



**ANALISIS PERBANDINGAN KEANDALAN HIDROGRAF SATUAN
SINTETIK NAKAYASU DENGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK
LIMANTARA PADA SUB DAS KLOPO SAWIT
KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

Oleh

HERLINA FITRIA NINGSIH
NIM. 071910301065

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**ANALISIS PERBANDINGAN KEANDALAN HIDROGRAF SATUAN
SINTETIK NAKAYASU DENGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK
LIMANTARA PADA SUB DAS KLOPO SAWIT
KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan tugas akhir Teknik Sipil (S1) dan
Mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**HERLINA FITRIA NINGSIH
NIM 071910301065**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua Orangtuaku, Ayahanda Sumari yang telah memberi semangat, dukungan, dan pengorbanannya, serta Ibunda Karningsih tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanannya selama ini,
2. Kakak – Kakakku (Mas Totok Sugiharto., SE, Mas Lukman Santoso., S.Sos, dan Mas Suhandoko Rukmanto., ST) yang telah memberi semangat dan dukungannya,
3. Seseorang yang selalu menemani dan memberiku semangat,
4. Teman-teman seperjuangan khususnya sahabat-sahabatku (Cikita Epril Puspita, Ana Juli Zaraswati, Tio Wardana Putra) dan untuk teman-teman sipil angkatan 2006 dan 2007, yang bersama-sama berjuang dan selalu memberi semangat,
5. Guru-guruku sejak TK sampai SMA dan semua dosen jurusan teknik sipil yang terhormat, yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dengan penuh kesabaran,
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

*“Hanya mereka yang berani gagal, yang akan meraih keberhasilan”
(Robert F. Kennedy)*

*“Alam memberi kita satu lidah akan tetapi memberi kita 2 telinga, agar supaya kita lebih banyak mendengar dua kali daripada berbicara”
(La Rochefoucauld)*

*“Kebahagiaan tergantung pada apa yang dapat anda berikan, bukan pada apa yang dapat anda peroleh”
(Mohandas Gandhi)*

“Allah Subhanahu Wata’ala memberikan cobaan untuk kita bukan untuk membuat kita lemah, tetapi Allah memberikan cobaan bagi hambanya yang shaleh”

*“Hidup akan terus berputar, tidak selamanya bahagia dan hidup tak selamanya bersedih. Setelah hujan badai akan ada pelangi yang indah”
By Herlina*

*“Jadilah manusia yang pada kelahiranmu semua orang tertawa bahagia, tetapi hanya kamu sendiri yang menagis dan pada kematianmu semua orang menangis sedih, tetapi hanya kamu yang tersenyum”
(Mahatma Gandhi)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Herlina Fitria Ningsih

NIM : 071910301065

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *"Analisis Perbandingan Keandalan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan Hidrograf Satuan Sintetik Limantara Pada Sub DAS Klopo Sawit Kabupaten Bondowoso"* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2011

Yang menyatakan

Herlina Fitria Ningsih

NIM. 071910301065

SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN KEANDALAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK NAKAYASU DENGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK LIMANTARA PADA SUB DAS KLOPO SAWIT KABUPATEN BONDOWOSO

Oleh

Herlina Fitria Ningsih

NIM 071910301065

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

Dosen Pembimbing II : Gusfan Halik, ST.,MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Perbandingan Keandalan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan Hidrograf Satuan Sintetik Limantara Pada Sub DAS Klopo Sawit Kabupaten Bondowoso” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Selasa

tanggal : 25 Oktober 2011

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Sri Wahyuni, ST.,MT.,PhD.
NIP. 19711209 199803 2 001

Dr. Ir. Entin Hidayah., M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Wiwik Yunarni, ST.,MT.
NIP. 19700613 199802 2 001

Gusfan Halik, ST.,MT.
NIP. 19710804 199803 1 002

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

ANALISIS PERBANDINGAN KEANDALAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK NAKAYASU DENGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK LIMANTARA PADA SUB DAS KLOPO SAWIT KABUPATEN BONDOWOSO; Herlina Fitria Ningsih; 071910301065; 2011; 100 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Konsep unit hidrograf diusulkan untuk memperkirakan hidrograf banjir di lokasi pengukuran pada daerah tangkapan sesuai dengan hyetograph curah hujan. Kurangnya data hidrologi memunculkan ide konsep hidrograf satuan sintetik (HSS). Sebagai contoh, HSS Nakayasu diciptakan di Jepang namun demikian hidrograf ini sudah biasa diaplikasikan di Indonesia karena dipandang sebagai HSS paling praktis. Sedangkan HSS Limantara diciptakan untuk wilayah Indonesia yang mempunyai karakteristik daerah aliran sungai (DAS) Indonesia. Karakteristik hidrologi di setiap daerah memiliki ciri khas yang berbeda-beda, sehingga tidak semua metode hidrograf satuan sintetik dapat digunakan untuk memecahkan masalah hidrologi di setiap DAS.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengeksplorasi konsep HSS Nakayasu dan Limantara untuk di aplikasikan di Sub Das Kelapa Sawit. Kesesuaian model untuk kedua HSS terhadap DAS dilakukan dengan mengkalibrasi nilai parameter T_p (waktu untuk mencapai puncak) dan Q_p (debit puncak) yang dibandingkan terhadap hidrograf satuan observasi (HSO) Collins. Keandalan dari kedua model tersebut dapat dievaluasi perbandingan nilai Nash antara hidrograf Nakayasu dan Limantara.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai debit puncak untuk HSO Collins sebesar $26,400 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ dengan waktu mencapai puncak pada jam ke 4, HSS Nakayasu debit puncak sebesar $26,316 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ dengan waktu puncak 4 jam. Sedangkan untuk HSS Limantara, debit puncaknya sebesar $14,154$ dengan waktu puncak sebesar 4 jam (diambil dari hasil terbagus pada $t_r = 0,9t_g$). Dari hasil

perhitungan nilai Nash untuk HSS Nakayasu sebesar 0,793, dan HSS Limantara sebesar 0,249.

SUMMARY

COMPARISON ANALYSIS OF RELIABILITY UNIT HIDROGRAF SYNTHETIC NAKAYASU WITH UNIT HIDROGRAF SYNTHETIC LIMANTARA IN SUB WATERSHED KLOPO SAWIT BONDOWOSO; Herlina Fitria Ningsih; 071910301065; 2011; 100 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The unit hydrograph concept is proposed for estimating the storm runoff hydrograph at the gauging site in a catchment corresponding to a rainfall hyetograph. The paucity of these hydrology data is sparking the idea of synthetic unit hydrograph (SUH) concept. For example, SUH Nakayasu was created in Japan but it is usually applied in Indonesia because it is seen as the most practical SUH. While SUH Limantara created for the region of Indonesia that has the characteristics of the watershed in Indonesia. Hydrological characteristics in each region has a characteristic that is different, so not all units hydrograph synthetic methods can be used to solve.

The purpose of this study is to explore the concept of SUH Nakayasu and Limantara to be applied in sub catchment Kelapa Sawit. Fitting models for both the SUH to the DAS is done by calibrating the parameter values T_p (time to reach the top) and Q_p (peak discharge) compared to the Collins observation unit hydrograph (OUH). The reliability of both models can be evaluated by comparison Nash value of Nakayasu with Limantara hydrograph.

Based on the calculation results is obtained a peak flow value for the Collins OUH of $26.400 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ with the peak time at 4, a peak flow for the Nakayasu SUH of $26.316 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ with the time peak at 4 hours, and a peak flow the Limantara SUH of 14.154 with the time peak at 4 hours (taken from a good results at

$tr = 0.9$ tg). The Nash value for the Nakayasu SUH is 0.793, and the Limantara SUH is 0.249.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Perbandingan Keandalan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan Hidrograf Satuan Limantara Pada Sub DAS Klopo Sawit Kabupaten Bondowoso*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Jojok Widodo, ST.,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. M. Farid Ma'ruf, ST.,MT.,PhD., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember
4. Dr. Ir. Entin Hidayah., M.UM., selaku Dosen Pembimbing I, Gusfan Halik, ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing II, dan Sri Wahyuni., ST.,MT.,PhD., selaku Dosen Penguji I, Wiwik Yunarni ST.,MT., selaku Dosen Penguji II;
5. Sri Wahyuni., ST.,MT.,PhD., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingannya kepada penulis;
6. Ayahanda Sumari dan Ibunda Karningsih tercinta terimakasih atas kasih sayang tiada henti dan pengobanannya, serta kakak-kakakku tersayang yang memberi dorongan dan semangat, serta seluruh keluargaku yang telah memberikan dorongan dan doa demi terselesaikannya skripsi ini;
7. Teman-teman Sipil seperjuangan seluruh angkatan terutama angkatan 2007 yang selalu kompak dan selalu menjaga kebersamaan saat dibangku perkuliahan, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SUMMARY	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Hidrologi.....	5
2.2 Daur Hidrologi.....	5
2.3 Presipitasi.....	6
2.4 Memproses Data Curah Hujan.....	7
2.4.1 Cara Tingg Rata-rata.....	8
2.4.2 Cara Poligon Thiessen.....	8
2.4.3 Cara Poligon Isohyet.....	9

2.5	Parameter-parameter Fisik Das yang Berpengaruh Terhadap Model.....	9
2.5.1	Luas DAS.....	11
2.5.2	Panjang Sungai Utama.....	11
2.5.3	Panjang sungai Diukur Sampai titik terdekat dengan Titik Berat DAS.....	11
2.5.4	Kemiringan Sungai.....	12
2.5.5	Koefisien aliran Permukaan	13
2.5.6	Koefisien Kekasaran.....	14
2.6	Limpasan.....	15
2.7	Pemisahan Komponen Aliran.....	16
2.8	Kehilangan Air.....	18
2.9	Hidrograf.....	19
2.10	Arah, Gerak, Sifat, Hujan dan Karakteristik DAS.....	21
2.11	Hidrograf Satuan.....	22
2.11.1	Konsep Dasar Hidrograf Satuan.....	22
2.12	Hidrograf Satuan Sintetis.....	23
2.12.1	Hidrograf satuan Sintetik Nakayasu.....	22
2.12.2	Hidrograf satuan Sintetik Limantara.....	25
2.13	Hidrograf satuan Pengamatan.....	27
2.13.1	Metode Collins.....	25
2.14	Evaluasi Model.....	30
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1	Kondisi Umum Wilayah Studi	32
3.1.1	Letak Geografis.....	32
3.1.1	Topografi.....	34
3.2	Metode Penelitian.....	35
3.2.1	Pengumpulan Data.....	35
3.2.2	Analisis Data.....	35

3.3	Flowchart Hidrograf Satuan Observasi Metode Collins.....	39
3.4	Flowchart Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	40
3.5	Flowchart Hidrograf Satuan Sintetik Limantara.....	41
3.6	Flowchart Penelitian.....	42
BAB 4.	PEMBAHASAN.....	44
4.1	Data Fisiografi Sub DAS Klopo Sawit	44
4.1.1	Perhitungan Kemiringan Sungai.....	44
4.1.2	Perhitungan Koefisien Aliran.....	44
4.1.3	Perhitungan Koefisien Kekasaran.....	45
4.2	Perhitungan Hidrograf Satuan Observasi Metode Collins.....	46
4.2.1	Pemilihan Data Debit.....	46
4.2.2	Analisis Hidrograf Muka Air Menjadi Hidrograf Debit Hujan Aliran.....	46
4.2.3	Analisis Hidrograf Debit Menjadi Hidrograf Limpasan Langsung.....	49
4.2.4	Analisis Curah Hujan Rata-rata Daerah.....	51
4.2.5	Perhitungan Indeks Infiltrasi.....	52
4.2.6	Perhitungan Hujan Efektif.....	52
4.2.7	Perhitugan Hidrograf Satuan Observasi Metode Collins.....	53
4.3	Analisis Hidrograf Satuan Sintetik	54
4.3.1	Perhitugan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	54
4.3.2	Perhitugan Hidrograf Satuan Sintetik Limantara.....	57
4.3.3	Analisis Keakuratan Model.....	60
4.4	Analisis Penyesuaian Nilai Model.....	66
4.4.1	Penyesuaian nilai ke- 1.....	66
4.4.2	Penyesuaian nilai ke- 2.....	77
4.4.3	Akumulasi Perhitungan Penyesuaian Nilai untuk tr	88
4.4.4	Perhitungan Penyesuaian Nilai untuk α	89
BAB 5.	PENUTUP	94

5.1 Kesimpulan..... 99

5.2 Saran..... 99

DAFTAR PUSTAKA..... 100

LAMPIRAN

A. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

B. Perhitungan Phi Indeks

C. Perhitungan Hidrograf Satuan Observasi Collins

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien Pengaliran.....	13
Tabel 2.2 Spesifikasi Teknik HS Limantara.....	26
Tabel 4.1 Data Fisik Sub DAS Klopo Sawit.....	45
Tabel 4.2 Perhitungan debit AWLR.....	47
Tabel 4.3 Perhitungan Limpasan Langsung (<i>Straight Line Method</i>).....	49
Tabel 4.4 Curah Hujan Rata-rata.....	51
Tabel 4.5 Perhitungan Hujan Efektif.....	52
Tabel 4.6 Perhitungan Hidrograf satuan Sintetik Nakayasu.....	54
Tabel 4.7 Batasan Kurva HSS Nakayasu.....	55
Tabel 4.8 Lengkung Kurva HSS Nakayasu.....	55
Tabel 4.9 Ordinat HSS Nakayasu Alpha = 1,5.....	56
Tabel 4.10 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Limantara.....	57
Tabel 4.11 Batasan Kurva HSS Limantara.....	58
Tabel 4.12 Lengkung Kurva HSS Limantara.....	58
Tabel 4.13 Ordinat HSS Limantara.....	58
Tabel 4.14 Perbandingan Nilai T_p , dan Q_p (dilihat dari Grafik).....	60
Tabel 4.15 Ordinat Hidrograf Gabungan.....	61
Tabel 4.16 Uji Keakuratan Metode Nash Untuk HSS Nakayasu.....	63
Tabel 4.17 Uji Keakuratan Metode Nash Untuk HSS Limantara.....	64
Tabel 4.18 Perhitungan HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	66
Tabel 4.19 Lengkung Kurva HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	67
Tabel 4.20 Ordinat HSS Nakayasu Alpha = 1,5 (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	67
Tabel 4.21 Perhitungan HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	69
Tabel 4.22 Lengkung Kurva HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	70
Tabel 4.23 Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>). 70	
Tabel 4.24 Perbandingan Nilai t_g , T_p , dan Q_p (dilihat dari Grafik).....	72

Tabel 4.25	Ordinat Hidrograf Gabungan (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	72
Tabel 4.26	Uji Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	74
Tabel 4.27	Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 1</i>).....	75
Tabel 4.28	Perhitungan HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	77
Tabel 4.29	Lengkung Kurva HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	78
Tabel 4.30	Ordinat HSS Nakayasu Alpha = 1,5 (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	78
Tabel 4.31	Tabel Perhitungan HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	80
Tabel 4.32	Lengkung Kurva HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	80
Tabel 4.33	Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>). ..	81
Tabel 4.34	Perbandingan Nilai tg, Tp, dan Qp (dilihat dari Grafik).....	82
Tabel 4.35	Ordinat Hidrograf Gabungan (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	83
Tabel 4.36	Uji Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	85
Tabel 4.37	Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	86
Tabel 4.38	Akumulasi Perhitungan Penyesuaian Nilai <i>tr</i>	88
Tabel 4.39	Akumulasi Perhitungan Penyesuaian Nilai untuk Koefisien Nash	89
Tabel 4.40	Perhitungan HSS Nakayasu ($\alpha = 1,4$).....	89
Tabel 4.41	Lengkung Kurva HSS Nakayasu ($\alpha = 1,4$)	90
Tabel 4.42	Ordinat HSS Nakayasu ($\alpha = 1,4$)	90
Tabel 4.43	Perbandingan Nilai tg, Tp, dan Qp ($\alpha = 1,4$).....	92
Tabel 4.44	Ordinat Hidrograf Gabungan HSS Nakayasu $\alpha = 1,5$ dan $\alpha = 1,4$	93
Tabel 4.45	Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Nakayasu ($\alpha = 1,5$).....	95
Tabel 4.46	Keandalan Model dengan Metode Nash untuk HSS Nakayasu ($\alpha = 1,4$).....	96

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	6
Gambar 2.2 Lengkung Intensitas.....	7
Gambar 2.3 Lengkung Massa.....	5
Gambar 2.4 Mengukur tinggi curah hujan dengan cara polygon Thiessen.....	6
Gambar 2.5 Cara Isohyet.....	10
Gambar 2.6 Beberapa cara pemisahan aliran dasar.....	18
Gambar 2.7 Bagian-bagian hidrograf.....	20
Gambar 2.8 Kurva Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	24
Gambar 3.1 Wilayah Sub DAS Kelapa Sawit.....	33
Gambar 3.2 Stasiun ARR Sub DAS Klopo Sawit.....	33
Gambar 3.3 Peta Tata Guna Lahan Sub DAS Klopo Sawit.....	34
Gambar 4.1 Grafik Hidrograf Pengamatan Pada AWLR Klopo Sawit.....	48
Gambar 4.2 Grafik Pemisahan Aliran Dasar <i>Straight Line Method</i>	49
Gambar 4.3 Hidrograf Limpasan Langsung Sub DAS Klopo Sawit.....	51
Gambar 4.4 Hidrograf Satuan Observasi Collins.....	53
Gambar 4.5 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	57
Gambar 4.6 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Limantara.....	60
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan HSO Collins dengan HSS Nakayasu dan HSS Limantara.....	62
Gambar 4.8 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (<i>Penyesuaian Nilai ke-1</i>).....	69
Gambar 4.9 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Limantara (<i>Penyesuaian Nilai ke-1</i>).....	71
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan HSO Collins dengan HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke-1</i>) dan HSS Limantara (<i>Penyesuaian Nilai ke-1</i>).....	73

Gambar 4.11 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke-2</i>).....	79
Gambar 4.12 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Limantara (<i>penyesuaian nilai ke-2</i>).....	82
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan HSO Collins dengan HSS Nakayasu (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>) dan HSS Limantara (<i>penyesuaian nilai ke- 2</i>).....	84
Gambar 4.14 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu ($\alpha = 1,4$).....	92
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan HSO Collins dengan HSS Nakayasu $\alpha = 1,5$ dan $\alpha = 1,4$	94