

TESIS
PENGENDALIAN BANJIR MENGGUNAKAN EMBUNG
(STUDI KASUS SUNGAI BENGARIS
KOTA MUARA TEWEH)

HADRIANOOR



MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR DAN RAWA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

TESIS
PENGENDALIAN BANJIR MENGGUNAKAN EMBUNG
(STUDI KASUS SUNGAI BENGARIS
KOTA MUARA TEWEH)

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh

HADRIANOOR

NIM 2220828310006



MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR DAN RAWA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

**Pengendalian Banjir Menggunakan Embung (Studi Kasus Sungai Bengaris
Kota Muara Teweh)**

Oleh

Hadrianoor (2220828310006)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 13 Juli 2024 dan
dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua/Penguji I

**Dr. Novitasari, S.T., M.T
NIP. 19751124 200501 2 005**

**Sekretaris/Penguji II/
Tim Tesis**

**Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.....
NIP. 19900306 202203 2 010**

Anggota 1/Penguji III

**Dr. Rony Riduan, S.T., M.T
NIP. 19761017 199903 1 003**

Pembimbing

**Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001**

Co. Pembimbing

**Dr. Eng. Maya Amalia, S.T., M. Eng.
NIP. 19820503 200501 2 001**

Banjarmasin, 22. IIII. 2024.....

Diketahui dan disahkan oleh :



**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

**Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001**

**Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Sipil,**

**Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M. Eng
NIP. 19790723 200501 2 005**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, Juli 2024
Yang Membuat Pernyataan,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'HADRIANOOR', written over a horizontal line.

HADRIANOOR
NIM. 2220828310006

ABSTRAK

Pengendalian Banjir menggunakan Embung (Studi Kasus Sungai Bengaris Kota Muara Teweh)

Hadrianoor
NIM 2220828310006

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
Dr. Eng. Maya Amalia, S.T., M.Eng

Sungai Bengaris merupakan sungai terpanjang yang melintasi dalam kota Muara Teweh yang ketika hujan dengan intensitas tinggi sungai bengaris meluap sehingga mengakibatkan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui kapasitas sungai bengaris dalam mengalirkan debit banjir rencana, merencanakan dimensi, jumlah, dan penempatan embung pada lokasi yang tersedia untuk mereduksi debit puncak banjir dan mengevaluasi efektivitas penerapan embung dalam mereduksi peristiwa banjir di sungai Bengaris untuk kala ulang 20 tahun pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II), STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) dan pada STA 6+049 (belakang Kantor BAPPEDALITBANG).

Pada Penelitian ini untuk menghitung hujan rencana menggunakan Metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Metode Log Pearson III, untuk menghitung distribusi curah hujan jam-jaman menggunakan Metode Mononobe dan untuk menghitung debit rencana kala ulang 20 tahun menggunakan metode Rasional, Derweduwen, Haspers, Melchior dan dengan metode Hidrograp Satuan Sintetik (HSS) Snyder-Alexejev, Snyder, Nakayasu dan metode Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) pada aplikasi HEC-HMS 4.10 sedangkan Permodelan HEC-RAS 6.0 untuk analisis hidrolika sungai dengan mode running steadyflow dan unsteadyflow.

Berdasarkan hasil penelitian, untuk mengendalikan banjir sungai Bengaris kala ulang 20 tahun pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II), STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) dan pada STA 6+049 (belakang Kantor BAPPEDALITBANG), dibutuhkan 2 (dua) buah Embung, yaitu pada STA 6+049 dan STA 4+435 dengan volume tampungan embung masing-masing sebesar 500 m³ dan 800 m³. Berdasarkan hasil permodelan dengan HEC RAS, terjadi penurunan luas penampang basah sungai pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II) yang sebelumnya 112,030 m² menjadi 5,29 m² atau turun 95,278 %, pada STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) yang sebelumnya 51,950 m² menjadi 6,49 m² atau turun 87,507 % serta pada STA 6+049 (belakang Kantor BAPPEDALITBANG) yang sebelumnya 91,710 m² menjadi 3,91 m² atau turun 95,737 %.

Kata kunci : banjir, kapasitas sungai, embung, reduksi banjir dan sungai Bengaris

ABSTRACT

Flood Control using Reservoirs (Case Study of the Bengaris River, Muara Teweh City)

Hadrianoor
NIM 2220828310006

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
Dr. Eng. Maya Amalia, S.T., M.Eng

The Bengaris River is the longest river that passes through Muara Teweh. Heavy rain causes the Bengaris River to overflow, resulting in flooding. The objective of this research is to assess the capacity of the Bengaris River, design retention basin, and evaluate design effectiveness over a 20-year discharge return period at STA 4+248 (Pararawen II Street), STA 5+689 (Ronggolawe Street), and STA 6+049 (behind the BAPPEDALITBANG Office).

This research purposes to calculate design rainfall using various distribution methods, including Normal, Normal Log, Gumbel, and Log Pearson III. Hourly rainfall intensity distribution using the Mononobe Method with 20-year return period. Civil Engineering software, HEC-HMS 4.10, designed discharge was calculated using several methods as Rational, Derweduwen, Haspers, Melchior, Snyder-Alexejev, Snyder, Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (HSS), and Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) methods. HEC-RAS 6.0 model was used for river hydraulic analysis in both steady flow and unsteady flow simulations models.

Two units are required to control water level of the Bengaris River at STA 4+248, STA 5+689, and STA 6+049 with the 20-year discharge return period, according to research findings. Reservoirs at STA 6+049 and STA 4+435 control storage quantities of 500 m³ and 800 m³, respectively. Simulation models showed a decrease in the wet cross-sectional area of the river at STA 4+248, from 112,030 m² to 5.29 and STA 5+689 decreased from 51,950 m² to 6.49 m² (87.507%), whereas STA 6+049 decreased from 91.710 m² to 3.91 m² (95.737%).

Key words: flood, river capacity, reservoir, flood reduction and Bengaris river

PRAKATA

Puji Syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Karunia Nya sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan.

Tesis yang penulis beri judul **“Pengendalian Banjir menggunakan Embung (Studi Kasus Sungai Bengaris Kota Muara Teweh)”** ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Magister Teknik Sipil di Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mahmud, ST., MT selaku pembimbing utama, atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran selama proses penyelesaian tesis ini.
2. Ibu Dr. Eng. Maya Amalia, S.T., M. Eng selaku Co. Pembimbing, atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran selama proses penyelesaian tesis ini.
3. Ibu Dr. Novitasari, S.T., M.T, Ibu Ade Yuniarti Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D, Bapak Dr. Rony Riduan, S.T., M.T, selaku dosen penguji atas koreksi masukan dan sarannya yang diberikan sejak seminar proposal tesis, seminar draft tesis dan disaat sidang tesis.
4. Ibuku, istriku tercinta Elviani, anak-anakku Najwa khairunnisa, Muhammad Alfatih, Aira Nabila Tanisha, dan Amira Nabila Tanisha serta saudara-sudaraku yang telah membantu, memberikan dorongan dan semangat sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan.
5. Rekan-rekan mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin angkatan tahun 2022 khususnya Bidang Manajemen dan Rekayasa Sumber Daya Air dan Rawa, rekan-rekan Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Barito Utara dan terkhusus Alhamdani Umar, ST., MS serta semua pihak yang telah banyak membantu selama proses penulisan tesis ini.

Mengingat keterbatasan yang ada, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan tesis ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, Juli 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'HADRIANOOR', written in a cursive style with a large initial 'H'.

HADRIANOOR

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sungai	4
2.2 Banjir	4
2.3 Analisa Hidrologi	5
2.3.1 Siklus Hidrologi.....	6
2.3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	7
2.3.3 Curah Hujan	9
2.3.4 Analisa Frekuensi Hujan.....	13
2.3.5 Penelusuran Aliran.....	19
2.3.6 Debit banjir Rencana.....	21
2.3.6.1 Metode Rasional	21
2.3.6.2 Metode <i>Derweduwen</i>	22

2.3.6.3	Metode <i>Haspers</i>	23
2.3.6.4	Metode Melchior.....	25
2.3.6.5	Metode HSS <i>Snyder-Alexejev</i>	27
2.3.6.6	Metode HSS <i>Snyder</i>	29
2.3.6.7	Metode HSS <i>Nakayasu</i>	29
2.3.7	Permodelan dengan HEC-HMS.....	32
2.4	Analisa Hidrolika.....	38
2.4.1	Umum.....	38
2.4.2	Permodelan dengan HEC-RAS.....	41
2.5	Pengendalian Banjir.....	46
2.5.1	Penelusuran Hidrograf Banjir Melalui Fasilitas Penahan Banjir.....	47
2.5.2	Penurunan Distribusi Probabilitas Laju Arus Keluar Puncak.....	49
2.5.3	Metode Pengendalian Banjir.....	50
2.5.3.1	Metode Struktur.....	51
2.5.3.1.1	Bangunan Pengendali Banjir.....	51
2.5.3.1.1.1	Bendungan / waduk.....	51
2.5.3.1.1.2	Kolam retensi/penampungan/ (retention basin).....	52
2.5.3.1.1.3	Pembuatan check dam (penangkap sedimen).....	53
2.5.3.1.1.4	Bangunan pengurang kemiringan sungai.....	54
2.5.3.1.1.5	Retarding basin.....	55
2.5.3.1.1.6	Pembuatan polder.....	55
2.5.3.1.2	Sistem Perbaikan dan Pengaturan Sungai.....	56
2.5.3.1.2.1	River Improvement.....	56
2.5.3.1.2.2	Tanggul.....	57
2.5.3.1.2.3	Sudetan (by pass/short cut).....	58
2.5.3.1.2.4	Floodway.....	59
2.5.3.1.2.5	Sistem drainase khusus.....	60
2.5.3.2	Metode Non Struktur.....	60
2.5.3.2.1	Pengelolaan DAS.....	60
2.5.3.2.2	Pengaturan tata guna lahan.....	62
2.5.3.2.3	Pengendalian erosi.....	63

2.5.3.2.4	Pengembangan dan pengaturan daerah banjir	64
2.5.3.2.5	Penanganan kondisi darurat	64
2.5.3.2.6	Peramalan dan sistem peringatan banjir	65
2.5.3.2.7	Asuransi	65
2.6	Perencanaan Pengendalian Banjir Dengan Embung.....	65
2.6.1	Tahap Perencanaan Daerah Embung	65
2.7	Penelitian-Penelitian Sebelumnya	68
BAB III	METODE PENELITIAN.....	69
3.1	Lokasi Penelitian.....	69
3.2	Kondisi Banjir Di Lokasi Penelitian	70
3.3	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	72
3.4	Tahapan Pengolahan Data.....	74
3.4.1	Pengolahan Data Hidrologi.....	74
3.4.2	Permodelan Banjir dengan HEC-HMS	74
3.4.3	Permodelan Banjir dengan HEC-RAS	75
3.5	Pembahasan dan Penarikan Kesimpulan	77
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1.	Analisa Hidrologi.....	78
4.1.1.	Data Curah Hujan	78
4.1.2.	Uji Konsistensi	80
4.1.3.	Uji Homogenitas.....	86
4.1.4.	Uji Outlier.....	88
4.1.5.	Uji Ketiadaan Trend	91
4.1.6.	Uji Stasioner	93
4.1.7.	Analisis Curah Hujan Rencana.....	96
4.1.7.1	Metode Distribusi Normal.....	97
4.1.7.2	Metode Distribusi <i>Log Normal</i>	99
4.1.7.3	Metode Distribusi <i>Gumble</i>	101
4.1.7.4	Metode Distribusi <i>Log Pearson III</i>	104
4.1.7.5	Uji Distribusi Probabilitas.....	108
4.1.7.5.1	Uji Chi-kuadrat (<i>chi - square</i>)	109

4.1.7.5.2 Uji <i>Smirnov-Kolmogorof</i>	116
4.1.8 Perhitungan Intensitas Hujan	126
4.1.9 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman	128
4.1.9.1 Pola Distribusi Hujan dengan Metode sebaran Hujan jam-jaman ..	128
4.1.9.2 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman dengan <i>Alternating Block Methode</i> (ABM).....	130
4.1.10 Curah Hujan Efektif.....	133
4.1.11 Analisa Debit banjir Rencana	140
4.1.11.1 Analisa Debit banjir Rencana Metode Rasional	140
4.1.11.2 Analisa Debit banjir Rencana Metode <i>Der Weduwen</i>	142
4.1.11.3 Analisa Debit banjir Rencana Metode <i>Haspers</i>	144
4.1.11.4 Analisa Debit banjir Rencana Metode <i>Melchior</i>	146
4.1.11.5 Analisa Debit banjir Rencana Metode HSS <i>Snyder-Alexejev</i>	150
4.1.11.6 Analisa Debit banjir Ranacangan Metode HSS <i>Snyder</i>	161
4.1.11.7 Analisa Debit banjir Ranacangan Metode HSS <i>Nakayasu</i>	166
4.1.11.8 Permodelan banjir dengan HEC-HMS.....	172
4.1.12. Analisa Hidrolika dengan Model HEC-RAS	190
4.1.12.1 Hasil Permodelan Kondisi Existing mode Steadyflow	192
4.1.12.2 Hasil Permodelan Kondisi Existing mode Unsteadyflow	197
4.1.12.3 Hasil Permodelan setelah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung mode Unsteadyf low.....	203
BAB V PENUTUP	210
5.1 Kesimpulan	210
5.2 Saran	210

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Perbandingan syarat Distribusi (Sumber Sri Harto (1993).....	15
Tabel II.2	Reduksi <i>Gauss</i> Metode Distribusi Normal	16
Tabel II.3	Hubungan <i>Reduced Mean (Yn)</i> dengan banyaknya data n (Sumber : Suripin, 2004).....	18
Tabel II.4	Hubungan <i>Reduced Standart Deviation (Sn)</i> dengan banyaknya data n (Sumber : Suripin, 2004).....	18
Tabel II.5	Persentasi $\beta 2$ untuk hujan selama kurang dari 24 jam pada Luas F terhadap hujan maksimum sehari Melchior (sumber : Subarkah, 1980)	26
Tabel II.6	Pendekatan angka Koefisien Pengaliran Dr. Kawakami (Sumber : Suyono Sosrodarsono, 2003)	32
Tabel II.7	Angka Kekasaran Manning (Sumber : Ersin Seyhan, 1990).....	40
Tabel II.8.	Penelitian-Penelitian Sebelumnya	68
Tabel IV. 1	Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun BMKG Beringin dan Stasiun No. 297 Dinas Pertanian Kab. Barito Utara dari tahun 1994 sd. 2023	79
Tabel IV. 2	Tabel Uji Konsistensi Stasiun BMKG Beringin dengan Metode Kurva Massa Ganda	81
Tabel IV. 3	Uji Konsistensi Stasiun BMKG Beringin dengan Metode RAPS	82
Tabel IV. 4	Uji Konsistensi Stasiun No. 297 Dinas Pertanian dengan Metode RAPS	84
Tabel IV. 5	Rekapitulasi Uji Konsistensi dengan Metode RAPS	85
Tabel IV. 6	Uji Homogenitas Stasiun BMKG Beringin Muara Teweh dan Stasiun No. 297 Dinas Pertanian dengan Metode Uji F	87
Tabel IV. 7	Rekapitulasi Uji Homogenitas dengan Uji F	88
Tabel IV. 8	Uji <i>Outlier</i> Stasiun BMKG Beringin Muara Teweh dengan Metode <i>Grubss and Beck</i>	90
Tabel IV. 9	Uji Ketiadaan Trend Stasiun BMKG Beringin dengan menggunakan koefisien korelasi peringkat dengan Metode <i>Spearman</i>	92
Tabel IV. 10	Uji Stasioner Stasiun BMKG Beringin Muara Teweh (Kelompok I) dengan Uji F	94
Tabel IV. 11	Uji Stasioner Stasiun BMKG Beringin Muara Teweh (Kelompok II) dengan Uji F	94
Tabel IV. 12	Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Normal (sumber : Hasil perhitungan).....	98
Tabel IV. 13	Parameter Statistik Metode Distribusi Normal (sumber : Hasil perhitungan).....	99

Tabel IV. 14 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi <i>Log Normal</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	100
Tabel IV. 15 Parameter Statistik Metode Distribusi <i>Log Normal</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	101
Tabel IV. 16 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi <i>Gumble</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	103
Tabel IV. 17 Parameter Statistik Metode Distribusi <i>Gumble</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	104
Tabel IV. 18 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi <i>Log Pearson III</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	106
Tabel IV. 19 Parameter Statistik Metode Distribusi <i>Log Pearson III</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	108
Tabel IV. 20 Rekapitulasi Perhitungan Distribusi Probabilitas dan Kejadian Hujan Tgl. 13-01-2024, Tgl. 09-02-2024 dan Tgl. 14-04-2024 (sumber : Hasil perhitungan)	108
Tabel IV. 21 Data Curah Hujan yang Diurutkan dari Besar ke Kecil (sumber : Hasil perhitungan).....	111
Tabel IV. 22 Curah Hujan Interval Kelas Distribusi Normal (sumber : Hasil perhitungan).....	113
Tabel IV. 23 Curah Hujan Interval Kelas Distribusi <i>Gumble</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	113
Tabel IV. 24 Curah Hujan Interval Kelas Distribusi <i>Log Normal</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	114
Tabel IV. 25 Curah Hujan Interval Kelas Distribusi <i>Log Pearson III</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	114
Tabel IV. 26 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal (sumber : Hasil perhitungan)	115
Tabel IV. 27 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi <i>Gumble</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	115
Tabel IV. 28 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi <i>Log Normal</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	115
Tabel IV. 29 Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi <i>Log Pearson III</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	116
Tabel IV. 30 Resume Uji Chi Kuadrat (sumber : Hasil perhitungan).....	116
Tabel IV. 31 Uji Smirnov Kolmogorof Probabilitas Distribusi Normal (Sumber : Hasil perhitungan).....	118
Tabel IV. 32 Uji <i>Smirnov Kolmogorof</i> Probabilitas Distribusi <i>Gumble</i> (Sumber : Hasil perhitungan).....	120
Tabel IV. 33 Uji <i>Smirnov Kolmogorof</i> Probabilitas Distribusi <i>Log Normal</i> (Sumber : Hasil perhitungan).....	122
Tabel IV. 34 Uji <i>Smirnov Kolmogorof</i> Probabilitas Distribusi <i>Log Pearson III</i> (Sumber : Hasil perhitungan).....	124

Tabel IV. 35 Resume Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i> (sumber : Hasil perhitungan).....	126
Tabel IV. 36 Intensitas Curah Hujan Rencana dengan Metode <i>Mononobe</i>	127
Tabel IV. 37 Distribusi Hujan Jam-jaman periode Ulang dengan metode sebaran hujan (sumber : hasil perhitungan).....	128
Tabel IV. 38 Distribusi Hujan Jam-Jaman Dengan Metode <i>Alternating Block Method</i> (ABM) Per Periode Ulang.....	131
Tabel IV. 39 Nilai Koefisien Pengaliran di DAS Bengaris berdasarkan Peta Penggunaan Lahan RDTR Kawasan Kota Muara Teweh Tahun 2022 – 2042 (sumber : hasil perhitungan)	136
Tabel IV. 40 Nilai Koefisien Pengaliran di DAS Bengaris berdasarkan Peta Tata Guna Lahan Propinsi Kalimantan Tengah Tahun 2019 (sumber : hasil perhitungan)	137
Tabel IV. 41 Nilai Koefisien Pengaliran di DAS Bengaris berdasarkan Peta Sentinel 2 Tahun 2022 (sumber : hasil perhitungan)	137
Tabel IV. 42 Nilai Koefisien Pengaliran di Sub DAS Bengaris berdasarkan Peta Tata Guna Lahan Propinsi Kalimantan Tengah Tahun 2019 Outlet Hulu/Hutan Kota (sumber : hasil perhitungan)	137
Tabel IV. 43 Distribusi sebaran curah hujan efektif jam-jaman periode ulang (sumber : hasil perhitungan).....	138
Tabel IV. 44 Distribusi sebaran curah hujan efektif jam-jaman periode ulang Outlet Hulu / Hutan Kota (sumber : hasil perhitungan).....	139
Tabel IV. 45 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Rasional (sumber : hasil perhitungan)	142
Tabel IV. 46 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Der Weduwen Outlet Muara Sei. Bengaris (sumber : hasil perhitungan).....	143
Tabel IV. 47 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Der Weduwen Outlet Hulu Sei. Bengaris/Hutan Kota (sumber : hasil perhitungan).....	144
Tabel IV. 48 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Haspers Outlet Muara Sei. Bengaris (sumber : hasil perhitungan).....	145
Tabel IV. 49 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Haspers Outlet Hulu Sei. Bengaris / hutan Kota (sumber : hasil perhitungan)	146
Tabel IV. 50 Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Melchior Outlet Muara Sei. Bengaris (sumber : hasil perhitungan).....	149
Tabel IV. 51 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Rasional, Der Weduwen, Haspers dan Melchior Outlet Muara Sei. Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	149
Tabel IV. 52 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Rasional, Der Weduwen dan Haspers Outlet Hulu Sei. Bengaris / Hutan Kota (sumber : hasil perhitungan)	150
Tabel IV. 53 Ordinasi Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder-Alexejev DAS Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	153

Tabel IV. 54 Perhitungan Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 20 Tahun Metode HSS Snyder-Alexejev (Sumber : Hasil Perhitungan).....	155
Tabel IV. 55 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang DAS Bengaris Metode HSS Snyder-Alexejev (Sumber : Hasil Perhitungan).....	157
Tabel IV. 56 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang Outle Hulu Sei. Bengaris/Hutan Kota Metode HSS Snyder-Alexejev (Sumber : Hasil Perhitungan).....	160
Tabel IV. 57 Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder DAS Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	163
Tabel IV. 58 Perhitungan Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 20 Tahun Metode HSS Snyder (Sumber : Hasil Perhitungan).....	164
Tabel IV. 59 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang DAS Bengaris Metode HSS Snyder (Sumber : Hasil Perhitungan).....	164
Tabel IV. 60 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang Outlet Hulu Sei. Bengaris/Hutan Kota Metode HSS Snyder (Sumber : Hasil Perhitungan).....	165
Tabel IV. 61 Ordinat Hidrograf HSS Nakayasu DAS Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	168
Tabel IV. 62 Koreksi Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu DAS Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	169
Tabel IV. 63 Perhitungan Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 20 Tahun Metode HSS Nakayasu (Sumber : Hasil Perhitungan)	170
Tabel IV. 64 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang DAS Bengaris Metode HSS Nakayasu (Sumber : Hasil Perhitungan)	171
Tabel IV. 65 Resume Hidrograf Debit Banjir Rancangan Tiap Kala Ulang Outlet Hulu Sei. Bengaris / Hutan Kota Metode HSS Nakayasu (Sumber : Hasil Perhitungan).....	172
Tabel IV. 66 Komponen Model HEC-HMS untuk analisis debit maksimum DAS Bengaris	173
Tabel IV. 67 Luas Sub DAS Bengaris (sumber : Hasil perhitungan menggunakan QGIS, 2024)	174
Tabel IV. 68 Nilai SCS-CN berdasarkan TR-55 deskripsi penggunaan lahan (sumber : USDA-SCS, 1986).....	174
Tabel IV. 69 Klasifikasi Hidrologi tanah berdasarkan tekstur tanah (Sumber : Wanielista, dkk, 1997)	175
Tabel IV. 70 Klasifikasi Hidrologi tanah berdasarkan tekstur tanah (Sumber : Wanielista, dkk, 1997)	175
Tabel IV. 71 Deskripsi Group Hidrologi tanah berdasarkan Nilai Pixel (Sumber : Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m), 2020)	176
Tabel IV. 72 Tata Guna Lahan DAS Bengaris (sumber : Hasil perhitungan menggunakan QGIS, 2024).....	177

Tabel IV. 73 Nilai CN Sub DAS Bengaris (sumber : Hasil perhitungan menggunakan QGIS, 2024)	180
Tabel IV. 74 Nilai CN untuk kondisi kering, sedang dan basah pada Sub DAS Bengaris (sumber : Hasil perhitungan, 2024)	183
Tabel IV. 75 Parameter Sub Basin DAS Bengaris (sumber : Hasil perhitungan, 2024)	184
Tabel IV. 76 Perhitungan Hidrograf Debit Banjir Rancangan DAS Bengaris Kala Ulang dengan HEC-HMS (Sumber : Hasil Perhitungan).....	186
Tabel IV. 77 Perhitungan Hidrograf Debit Banjir Rancangan Outlet Hulu Sei. Bengaris Kota Kala Ulang dengan HEC-HMS (Sumber : Hasil Perhitungan)	188
Tabel IV. 78 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) <i>Snyder-Alexejev, Snyder, Nakayasu</i> dan metode <i>Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN)</i> dengan HEC-HMS Outlet Muara Sei. Bengaris (sumber : hasil perhitungan)	189
Tabel IV. 79 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum periode ulang dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) <i>Snyder-Alexejev, Snyder, Nakayasu</i> dan metode <i>Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN)</i> dengan HEC-HMS Outlet Hulu Sei. Bengaris / Hutan Kota (sumber : hasil perhitungan)	190
Tabel IV. 80 Tinggi muka air banjir maksimum hasil permodelan dengan HEC RAS mode stedyflow untuk hujan aktual Tgl. 13 Januari 2024, Tgl. 09 Februari 2024 dan Tgl. 14 April 2024 (Sumber : Hasil Perhitungan).....	193
Tabel IV. 81 Tinggi muka air banjir maksimum hasil permodelan dengan HEC RAS mode unsteadyflow untuk hujan aktual Tgl. 13 Januari 2024, Tgl. 09 Februari 2024 dan Tgl. 14 April 2024 (Sumber : Hasil Perhitungan).....	198
Tabel IV. 82 Luas penampang basah hasil permodelan dengan HEC RAS kala ulang 20 tahun sebelum dan sesudah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung (Sumber : Hasil Perhitungan).....	206

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Skema Siklus Hidrologi (sumber : Syarifudin, 2017).....	7
Gambar II.2	Daerah Aliran Sungai (Sumber : Naharuddin, et al., 2018).....	8
Gambar II.3	DAS (a) Memanjang (b) Radial (c) Paralel (Sumber : Loebis, 1993) ..	8
Gambar II.4	Ilustrasi Rata-rata Aljabar (Soemarto, 1987)	10
Gambar II.5	Ilustrasi Poligon <i>Thiessen</i> (Soemarto, 1987)	11
Gambar II.6	Ilustrasi <i>Isohyet</i> dalam suatu DAS (Soemarto, 1987).....	12
Gambar II.7	<i>New Project</i> dari HEC-HMS.....	34
Gambar II.8	Jendela <i>Simulation Run</i>	35
Gambar II.9	Jendela <i>Compute</i> setelah <i>Simulation Run</i>	36
Gambar II.10	Tampilan <i>Run</i>	36
Gambar II.11	Tampilan Jendela <i>Result</i>	37
Gambar II.12	Tampilan Jendela <i>Options</i>	41
Gambar II.13	Tampilan Jendela <i>New Project</i>	42
Gambar II.14	Tampilan Jendela <i>Geometric Data</i>	42
Gambar II.15	Tampilan Jendela <i>Geometric Data</i> dengan <i>Background</i>	43
Gambar II.16	Tampilan Jendela <i>Geometric Data</i> Menu <i>River Reach</i>	43
Gambar II.17	Tampilan Jendela <i>Cross Section</i>	44
Gambar II.18	Tampilan Jendela <i>Geometric Data</i>	44
Gambar II.19	Tampilan Jendela <i>Unsteady Flow Data</i>	45
Gambar II.20	Tampilan Jendela <i>Unsteady Flow Location</i>	46
Gambar II.21	Penelusuran hidrograf banjir melalui pasilitas penahan banjir (Sumber : Guo dan Adams, 1999).....	49
Gambar II.22	Metode Pengendalian Banjir (Sumber : Arsyad, 2017)	51
Gambar II.23	Bendung / Waduk (Sumber : Arsyad, 2017).....	52
Gambar II.24	Konsep Kolam Penampungan Banjir (Sumber : Arsyad, 2017)	53
Gambar II.25	<i>Checkdam</i> (Sumber : Arsyad, 2017)	54
Gambar II.26	<i>Drop structure</i> (Sumber : Arsyad, 2017)	54
Gambar II.27	<i>Groundsill</i> (Sumber : Arsyad, 2017).....	55
Gambar II.28	<i>Retarding Basin</i> (Sumber : Arsyad, 2017).....	55
Gambar II.29	Polder depan Stasiun Tawang Semarang (Sumber : Arsyad, 2017)	56
Gambar II.30	Manfaat lain polder untuk wisata (Sumber : Arsyad, 2017)	56
Gambar II.31	a). Tanggul buatan bahan dari tanah b). Tanggul sungai (alami) c). Tanggul sungai yang diperkuat (Sumber : Arsyad, 2017)	57
Gambar II.32	a). bagian palung sungai yang perlu (bisa dibangun) tanggul.....	58

Gambar II.33	Hidrograf sungai sebelum dan sesudah Shortcut (sudetan) (Sumber : Arsyad, 2017).....	59
Gambar II.34	Contoh lingkungan DAS yang baik dan yang buruk	62
Gambar II.35	Sempadan yang baik dan yang buruk (Sumber : Arsyad, 2017).....	62
Gambar II.36	Beberapa cara pengendalian erosi (Sumber : Arsyad, 2017)	63
Gambar II.37	Tipe Embung disamping badan sungai	65
Gambar II.38	Tipe Embung didalam badan sungai	66
Gambar II.39	Embung tipe storage memanjang	67
Gambar III.1.	Peta Lokasi Penelitian (Sumber : DPUPR Kab. Barito Utara, 2018)	69
Gambar III.2	Peta DAS Bengaris sub DAS Barito (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2023).....	70
Gambar III.3.	Kejadian Banjir Jalan Ronggolawe (Sumber : Data Sendiri, 2021).....	71
Gambar III.4.	Kejadian Banjir Jalan Angah (Sumber : Data Sendiri, 2021)	71
Gambar III.5.	Bagan Alir Penelitian (Sumber : Data Sendiri, 2023).....	73
Gambar III.6	Skema Bagan Alir Analisis Model HEC – HMS	75
Gambar III.7	Skema Bagan Alir Analisis Model HEC – RAS.....	76
Gambar IV. 1	Grafik Curah Hujan Harian Maksimum stasiun BMKG Beringin Muara Teweh dan stasiun No. 297 Dinas Pertanian Kab. Barito Utara.....	78
Gambar IV. 2	Grafik Uji Konsistensi Stasiun Hujan BMKG Beringin Muara Teweh dengan Metode Kurva Massa Ganda	81
Gambar IV. 3	Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Hujan Rencana terhadap waktu	127
Gambar IV. 4	Grafik Distribusi Hujan Jam-jaman dengan Metode <i>Alternating Block Method</i> (ABM) Per Periode Ulang	133
Gambar IV. 5	Peta Penggunaan Lahan di DAS Bengaris berdasarkan RDTR Kawasan Perkotaan Muara Teweh tahun 2022 - 2042 (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024).....	134
Gambar IV. 6	Peta Penggunaan Lahan di DAS Bengaris berdasarkan Peta Sentinel 2 tahun 2022 (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024)	135
Gambar IV. 7	Peta Kemiringan Lahan di DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024).....	135
Gambar IV. 8	Penggambaran ellips DAS Bengaris Metode Melchior (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	147
Gambar IV. 9	Peta Titik Berat DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024).....	151
Gambar IV. 10	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder – Alexejev DAS Bengaris (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	155

Gambar IV. 11 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder – Alexejev DAS Bengaris Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	159
Gambar IV. 12 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder – Alexejev Sei. Bengaris Outlet Hulu Kota Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	160
Gambar IV. 13 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder DAS Bengaris (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	163
Gambar IV. 14 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder DAS Bengaris Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	165
Gambar IV. 15 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder outlet Hulu Sei. Bengaris / Hutan Kota Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	166
Gambar IV. 16 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu DAS Bengaris (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	169
Gambar IV. 17 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu DAS Bengaris Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	171
Gambar IV. 18 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder Outlet Hulu Sei. Bengaris Tiap Kala Ulang (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	172
Gambar IV. 19 Peta Sub DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan HEC-HMS, 2024)	173
Gambar IV. 20 Peta tata Guna Lahan pada DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024).....	177
Gambar IV. 21 Peta Kelompok Hidrologi Tanah pada DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024)	178
Gambar IV. 22 Peta Sebaran Curve Number pada DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024)	178
Gambar IV. 23 Peta Curve Number tiap sub DAS Bengaris (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024)	179
Gambar IV. 24 Grafik Hidrograf Banjir DAS Bengaris Tiap Kala Ulang dengan HEC-HMS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	186
Gambar IV. 25 Peta Sub DAS Hulu Bengaris / Hutan Kota (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024)	187
Gambar IV. 26 Grafik Hidrograf Banjir Sei. Bengaris Outlet Hulu/Hutan Kota Tiap Kala Ulang dengan HEC-HMS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	188
Gambar IV. 27 Skematis kondisi sungai bengaris dengan HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	191
Gambar IV. 28 Geometric sungai bengaris pada STA 0+995 (Upstream) dengan HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	191
Gambar IV. 29 Geometric sungai bengaris pada STA 10+335 (Downstream) dengan HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	192

Gambar IV. 30 Long Section atau Potongan memanjang sungai bengaris dari STA 0+995 (Upstream) sd. STA 10+335 (Downstream) dengan HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	192
Gambar IV. 31 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode steady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	195
Gambar IV. 32 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode steady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	195
Gambar IV. 33 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode steady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 6+049 (Belakang Kantor BAPPEDALITBANG) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	196
Gambar IV. 34 Potongan Memanjang hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing Hujan Tanggal 14 April 2024 mode steady flow data (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	196
Gambar IV. 35 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode unsteady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	201
Gambar IV. 36 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode unsteady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	201
Gambar IV. 37 Hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing mode unsteady flow data hujan tanggal 14 April 2024 pada STA 6+049 (Belakang Kantor BAPPEDALITBANG) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	202
Gambar IV. 38 Potongan Memanjang hasil permodelan HEC-RAS banjir sungai bengaris kondisi existing Hujan Tanggal 14 April 2024 mode unsteady flow data (Sumber : Hasil perhitungan, 2024).....	202
Gambar IV. 39 Peta Lokasi Embung (Sumber : Hasil analisis menggunakan QGIS, 2024))	204
Gambar IV. 40 Skematis kondisi sungai bengaris setelah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung analis HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	205
Gambar IV. 41 Hasil permodelan Banjir sungai bengaris kala ulang 20 Tahun kondisi sebelum dan sesudah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung pada STA 4+248 (Jalan Pararawen II) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	207
Gambar IV. 42 Hasil permodelan Banjir sungai bengaris kala ulang 20 Tahun kondisi sebelum dan sesudah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung pada STA 5+689 (Jalan Ronggolawe) (Sumber : Hasil perhitungan, 2024)	208
Gambar IV. 43 Hasil permodelan Banjir sungai bengaris kala ulang 20 Tahun kondisi sebelum dan sesudah diberi skenario pengendalian banjir dengan embung	

pada STA 6+049 (Belakang Kantor BAPPEDALITBANG)
(Sumber : Hasil perhitungan, 2024) 208
Gambar IV. 44 Hasil permodelan Banjir sungai bengaris kala ulang 20 tahun kondisi
sebelum dan sesudah diberi pengendali banjir dengan embung Potongan Memanjang
dengan HEC-RAS (Sumber : Hasil perhitungan, 2024) 209
Gambar IV. 45 Grafik luas penampang basah hasil permodelan dengan HEC RAS
kala ulang 20 tahun sebelum dan sesudah diberi skenario pengendalian banjir dengan
embung (Sumber : Hasil perhitungan, 2024) 207

DAFTAR PERSAMAAN

Pers. (II. 1) Perhitungan Curah Hujan rata-rata aljabar	10
Pers. (II. 2) Perhitungan Curah Hujan Metode poligon <i>Thiessen</i>	11
Pers. (II. 3) Perhitungan Curah Hujan Metode <i>Isohyet</i>	12
Pers. (II. 4) Perhitungan Frekuensi Curah Hujan kala ulang	13
Pers. (II. 5) Parameter statistik Nilai Rerata	13
Pers. (II. 6) Standar deviasi atau simpangan baku	14
Pers. (II. 7) Koefisien variasi	14
Pers. (II. 8) Koefisien kemencengan	14
Pers. (II. 9) Koefisien kurtosis	14
Pers. (II. 10) Distribusi log normal	16
Pers. (II. 11) Distribusi log normal	16
Pers. (II. 12) Distribusi log normal	16
Pers. (II. 13) Standar deviasi distribusi loh normal.....	17
Pers. (II. 14) Distribusi log normal	17
Pers. (II. 15) Distribusi log normal	17
Pers. (II. 16) Distribusi log Perason III.....	19
Pers. (II. 17) Distribusi log Perason III.....	19
Pers. (II. 18) Distribusi log Perason III.....	19
Pers. (II. 19) Standar deviasi Distribusi log Perason III	19
Pers. (II. 20) Metode Muskingum.....	20
Pers. (II. 21) Pendekatan kontinuitas	20
Pers. (II. 22) Pendekatan kontinuitas	20
Pers. (II. 23) Pendekatan kontinuitas	20
Pers. (II. 24) Debit banjir maksimum Metode Rasional	21
Pers. (II. 25) Metode Mononobe	22
Pers. (II. 26) Waktu konsentrasi Kirpich	22
Pers. (II. 27) Debit banjir maksimum Metode Der Weduwen	22
Pers. (II. 28) Koefisien Pengaliran Metode Der Weduwen	23
Pers. (II. 29) Angka Reduksi (β) Metode Der Weduwen.....	23
Pers. (II. 30) Lama Hujan Metode Der Weduwen	23
Pers. (II. 31) Intensitas Hujan Metode Der Weduwen.....	23
Pers. (II. 32) Debit maksimum periode ulang daerah pengaliran diluar jakarta	23
Pers. (II. 33) Debit banjir maksimum Metode Haspers	23
Pers. (II. 34) Koefisien Pengaliran Metode Haspers.....	24
Pers. (II. 35) Angka reduksi (β) Metode Haspers	24
Pers. (II. 36) Waktu konsentrasi Metode Haspers.....	24
Pers. (II. 37) Besarnya curah hujan (R) untuk $t < 24$ jam	24

Pers. (II. 38) Besarnya curah hujan (R) untuk 2 jam < t < 19 jam.....	24
Pers. (II. 39) Besarnya curah hujan (R) untuk 19 jam < t < 30 hari.....	24
Pers. (II. 40) Besarnya curah hujan (R) dalam m ³ /dtk/Km ²	24
Pers. (II. 41) Debit banjir maksimum Metode Melchior.....	25
Pers. (II. 42) Koefisien reduksi (β) Metode Melchior.....	25
Pers. (II. 43) Nilai β_1 untuk luas elips yang mengelilingi DAS Metode Melchior...	25
Pers. (II. 44) Luas elips yang mengelilingi DAS Metode Melchior	26
Pers. (II. 45) Curah hujan terpusat maksimum (R) Metode Melchior	26
Pers. (II. 46) Waktu konsentrasi (t_c) Metode Melchior.....	26
Pers. (II. 47) Kecepatan rata-rata aliran Metode Melchior	26
Pers. (II. 48) Besar aliran dasar (base flow).....	27
Pers. (II. 49) Kerapatan jaringan sungai.....	27
Pers. (II. 50) Time lag (t_p) Metode Snyder-Alexejev	28
Pers. (II. 51) Hujan efektif (t_e) Metode Snyder-Alexejev	28
Pers. (II. 52) Debit maksimum Hidrograf Satuan (Qp) Metode Snyder-Alexejev	28
Pers. (II. 53) Debit maksimum Hidrograf Satuan (Qp) Metode Snyder-Alexejev	28
Pers. (II. 54) Perhitungan absis (nilai x)	28
Pers. (II. 55) Perhitungan koefisien l	28
Pers. (II. 56) Perhitungan besarnya Qt Metode Snyder-Alexejev.....	28
Pers. (II. 57) Time lag (t_p) Metode Snyder.....	29
Pers. (II. 58) Durasi hujan (t_r) Metode Snyder.....	29
Pers. (II. 59) Debit puncak Hidrograf Satuan (q_p) Metode Snyder	29
Pers. (II. 60) Nilai basin lag untuk HSS Snyder	29
Pers. (II. 61) Debit puncak HSS Snyder	29
Pers. (II. 62) Base time HSS Snyder.....	29
Pers. (II. 63) Hidrograf W Metode Snyder	29
Pers. (II. 64) Waktu konsentrasi Hujan (Tg) untuk L<15 Km Metode Nakayasu	29
Pers. (II. 65) Waktu konsentrasi Hujan (Tg) untuk L>15 Km Metode Nakayasu	30
Pers. (II. 66) Waktu Puncak (TP) Metode Nakayasu.....	30
Pers. (II. 67) Waktu Puncak (TP) Metode Nakayasu.....	30
Pers. (II. 68) Debit puncak ($T_{0,3}$) Metode Nakayasu.....	30
Pers. (II. 69) Debit puncak Hidrograf satuan (Qp) Metode Nakayasu.....	30
Pers. (II. 70) Sebaran hujan jam-jaman Mononobe	31
Pers. (II. 71) Sebaran hujan jam-jaman Mononobe	31
Pers. (II. 72) Koefisien pengaliran Dr. Kawakami.....	31
Pers. (II. 73) Distribusi curah hujan tiap jam	32
Pers. (II. 74) Time lag	38
Pers. (II. 75) Retensi potensial maksimum air oleh tanah.....	38
Pers. (II. 76) Hubungan antara debit, kecepatan dan dimensi.....	39
Pers. (II. 77) Kecepatan aliran Manning	40
Pers. (II. 78) Jari-jari hidrolis.....	40

Pers. (II. 79) Hubungan aliran masuk dan keluar dalam fasilitas penahan banjir	48
Pers. (II. 80) Hubungan aliran masuk dan keluar dalam fasilitas penahan banjir.....	49
Pers. (II. 81) Volume limpasan dari daerah tangkapan air perkotaan.....	49
Pers. (II. 82) Laju aliran keluar puncak dari fasilitas penahanan banjir	50
Pers. (IV. 1) Uji F Homogenitas	86
Pers. (IV. 2) Uji F Homogenitas	86
Pers. (IV. 3) Uji F Homogenitas	86
Pers. (IV. 4) Ambang Batas atas Uji Grubbs and Beck	88
Pers. (IV. 5) Ambang Batas bawah Uji Grubbs and Beck.....	88
Pers. (IV. 6) Koefisien korelasi peringkat metode Spearman.....	91
Pers. (IV. 7) Nilai distribusi pada derajat kebebasan untuk kepercayaan tertentu.....	91
Pers. (IV. 8) Uji t kestabilan nilai rata-rata	95
Pers. (IV. 9) Uji t kestabilan nilai rata-rata	95
Pers. (IV. 10) Perhitungan curah hujan rencana Distribusi Normal	97
Pers. (IV. 11) Standar deviasi Distribusi Normal	97
Pers. (IV. 12) Perhitungan curah hujan rencana Distribusi Gumble.....	99
Pers. (IV. 13) Standar deviasi Distribusi Gumble.....	102
Pers. (IV. 14) Perhitungan curah hujan rencana Distribusi Log Pearson III.....	102
Pers. (IV. 15) Standar deviasi Distribusi Log Pearson III.....	105
Pers. (IV. 16) Perhitungan Uji Chi-Kuadrat	109
Pers. (IV. 17) Perhitungan Uji Chi-Kuadrat	110
Pers. (IV. 18) Intensitas Hujan metode Mononobe.....	126
Pers. (IV. 19) Distribusi hujan jam-jaman dengan metode sebaran hujan.....	128
Pers. (IV. 20) Rumus curah hujan efektif	133
Pers. (IV. 21) Koefisien aliran	133
Pers. (IV. 22) Harga Koefisien Pengaliran.....	135
Pers. (IV. 23) Rumus CN Komposit	179
Pers. (IV. 24) Rumus CN kondisi kering	183
Pers. (IV. 25) Rumus CN kondisi basah	183