.18 Kedalaman Hujan Rencana Disatu Titik Waktu.....	II-54
Gambar 2.19 Hidrograf Hujan Rencana	II-54
Gambar 2.20 Hidrograf Seragam	II-58

Gambar 2.21 Hidrograf Segitiga	II-59
Gambar 2.22 Grafik HSS Nakayasu	II-65
Gambar 2.23 Bagan Alir HEC-HMS	II-74
Gambar 2.24 Program HEC HMS pada Start Menu	II-77
Gambar 2.25 Tampilan Awal Program HEC HMS	II-77
Gambar 2.26 Ikon-Ikon pada Toolbar HEC HMS.....	II-78
Gambar 2.27 Memulai Project Baru pada Tab Menu.....	II-78
Gambar 2.28 Tab Create a New Project	II-78
Gambar 2.29 Pengisian Tab Create a New Project	II-79
Gambar 2.30 Project Baru pada HEC HMS.....	II-79
Gambar 2.31 Pengisian Komponen-komponen Model pada Program Setting ...	II-80
Gambar 2.32 Tool Basin Model Manager.....	II-80
Gambar 2.33 Pembuatan Component Basin Model	II-81
Gambar 2.34 Tab Create A New Basin Model.....	II-81
Gambar 2.35 Pengisian Tab Create A New Basin Model	II-81
Gambar 2.36 Tab Basin Model Manager.....	II-82
Gambar 2.37 Komponen Basin Model Manager pada HEC HMS.....	II-82
Gambar 2.38 Tool Component Meteorologic Model Manager	II-83
Gambar 2.39 Pembuatan Basin Model Meteorologic Model Manager	II-83
Gambar 2.40 Tab Create A New Meteorologic Model	II-84
Gambar 2.41 Pengisian Tab Create A New Meteorologic Model	II-84
Gambar 2.42 Tab Meteorologic Model Manager	II-84
Gambar 2.43 Komponen Meteorologic Model Manager pada HEC HMS	II-85
Gambar 2.44 Tool Component Control Specifications Manager	II-85
Gambar 2.45 Pembuatan Control Specifications Manager	II-86

Gambar 2.46 Tab Create A New Control Specifications	II-86
Gambar 2.47 Pengisian Tab Create A New Control Specifications	II-86
Gambar 2.48 Tab Control Specifications Manager	II-87
Gambar 2.49 Komponen Control Specifications Manager pada HEC HMS	II-87
Gambar 2.50 Tool Time-Series Data Manager	II-88
Gambar 2.51 Pembuatan Time-Series Data Manager	II-88
Gambar 2.52 Tab Create A New Precipitation Gages	II-89
Gambar 2.53 Pengisian Tab Create A New Precipitation Gages	II-89
Gambar 2.54 Tab Time-Series Data Manager	II-89
Gambar 2.55 Komponen Time-Series Data Manager pada HEC HMS	II-90
Gambar 2.56 Tool Time Paired Data Manager	II-90
Gambar 2.57 Pembuatan Paired Data Manager	II-91
Gambar 2.58 Tab Create A New Elevation Storage Function	II-91
Gambar 2.59 Pengisian Tab Create A New Elevation Storage Function	II-91
Gambar 2.60 Tab Paired Data Manager untuk Elevation Storage Function dan Elevation Area Function	II-92
Gambar 2.61 Komponen Paired Data Manager pada HEC HMS	II-92
Gambar 2.62 Komponen Basin Model pada Watershed Explorer	II-93
Gambar 2.63 Basin Model pada Watershed Explorer	II-93
Gambar 2.64 Tool View Sub Tools Background Map	II-94
Gambar 2.65 Tab Background Map untuk Add Peta (*.shp)	II-94
Gambar 2.66 Pemilihan Peta (*.shp) untuk Basin Model	II-95
Gambar 2.67 Penginputan Peta DAS (*.shp) dan Sungai (*.shp)	II-95
Gambar 2.68 Peta DAS (*.shp) dan Sungai (*.shp) pada Basin Model	II-96
Gambar 2.69 Tab Create A New Subbasin Element	II-96
Gambar 2.70 Pengisian Tab Create A New Subbasin Element	II-97

Gambar 2.71 Subbasin Element pada DAS	II-97
Gambar 2.72 Pembuatan Juntion.....	II-98
Gambar 2.73 Juntion pada Basin	II-98
Gambar 2.74 SubBasin dan Juntion pada Basin Component Editor Window	II-99
Gambar 2.75 Downstream Menggunakan Component Editor Window	II-99
Gambar 2.76 SubBasin dan Juntion pada Basin untuk Arrow Tool	II-100
Gambar 2.77 Pengaturan Downstream Menggunakan Arrow Tool.....	II-100
Gambar 2.78 Pemilihan Loss Method	II-101
Gambar 2.79 Pemilihan Transform Method.....	II-102
Gambar 2.80 Pemilihan Baseflow Method.....	II-102
Gambar 2.81 Parameter Loss Method	II-103
Gambar 2.82 Pengisian Parameter Loss Method	II-103
Gambar 2.83 Parameter Transform Method.....	II-104
Gambar 2.84 Pengisian Parameter Transform Method	II-104
Gambar 2.85 Meteorologic Model pada Basin.....	II-105
Gambar 2.86 Pengisian Data pada Meteorologic Model.....	II-105
Gambar 2.87 Penentuan Include Subbasins pada Meteorologic Model.....	II-106
Gambar 2.88 Penentuan Total Override pada Meteorologic Model	II-106
Gambar 2.89 Pemilihan Stasiun Hujan pada Specified Hyetograph	II-107
Gambar 2.90 Penentuan Gage pada Specified Hyetograph	II-107
Gambar 2.91 Control Specification pada HEC HMS.....	II-108
Gambar 2.92 Pengisian Control Specification	II-108
Gambar 2.93 Time-Series Data pada HEC HMS.....	II-109
Gambar 2.94 Komponen Time Series Gage pada Precipitation Gages	II-109
Gambar 2.95 Komponen Time Window pada Precipitation Gages	II-110

Gambar 2.96 Pengisian Time Window pada Precipitation Gages.....	II-110
Gambar 2.97 Pengisian Data Hujan pada Table	II-111
Gambar 2.98 Grafik Data Hujan pada Graph	II-111
Gambar 2.99 Pemilihan Data Source dan Unit pada Elevasi-Storage Function	II-112
Gambar 2.100 Pemilihan Data Source dan Unit pada Elevasi-Area Function.....	II-112
Gambar 2.101 Pengisian data Elevation-Storage pada Table Component Editor	II-113
Gambar 2.102 Grafik Elevation-Storage pada Graph Component Editor....	II-113
Gambar 2.103 Pengisian data Elevation-Area pada Table Component Editor	II-114
Gambar 2.104 Grafik Elevation-Area pada Graph Component Editor.....	II-114
Gambar 2.105 Tool Parameter dan Sub Tool Transform.....	II-115
Gambar 2.106 Pengecekan Tab SCS Transform	II-115
Gambar 2.107 Tool Compute untuk Create Simulation Run.....	II-116
Gambar 2.108 Tab Create a Simulation Run.....	II-116
Gambar 2.109 Penamaan Simulasi pada Simulation Run Manager	II-117
Gambar 2.110 Pemilihan Basin Model pada Simulation Run Manager.....	II-117
Gambar 2.111 Pemilihan Metereologic Model pada Simulation Run Manager	II-118
Gambar 2.112 Pemilihan Control Spesification pada Simulation Run Manager	II-118
Gambar 2.113 Tool Compute, Sub Tool Select Run dan Compute Current Run	II-119
Gambar 2.114 Running HEC HMS.....	II-119
Gambar 2.115 Result pada Watershed Explorer	II-120
Gambar 2.116 View Graph Result.....	II-120

Gambar 2.117 View Time Series Table.....	II-121
Gambar 2.118 Tab Create A New Reach Element.....	II-121
Gambar 2.119 Pengisian Tab Create A New Reach Element.....	II-122
Gambar 2.120 Basin Model pada Multi Basin.....	II-122
Gambar 2.121 Downstream Multi Basin	II-123
Gambar 2.122 Pemilihan Downstream Multi Basin.....	II-123
Gambar 2.123 Melakukan Connect Downstream	II-124
Gambar 2.124 Downstream Basin Model Terhubung.....	II-124
Gambar 2.125 Routing Muskidum K dan Muskidum R	II-125
Gambar 2.126 Pengisian Routing Muskidum K dan Muskidum R.....	II-125
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	III-4
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	IV-4
Gambar 4.3 a) Peta DEM dan b) DEM Potong.....	IV-5
Gambar 4.4 Proses Analisis Raster Pembentukan DAS Lowa Rea	IV-6
Gambar 4.5 Proses Analisis Vektor Pembentukan DAS Lowa Rea	IV-7
Gambar 4.6 DAS Lowa Rea Beserta Nama Subbasin (SB).....	IV-8
Gambar 4.7 Stasiun Hujan di Kabupaten Ende	IV-10
Gambar 4.8 Posisi Stasiun Hujan terhadap DAS Loworea	IV-11
Gambar 4.9 Stasiun Hujan dalam DAS	IV-11
Gambar 4.10 Lokasi Stasiun Hujan pada DAS Lowa Rea	IV-12
Gambar 4.11 Stasiun Hujan dalam DAS dan luar DAS	IV-14
Gambar 4.12 a) Pengaruh Stasiun Hujan.....	IV-20
Gambar 4.12 b) Luas Pengaruh Stasiun Hujan.....	IV-20
Gambar 4.13 Kuva Massa Ganda Uji Konsistensi Data Hujan	IV-28
Gambar 4.14 Grafik Metode E _j Gumbel	IV-34

Gambar 4.15 Grafik Metode Log Pearson Type III	IV-35
Gambar 4.16 Grafik Hujan Jam-Jaman	IV-42
Gambar 4.17 Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 5 Tahun	IV-44
Gambar 4.18 Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 25 Tahun.....	IV-45
Gambar 4.19 Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 50 Tahun.....	IV-46
Gambar 4.20 Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 100 Tahun.....	IV-47
Gambar 4.21 Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 200 Tahun.....	IV-48
Gambar 4.22 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 5 Tahun	IV-51
Gambar 4.23 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 25 Tahun	IV-52
Gambar 4.24 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 50 Tahun	IV-53
Gambar 4.25 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 100 Tahun	IV-54
Gambar 4.26 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 200 Tahun	IV-55
Gambar 4.27 Grafik Rekapitulasi Hidrograf Nakayasu	IV-56
Gambar 4.28 Tutupan Lahan DAS Lowo Rea	IV-61
Gambar 4.29 Jenis Tanah DAS Lowo Rea.....	IV-62
Gambar 4.30 Kemiringan Lereng DAS Loworea	IV-64
Gambar 4.31 Nilai Curve Number DAS Lowo Rea	IV-67
Gambar 4.32 Basin Model DAS Lowo Rea.....	IV-68
Gambar 4.33 Rincian Basin Model DAS Lowo Rea.....	IV-68
Gambar 4.34 a) Komponen Meteorologic Model DAS Lowo Rea dan b) Option Meteorologic Model DAS Lowo Rea.....	IV-69
Gambar 4.35 a) Komponen Control Spesifications DAS Lowo Rea dan b) Option Control Spesifications DAS Lowo Rea	IV-69
Gambar 4.36 a) Komponen Time Series Data untuk Precipitation Gages, Hujan Jam- Jaman beserta; b) Tabel dan c) Grafik.....	IV-70
Gambar 4.37 Curve Number Loss DAS Lowo Rea.....	IV-74
Gambar 4.38 SCS Transform DAS Lowo Rea.....	IV-76

Gambar 4.39 Kotak Dialog Lag Routing DAS Lowa Rea	IV-78
Gambar 4.40 Running-1 HEC-HMS	IV-79
Gambar 4.41 Potongan Note Running-1 HEC-HMS.....	IV-79
Gambar 4.42 Global Summary Result Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-80
Gambar 4.43 Graph for Juntion “Outlet” Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-80
Gambar 4.44 Time Series for Juntion “Outlet” Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-81
Gambar 4.45 Global Summary Result Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-81
Gambar 4.46 Graph for Juntion “Outlet” Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-82
Gambar 4.47 Time Series for Juntion “Outlet” Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-82
Gambar 4.48 Global Summary Result Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-83
Gambar 4.49 Graph for Juntion “Outlet” Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-83
Gambar 4.50 Time Series for Juntion “Outlet” Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-84
Gambar 4.51 Global Summary Result Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-84
Gambar 4.52 Graph for Juntion “Outlet” Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-85
Gambar 4.53 Time Series for Juntion “Outlet” Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-85
Gambar 4.54 Global Summary Result Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-86
Gambar 4.55 Graph for Juntion “Outlet” Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-86
Gambar 4.56 Time Series for Juntion “Outlet” Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-87
Gambar 4.57 Grafik Rekapitulasi Hidrograf HEC HMS.....	IV-88
Gambar 4.58 a) Komponen Time Series Data untuk Discharge Gages, Debit Nakayasu beserta; b) Tabel dan c) Grafik.....	IV-90
Gambar 4.59 Summary Result Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-91
Gambar 4.60 Graph for Juntion Periode Ulang 5 Tahun.....	IV-91
Gambar 4.61 Time-Series Result for Juntion “Outlet” Periode Ulang 5 Tahun	IV-92
Gambar 4.62 Summary Result Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-93

Gambar 4.63 Graph for Juntion Periode Ulang 25 Tahun.....	IV-93
Gambar 4.64 Time-Series Result for Juntion “Outlet” Periode Ulang 25 Tahun	IV-94
Gambar 4.65 Summary Result Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-95
Gambar 4.66 Graph for Juntion Periode Ulang 50 Tahun.....	IV-95
Gambar 4.67 Time-Series Result for Juntion “Outlet” Periode Ulang 50 Tahun	IV-96
Gambar 4.68 Summary Result Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-97
Gambar 4.69 Graph for Juntion Periode Ulang 100 Tahun.....	IV-97
Gambar 4.70 Time-Series Result for Juntion “Outlet” Periode Ulang 100 Tahun	IV-98
Gambar 4.71 Summary Result Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-99
Gambar 4.72 Graph for Juntion Periode Ulang 200 Tahun.....	IV-99
Gambar 4.73 Time-Series Result for Juntion “Outlet” Periode Ulang 200 Tahun	IV-100
Gambar 4.74 Grafik Rekapitulasi Perbandingan untuk Periode Ulang 5 Tahun	IV-103
Gambar 4.75 Grafik Rekapitulasi Perbandingan untuk Periode Ulang 50 Tahun	IV-104
Gambar 4.76 Grafik Rekapitulasi Perbandingan untuk Periode Ulang 50 Tahun	IV-105
Gambar 4.77 Grafik Rekapitulasi Perbandingan untuk Periode Ulang 100 Tahun	IV-106
Gambar 4.78 Grafik Rekapitulasi Perbandingan untuk Periode Ulang 200 Tahun	IV-107
Gambar 4.79 Grafik Peak Disharge HEC HMS dan Metode Nakayasu	IV-108
Gambar 4.80 Grafik Linearitas Peak Discharge HEC HMS dan Metode Nakayasu	IV-108

