

**TESIS**  
**ANALISA PENYEBAB BANJIR DI LAPANGAN**  
**MINYAK DURI, KECAMATAN MANDAU,**  
**KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

**LUTHFI FATHANI, ST**



**MANAJEMEN DAN REKAYASA SUMBERDAYA AIR**  
**DAN RAWA**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**2023**

**TESIS**  
**ANALISA PENYEBAB BANJIR DI LAPANGAN**  
**MINYAK DURI, KECAMATAN MANDAU,**  
**KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

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

**Oleh**  
**LUTHFI FATHANI, ST**  
**2020828310022**



**MANAJEMEN DAN REKAYASA SUMBERDAYA AIR**  
**DAN RAWA**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**2023**




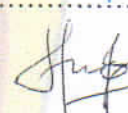

## LEMBAR PENGESAHAN

### TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

**Analisa Penyebab Banjir di Lapangan Minyak Duri, Kecamatan Mandau, Kabupaten  
Bengkalis, Provinsi Riau**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 01 Juli 2023 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji	:		
Ketua	:	<u>Dr. MAHMUD, S.T., M.T.</u>	
/ Penguji I	:	NIP 19740107 199802 1 001	.....
Sekretaris	:	<u>ADE YUNIATI PRATIWI, S.T., M.Sc. Ph.D</u>	
/ Penguji II	:	NIP 19900306 202203 2 010	.....
Anggota I	:	<u>Dr. Eng. MAYA AMALIA, S.T., M.Eng.</u>	
/ Penguji III	:	NIP 19820503 200501 2 001	.....
Anggota II	:	<u>Ir. ULFA FITRIANI, S.T., M.Eng, IPM</u>	
/ Penguji IV	:	NIP 19810922 200501 2 003	.....
Pembimbing	:	<u>Dr. NOVITASARI, S.T., M.T.</u>	
	:	NIP 19751124 200501 2 005	.....

Banjarmasin, 01 Juli 2023

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Program Akademik,  
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program  
Studi S-2 Teknik Sipil,



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

Dr. Eng. Ir. Irfan Prasetya, S.T., M.T  
NIP. 19851026 200812 1 001

## 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.

Duri, 01 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Luthfi Fathani, ST

2020828310022

## ABSTRAK

# ANALISA PENYEBAB BANJIR DI LAPANGAN MINYAK DURI, KECAMATAN MANDAU, KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU

Luthfi Fathani, ST

2020828310022

Dr. Novitasari, S.T., M.T

Lapangan Minyak Duri merupakan salah satu lapangan minyak primer dan terbesar yang dikelola oleh PT. Pertamina Hulu Rokan di Provinsi Riau. Kondisi hidro topografi berada di wilayah cekungan yang dikelilingi oleh punggung bukit dan menjadi kawasan resapan air dengan tipologi rawa. Lapangan Minyak Duri dikembangkan untuk pengeboran produksi minyak puluhan ribu barel minyak per hari dengan sistem injeksi uap (*steam flood*). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penyebab banjir di Lapangan Minyak Duri dimana banjir di sini menyebabkan kehilangan kesempatan produksi (*loss production opportunity*) ratusan hingga ribuan barel per hari. Luas area penelitian yaitu 150 km<sup>2</sup> dimana area merupakan sumber limpasan ke kanal utama. Metode analisis penyebab banjir di Lapangan Minyak Duri menggunakan metode *unsteady flow*.

Data curah hujan dikumpulkan adalah 16 tahun. Analisis penyebab banjir menggunakan perhitungan debit hidrograf banjir metode HSS Nakayasu Q<sub>2</sub> hingga Q<sub>50</sub>, dan simulasi pemodelan software HEC-RAS. Berdasarkan data curah hujan selama 16 tahun, metode yang digunakan untuk hujan rancangan yaitu distribusi Gumbel. Berdasarkan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov dengan periode 2th = 85,595 mm, 5th = 104,724 mm, 10th = 117,389 mm, 25th = 133,391 mm, 50th = 145,263 mm. Berdasarkan hasil uji Lab sampel tanah di beberapa lokasi Lapangan Minyak Duri, memiliki nilai permeabilitas 10<sup>-7</sup> sampai 10<sup>-2</sup> atau *medium to poor impervious drainage*. Kemudian pemilihan metode hidrograf banjir menggunakan hidrograf satuan sintesis Nakayasu dimana debit maksimal periode ulang Q<sub>2</sub> = 186,017 m<sup>3</sup>/detik, Q<sub>5</sub> = 221.936 m<sup>3</sup>/detik, Q<sub>10</sub> = 243,48 m<sup>3</sup>/detik, Q<sub>25</sub> = 266,472 m<sup>3</sup>/detik, dan Q<sub>50</sub> = 286,38 m<sup>3</sup>/detik. Nilai erosi ditotalkan setiap bulan sebesar 6,98 ton/ha/tahun. Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS *unsteady flow* diketahui bahwa kondisi eksisting saluran kanal primer terjadi banjir baik pada kala ulang 2 hingga 50 tahun. Pengembalian fungsi kanal primer dapat dilakukan dengan melakukan penyesuaian dimensi kanal primer. Penyesuaian desain kanal primer dikarenakan kanal primer eksisting tidak kuat menampung debit hujan. Penyesuaian dimensi yang disarankan berbentuk trapesium dengan lebar bawah tanggul kiri-kanan 15 m, lebar atas kanal 27 m, lebar bawah kanal 15 m, serta kemiringan talud 1:1,5.

Kata Kunci: Pengendalian Banjir, Hidrologi, Hidraulika, Lapangan Minyak Duri, Riau

## **ABSTRACT**

# **ANALYSIS OF THE CAUSES OF FLOOD IN DURI OIL FIELD IN MANDAU DISTRICT, BENGKALIS REGENCY, RIAU PROVINCE**

**Luthfi Fathani, ST**

**2020828310022**

**Dr. Novitasari, S.T., M.T.**

Lapangan Minyak Duri is one of the largest and primary oil fields managed by PT. Pertamina Hulu Rokan in Riau Province. The hydro topographic condition is in a basin area surrounded by ridges and becomes a water catchment area with a swamp typology. Lapangan Minyak Duri was developed for drilling oil production of tens of thousands of barrels of oil per day with a steam flood system. This study aims to analyze the causes of flooding in Lapangan Minyak Duri where the flooding here causes a loss of production opportunity of hundreds to thousands of barrels per day. The area of the research area is 150 km<sup>2</sup> where the area is a source of runoff to the main canal. The method for analyzing the causes of flooding in Lapangan Minyak Duri uses the unsteady flow method.

Precipitation data collected is 16 years. Analysis of the causes of flooding using the calculation of flood discharge hydrograph HSS Nakayasu  $Q_2$  to  $Q_{50}$  method, and HEC-RAS software modeling simulation. Based on rainfall data for 16 years, the method used for design rain is the Gumbel distribution. Based on the Chi-Square test and Smirnov Kolmogorov test with periods 2th = 85.595 mm, 5th = 104.724 mm, 10th = 117,389 mm, 25th = 133,391 mm, 50th = 145.263 mm. Based on the results of laboratory tests on soil samples at several locations in Lapangan Minyak Duri, it has a permeability value of  $10^{-7}$  to  $10^{-2}$  or medium to poor impervious drainage. Then the selection of the flood hydrograph method using the Nakayasu synthetic unit hydrograph where the maximum discharge return period  $Q_2 = 186,017 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_5 = 221,936 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_{10} = 243,48 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_{25} = 266,472 \text{ m}^3/\text{second}$ , and  $Q_{50} = 286,38 \text{ m}^3/\text{sec}$ . The total erosion value every month is 6.98 tons/ha/year. Based on the HEC-RAS unsteady flow simulation results, it is known that the existing condition of the primary canal floods both at a return period of 2 to 50 years. The restoration of the function of the primary canal can be done by adjusting the dimensions of the primary canal. The adjustment of the primary canal design is due to the fact that the existing primary canal is not strong enough to accommodate rain discharge. The recommended dimension adjustment is in the form of a trapezoid with a bottom width of the left-right embankments of 15 m, a width of the top of the canal of 27 m, a width of the bottom of the canal of 15 m, and a slope of 1:1.5 talud

Keyword: Lapangan Minyak Duri, Flood, GIS, Hydrology, Hydraulic, Flood Control

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Tuhan semesta alam, sholawat serta salam semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, berserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan Tesis ini dibuat sebagai salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Magister pada Program Studi Magister Manajemen dan Rekayasa Sumberdaya Air dan Rawa, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat.

Pada penulisan Tesis ini penulis banyak sekali mendapatkan masukan, bimbingan, petunjuk, dan dukungan dari berbagai pihak. Secara khusus penulis menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Eng. Maya Amalia, S.T., M. Eng. selaku ketua/penguji I seminar .
2. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D selaku penguji II/seminar .
3. Dr. Mahmud, S.T., M.T. selaku anggota I/penguji III seminar .
4. Ir. Ulfa Fitriani, S.T., M.Eng. IPM Selaku anggota II/penguji IV seminar .
5. Dr. Novitasari, S.T., M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan sabar dan meluangkan banyak waktunya membimbing penulis saat penulisan Tesis.
6. Seluruh Dosen dan Staff MSRAR Universitas Lambung Mangkurat.
7. Orang tua tercinta yang memberikan dukungan, dan do'a serta kasih sayang yang tulus tiada henti.
8. Istri tercinta yang selalu paham dengan situasi genting, memperingatkan terhadap penyelesaian waktu tesis, memberikan waktu dan motivasi, do'a serta kasih sayang yang tulus.
9. Teman-temanku Mahasiswa MSRAR Angkatan 2020 atas dukungan dan kerjasamanya.

Banjarmasin, 1 Juli 2023

Luthfi Fathani, ST

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sistem Pengendalian Banjir Eksisting .....	5
2.2 Teknik Analisis Data.....	10
2.2.1 Hidrologi .....	10
2.2.2 Erosi .....	22
2.2.3 Hidraulika.....	25
2.2.4 Pemodelan Banjir .....	28
2.3 Kondisi Umum Lapangan Minyak Duri .....	30
2.4 Kondisi Lingkungan di Sekitar Lapangan Minyak Duri.....	35
2.5 Kondisi Lahan di Lapangan Minyak Duri .....	39
2.5.1 Tingkat Infiltrasi Lahan.....	39
2.5.2 Sifat Mekanis Tanah .....	40
2.5.3 Klasifikasi Tanah .....	41



2.6	Penelitian Terdahulu .....	41
BAB III METODE PENELITIAN.....		42
3.1	Objek dan Lokasi Penelitian .....	42
3.2	Peralatan Penelitian.....	42
3.3	Kerangka Pelaksanaan Penelitian .....	43
3.3.1	Studi Pustaka.....	43
3.3.2	Pengumpulan Data Sekunder .....	43
3.3.3	Perhitungan .....	44
3.3.4	Simulasi Pemodelan .....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Hasil .....	51
4.1.1	Perhitungan Hidrologi.....	51
4.1.2	Perhitungan Sedimentasi .....	72
4.1.3	Kondisi Geoteknik Lahan di Lapangan Minyak Duri.....	74
4.1.3.1	Tingkat Infiltrasi Lahan.....	75
4.1.3.2	Karakteristik Sifat Fisik Tanah .....	77
4.1.3.3	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah.....	80
4.1.3.4	Analisis Klasifikasi Tanah .....	80
4.1.4	Simulasi Debit Banjir Eksisting pada Kanal Primer .....	81
4.2	Pembahasan.....	87
4.2.1	Penyesuaian Dimensi Kanal Primer.....	87
4.2.2	Pemeliharaan dan Pembersihan Saluran Kanal Secara Rutin .....	91
BAB V PENUTUP.....		93
5.1	Kesimpulan .....	93
5.2	Saran .....	94
DAFTAR RUJUKAN .....		95
LAMPIRAN .....		97

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Panjang Jaringan Kanal di Lapangan Minyak Duri .....	9
Tabel II.2. Faktor $K_T$ Distribusi Normal .....	12
Tabel II.3. Tabel Faktor Nilai $Y_n$ dan $S_n$ .....	12
Tabel II.4. Nilai <i>Skewness</i> Log Pearson III.....	13
Tabel II.5. Syarat Statistik untuk Penentuan Distribusi .....	14
Tabel II.6. Nilai Kritis Uji Kolmogorov Smirnov.....	16
Tabel II.7. Nilai Koefisien Aliran (C) untuk Metode Rasional.....	17
Tabel II.7. Klasifikasi Tingkat Bahaya Bencana Erosi .....	22
Tabel II.8. Nilai K Erodibilitas .....	23
Tabel II.9. Nilai K Erodibilitas .....	24
Tabel II.10. Faktor Konservasi Lahan .....	25
Tabel II.12. Komposisi Flora Habitus Berkayu Kanal Duri .....	35
Tabel II.13. Komposisi Flora Habitus Herba Kanal Duri .....	38
Tabel II.14. Nilai Variabel Permeabilitas dan Aliran Air .....	40
Tabel II.15. Sifat Mekanis Tanah.....	40
Tabel II.16. Klasifikasi Tanah Metode USCS .....	41
Tabel IV.1. Data Curah Hujan di Lapangan Minyak Duri 2006-2021 .....	51
Tabel IV.2. Perhitungan Statistik Metode Normal-Gumbel .....	52
Tabel IV.3. Perhitungan Statistik Metode Log Normal-Log Pearson III.....	53
Tabel IV.4. Perhitungan Curah Hujan Metode Gumbel .....	55
Tabel IV.5. Perhitungan Curah Hujan Metode Normal .....	55
Tabel IV.6. Perhitungan Curah Hujan Metode Normal .....	55
Tabel IV.7. Nilai <i>Skewness</i> Log Pearson III .....	56

Tabel IV.8. Perhitungan Curah Hujan Metode Log Pearson III .....	56
Tabel IV.9. Pemilihan Jenis Distribusi .....	56
Tabel IV.10. Nilai Peluang terhadap Periode Ulang dan Faktor $K_T$ Gumbel .....	57
Tabel IV.11. Uji Chi-Kuadrat Gumbel .....	57
Tabel IV.12. Nilai Peluang terhadap Periode Ulang dan Faktor $K_T$ Normal.....	58
Tabel IV.13. Uji Chi-Kuadrat Normal .....	58
Tabel IV.14. Nilai Peluang (P) terhadap Periode Ulang (T) dan Faktor $K_T$ Log..	58
Tabel IV.15. Uji Chi-Kuadrat Log Normal.....	59
Tabel IV.16. Nilai Peluang (P) terhadap Periode Ulang (T) dan Faktor $K_T$ Log..	59
Tabel IV.17. Uji Chi-Kuadrat Log Pearson III .....	60
Tabel IV.18. Uji Smirnov Kolmogorov Gumbel .....	60
Tabel IV.19. Uji Smirnov Kolmogorov Normal .....	61
Tabel IV.20. Uji Smirnov Kolmogorov Log Normal .....	61
Tabel IV.21. Uji Smirnov Kolmogorov Log Pearson III.....	62
Tabel IV.22. Rekapitulasi Perhitungan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov .....	63
Tabel IV.23. Tabel Nilai Tutupan Lahan untuk Koefisien Pengaliran .....	63
Tabel IV.24. Intensitas Hujan Berdasarkan Durasi Singkat Terjadinya Hujan ....	64
Tabel IV.25. Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jam.....	65
Tabel IV.26. Perhitungan Curah Hujan Efektif .....	66
Tabel IV.27. Perhitungan HSS Nakayasu Koreksi Kala Ulang 2 Tahun.....	68
Tabel IV.28. Hasil Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 2 Tahun .....	71
Tabel IV.29. Hasil Perhitungan Erosivitas.....	73
Tabel IV.30. Hasil Nilai Erosi.....	74
Tabel IV.31. Hasil Pengujian Infiltrasi Lapangan .....	75

Tabel IV.32. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah .....	79
Tabel IV.33. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	80
Tabel IV.34. Klasifikasi Tanah Metode USCS .....	80
Tabel IV.35. Elevasi Muka Air terhadap Tanggul Hulu Periode Ulang .....	87
Tabel IV.36. Elevasi Muka Air terhadap Tanggul Tengah Periode Ulang .....	88
Tabel IV.37. Elevasi Muka Air terhadap Tanggul Hilir Periode Ulang .....	88
Tabel IV.38. Hasil Simulasi Perubahan Kapasitas Dimensi Saluran Kanal .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Kurva IDF.....	17
Gambar II.2. Grafik HSS Nakayasu.....	21
Gambar II.3. Aliran melalui Alur Primer dan Bantaran.....	27
Gambar II.4. Peta Wilayah Lapangan Minyak Duri .....	30
Gambar II.5. Peta Daerah Tangkapan Air Lapangan Minyak Duri .....	32
Gambar II.6. Arah Aliran Daerah Tangkapan Air di Lapangan Minyak Duri.....	33
Gambar II.7. Peta Titik Genangan Banjir di Lapangan Minyak Duri.....	34
Gambar II.8. Komposisi Flora Penyusun Ekosistem Hutan Sekunder .....	36
Gambar II.9. Komposisi Flora Ekosistem Riparian (Hulu Kanal Duri) .....	37
Gambar II.10. Komposisi Flora Ekosistem Riparian (Kanal primer Tengah) .....	37
Gambar II.11. Sebaran Gulma Perairan Pada Badan Perairan Kanal Duri .....	38
Gambar III.1. Bagan Alir Penelitian .....	43
Gambar III.2. Bagan Alir Perhitungan Hidrologi .....	44
Gambar III.3. Bagan Alir Sedimentasi pada Sungai .....	46
Gambar III.4. Bagan Alir Simulasi Pemodelan .....	47
Gambar IV.1. Curah Hujan Maksimum Lapangan Minyak Duri 2006-2021 .....	52
Gambar IV.2. Grafik Hubungan Intensitas Hujan dan Durasi Waktu .....	65
Gambar IV.3. Grafik HSS Nakayasu Sebelum dan Sesudah Dikoreksi .....	70
Gambar IV.4. Grafik Debit Banjir Rencana HSS Nakayasu .....	72
Gambar IV.5. Histogram Nilai Infiltrasi Pada Seluruh Lokasi .....	76
Gambar IV.6. Skema Kanal Lapangan Minyak Duri.....	81
Gambar IV.7. Cross Section kanal pada HEC-RAS .....	82
Gambar IV.8. Boundary Conditions .....	83

Gambar IV.9. Kapasitas Tampungan Air pada cross section Hulu.....	83
Gambar IV.10. Kapasitas Tampungan Air pada cross section Tengah.....	84
Gambar IV.11. Kapasitas Tampungan Air pada cross section Hilir .....	84
Gambar IV.12. Simulasi Debit Akhir terhadap Long Section Kanal Primer.....	85
Gambar IV.13. Critical Water Surface pada STA 25+500 .....	85
Gambar IV.14. Critical Water Surface pada STA 23+500 .....	86
Gambar IV.15. Critical Water Surface pada STA 5+500 .....	86
Gambar IV.16. Long Section Skenario As Saluran Kanal Primer Eksisting dan Rencana.....	89
Gambar IV.17. Long Section Skenario Tanggul Kanal Primer Eksisting dan Rencana.....	89
Gambar IV.18. Perbandingan Dimensi Saluran Kanal Primer Eksisting dan Rencana pada Debit Kala Ulang 50 Tahun Pada Bagian Hulu.....	90
Gambar IV.19. Perbandingan Dimensi Saluran Kanal Primer Eksisting dan Rencana pada Debit Kala Ulang 50 Tahun Pada Bagian Tengah.....	90
Gambar IV.20. Perbandingan Dimensi Saluran Kanal Primer Eksisting dan Rencana pada Debit Kala Ulang 50 Tahun Pada Bagian Tengah.....	90
Gambar IV.21. Kondisi Kanal Telah Ditutupi Vegetasi Air Dan Semak Perlu Dibersihkan .....	92
Gambar IV.22. Kondisi Kanal Primer pada Spot Tertentu yang Sudah dilakukan Pembersihan.....	92

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	2.1 Menghitung Nilai Rata-rata .....	30
Persamaan	2.2 Menghitung Standar Deviasi (S).....	30
Persamaan	2.3 Menghitung Koefisien Variasi (Cv) .....	30
Persamaan	2.4 Menghitung Koefisien Skewness (Cs).....	30
Persamaan	2.5 Menghitung Koefisien Kurtosis (Ck) .....	30
Persamaan	2.6 Perhitungan Distribusi Normal .....	30
Persamaan	2.7 Perhitungan Distribusi Gumbel .....	31
Persamaan	2.8 Perhitungan Distribusi Gumbel 2 .....	31
Persamaan	2.9 Perhitungan Distribusi Gumbel 3 .....	31
Persamaan	2.10 Perhitungan Log Normal .....	32
Persamaan	2.11 Perhitungan Log Normal 2 .....	32
Persamaan	2.12 Perhitungan Log Pearson III .....	32
Persamaan	2.13 Perhitungan Log Pearson III 2 .....	32
Persamaan	2.14 Uji Chi-Kuadrat .....	33
Persamaan	2.15 Uji Chi-Kuadrat 2 .....	34
Persamaan	2.16 Uji Chi-Kuadrat 3 .....	34
Persamaan	2.17 Uji Chi-Kuadrat 4 .....	34
Persamaan	2.18 Intensitas Hujan .....	36
Persamaan	2.19 Perhitungan Distribusi Jam-Jam .....	36

Persamaan	2.20 Perhitungan Curah Hujan Efektif .....	37
Persamaan	2.21 Waktu kelambatan ( $T_g$ ) / time lag .....	38
Persamaan	2.22 Durasi Hujan .....	38
Persamaan	2.23 Waktu Puncak Banjir .....	38
Persamaan	2.24 Parameter $a$ .....	38
Persamaan	2.25 Parameter $T_{0,3}$ .....	38
Persamaan	2.26 Debit Puncak ( $Q_p$ ) .....	38
Persamaan	2.27 Bagian Lengkung Naik .....	38
Persamaan	2.28 Bagian Lengkung Turun .....	39
Persamaan	2.29 Bagian Lengkung Turun 2 .....	39
Persamaan	2.30 Bagian Lengkung Turun 3 .....	39
Persamaan	2.31 Hidrograf Limpasan.....	39
Persamaan	2.32 Erosi .....	40
Persamaan	2.33 Muatan Sedimen .....	40
Persamaan	2.34 Erosivitas .....	41
Persamaan	2.35 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng ( $LS$ ).....	42
Persamaan	2.36 Persamaan kontinuitas .....	44
Persamaan	2.37 Persamaan momentum.....	44
Persamaan	2.38 Persamaan momentum.....	44
Persamaan	2.39 Kapasitas Angkut.....	46



Persamaan 2.40 Persamaan Aliran Satu Dimensi .....	46
Persamaan 2.41 Persamaan Aliran Satu Dimensi 2 .....	46