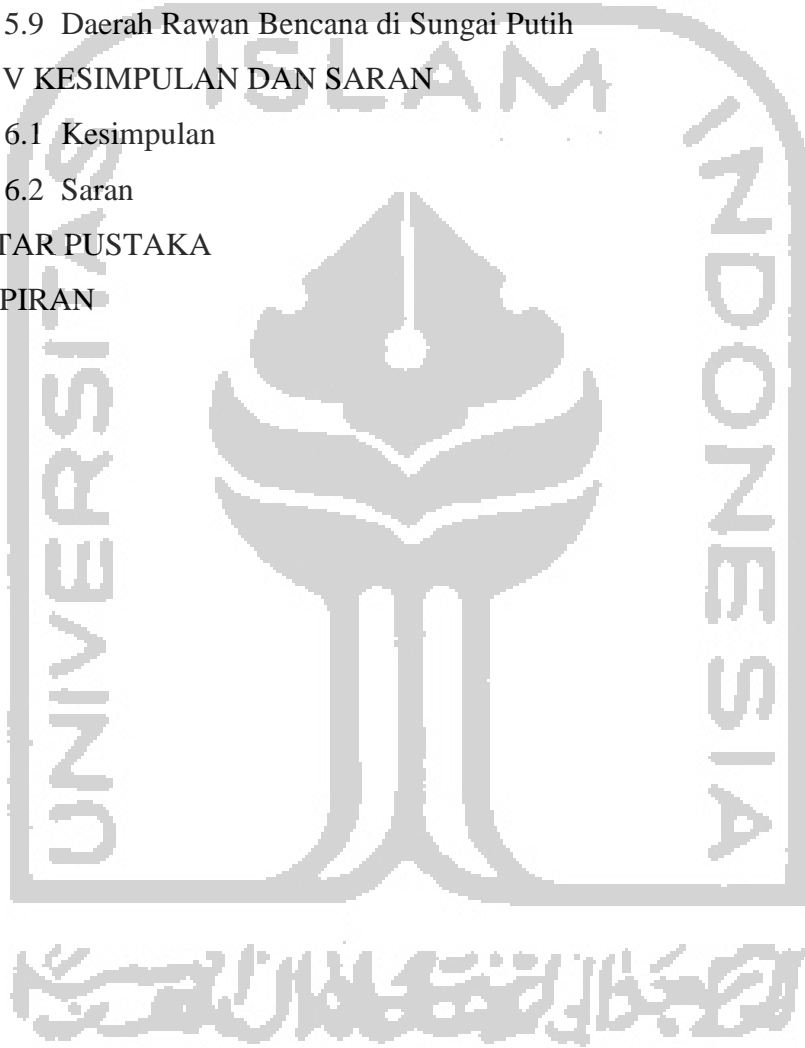


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Posisi Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Aliran Debris	11
3.2 Erosi dan Sedimen	13
3.2.1 Erosi	13
3.2.2 Sedimen	15

3.3 Analisis Hidrologi	18
3.3.1 Daerah Aliran Sungai	18
3.3.2 Curah Hujan Wilayah	22
3.3.3 Frekuensi Hujan Rancangan	23
3.3.4 Uji Kecocokan Sebaran <i>Chi-Kuadrat</i>	29
3.3.5 Prosedur Perhitungan Uji <i>Chi-Kuadrat</i>	30
3.3.6 Metode Perhitungan Hujan Rancangan	31
3.3.7 Metode Perhitungan Debit Banjir	32
3.4 Bangunan Sabo Dam	34
3.5 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	36
3.6 Pemodelan Banjir Lahar dengan SIMLAR V 2.0	36
BAB IV METODOLOGI	40
1.1 Metode Penelitian	40
1.2 Data Penelitian	40
1.3 Lokasi Studi Kasus	43
1.4 Tahap Penelitian	44
1.5 Bagan Alir	62
BAB V ANALISIS EFEKTIVITAS SABO	66
5.1 Topografi Titik-Titik Sabo Dam	66
5.2 Geometri Sungai	67
5.3 Geologi Sungai	68
5.4 Mekanika Tanah	68
5.5 Hidrologi	70
5.5.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai (<i>Catchment Area</i>)	72
5.5.2 Menghitung Curah Hujan Wilayah	72
5.5.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan	75
5.5.4 Perhitungan Hujan Rencana	81
5.5.5 Perhitungan Hidrograf Banjir	82
5.6 Modifikasi DEM	87
5.7 Hasil Simulasi Simlar 2.0	89
5.7.1 Tanpa Bangunan Sabo	89

5.7.2 Dengan Sabo	122
5.8 Analisis Hasil Simulasi	155
5.8.1 Perbandingan Nilai Erosi Pada Tebing dan Sedimen Tertahan	155
5.8.2 Peta Sebaran dan Volume Aliran Debris	160
5.9 Daerah Rawan Bencana di Sungai Putih	169
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	173
6.1 Kesimpulan	173
6.2 Saran	174
DAFTAR PUSTAKA	175
LAMPIRAN	177



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Penelitian	4
Gambar 3.1	Terbentuknya Aliran Debris	12
Gambar 3.2	Proses Erosi dan Sedimentasi	15
Gambar 3.3	Jenis Sedimen	16
Gambar 3.4	Jenis Sedimen pada Saluran	17
Gambar 3.5	Transportasi Sedimen	17
Gambar 3.6	Pengaruh Bentuk DAS pada Aliran Permukaan	20
Gambar 3.7	Pengaruh Kerapatan Parit/Saluran pada Hidrograf Aliran Permukaan	21
Gambar 3.8	Metode Polygon Thiessen	23
Gambar 3.9	Hidrograf satuan sintetis Nakayasu	33
Gambar 3.10	Bangunan Sabo untuk Pengendalian Lahar	35
Gambar 3.11	Bangunan Sabo untuk Irigasi	35
Gambar 3.12	Kemiringan Tebing yang Diperhitungkan	39
Gambar 4.1	Peta RBI DAS Kali Putih	42
Gambar 4.2	Peta DEM Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.3	Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi Letusan 2010	43
Gambar 4.4	Peta Lokasi Objek Penelitian	44
Gambar 4.5	Peta Lokasi Objek Penelitian	44
Gambar 4.6	Grafik Distribusi Ukuran Butiran Kali Putih	45
Gambar 4.7	Hasil Permodelan Topografi DEM Menggunakan ArcGIS 10.3	46
Gambar 4.8	Tampilan program SIMLAR V 2.0	47
Gambar 4.9	Mesh Area Simulasi pada Topografi Kali Putih	48
Gambar 4.10	Tampilan Opsi Projek	49
Gambar 4.11	Tampilan Opsi Analisis Hidrologi	50
Gambar 4.12	Opsi Pilihan Analisis Hidrologi	50
Gambar 4.13	Tabel Kolom Distribusi Hujan	51
Gambar 4.14	Tabel Isian Distribusi Hujan Manual	51
Gambar 4.15	Tabel Kolom Hidrograf	52

Gambar 4.16	Tabel Isian Hidrograf Manual	52
Gambar 4.17	Halaman Menu Simulasi Aliran 2D	53
Gambar 4.18	Jendela Untuk Memasukkan Peta DEM	54
Gambar 4.19	Menentukan <i>Mesh Area</i>	54
Gambar 4.20	<i>Mesh Area</i>	55
Gambar 4.21	Menentukan <i>Inflow Point</i>	56
Gambar 4.22	Penguncian <i>Inflow Point</i>	56
Gambar 4.23	Submenu <i>Moveable Bed Thickness</i>	57
Gambar 4.24	Membuat Area <i>Moveable Bed Thickness</i>	57
Gambar 4.25	Menentukan Nilai <i>Moveable Bed Thickness</i>	58
Gambar 4.26	Tampilan Jendela <i>Tab Coefficient</i>	58
Gambar 4.27	Fitur Berat Jenis Sedimen dan Air	59
Gambar 4.28	Tampilan Menu Inflow Data	60
Gambar 4.29	Tampilan Menu Output	60
Gambar 4.30	Tampilan Tombol Eksekusi	61
Gambar 4.31	Tampilan Progress Simulasi saat Eksekusi Model 2D	61
Gambar 4.32	Bagan Alir Penelitian	63
Gambar 4.33	Bagan Alir Analisis Hidrologi	64
Gambar 4.34	Bagan Alir Simulasi Program SIMLAR V 2.0	65
Gambar 5.1	Peta Topografi DAS Sungai Putih	67
Gambar 5.2	Penampang Memanjang Sungai	68
Gambar 5.3	Grafik Distribusi Butiran Material Dasar Sungai Putih dan Sedimen Melayang	70
Gambar 5.4	Peta Stasiun Hujan	71
Gambar 5.5	Sketsa DAS Kali Putih cara Poligon Thiessen	73
Gambar 5.6	Hyetograf Hujan Rancangan pada Periode Ulang 100 tahun	82
Gambar 5.7	Grafik Unit Hidrograf Nakayasu Sungai Putih	86
Gambar 5.8	Grafik Hidrograf Banjir Kala Ulang 100 Tahun	87
Gambar 5.9	Permodelan Elevasi Dasar Sungai	89
Gambar 5.10	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 1	91
Gambar 5.11	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 2	93

Gambar 5.12	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 2	94
Gambar 5.13	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 3	96
Gambar 5.14	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 3	97
Gambar 5.15	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 4	99
Gambar 5.16	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 4	100
Gambar 5.17	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 5	102
Gambar 5.18	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 5	103
Gambar 5.19	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 6	105
Gambar 5.20	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 6	106
Gambar 5.21	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 7	108
Gambar 5.22	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 7	109
Gambar 5.23	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 8	111
Gambar 5.24	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 8	112
Gambar 5.25	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 9	114
Gambar 5.26	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 9	115
Gambar 5.27	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 10	117
Gambar 5.28	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 10	118
Gambar 5.29	Hasil Simulasi Kondisi Tanpa Sabo jam ke 11	120
Gambar 5.30	Erosi dan Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 11	121
Gambar 5.31	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 1	123
Gambar 5.32	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 2	126
Gambar 5.33	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 2	127
Gambar 5.34	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 3	129
Gambar 5.35	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 3	130
Gambar 5.36	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 4	132
Gambar 5.37	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 4	133
Gambar 5.38	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 5	135
Gambar 5.39	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 5	136
Gambar 5.40	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 6	138
Gambar 5.41	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 6	139
Gambar 5.42	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 7	141

Gambar 5.43	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 7	142
Gambar 5.44	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 8	144
Gambar 5.45	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 8	145
Gambar 5.46	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 9	147
Gambar 5.47	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 9	148
Gambar 5.48	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 10	150
Gambar 5.49	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 10	151
Gambar 5.50	Hasil Simulasi Kondisi Menggunakan Sabo jam ke 11	153
Gambar 5.51	Sedimen Tertahan Pada Titik-Titik Sabo jam ke 11	154
Gambar 5.52	Peta Sebaran Kondisi Tanpa Sabo jam ke 1 s/d 2	160
Gambar 5.53	Peta Sebaran Kondisi Tanpa Sabo jam ke 3 s/d 10	161
Gambar 5.54	Peta Sebaran Kondisi Tanpa Sabo jam ke 11	162
Gambar 5.55	Peta Sebaran Kondisi Sabo jam ke 1 s/d 4	163
Gambar 5.56	Peta Sebaran Kondisi Sabo jam ke 5 s/d 11	164
Gambar 5.57	Perbandingan Peta Sebaran 2 kondisi jam ke 1,3 dan 4	166
Gambar 5.58	Perbandingan Peta Sebaran 2 kondisi jam ke 6,8,9 dan 11	167
Gambar 5.59	Perbandingan Hasil Simulasi dengan Peta Daerah Rawan Bencana Gunung Merapi tahun 2011	170
Gambar 5.60	Sebaran Aliran Debris pada jam ke 3	170
Gambar 5.47	Sebaran Aliran Debris pada jam ke 11	171

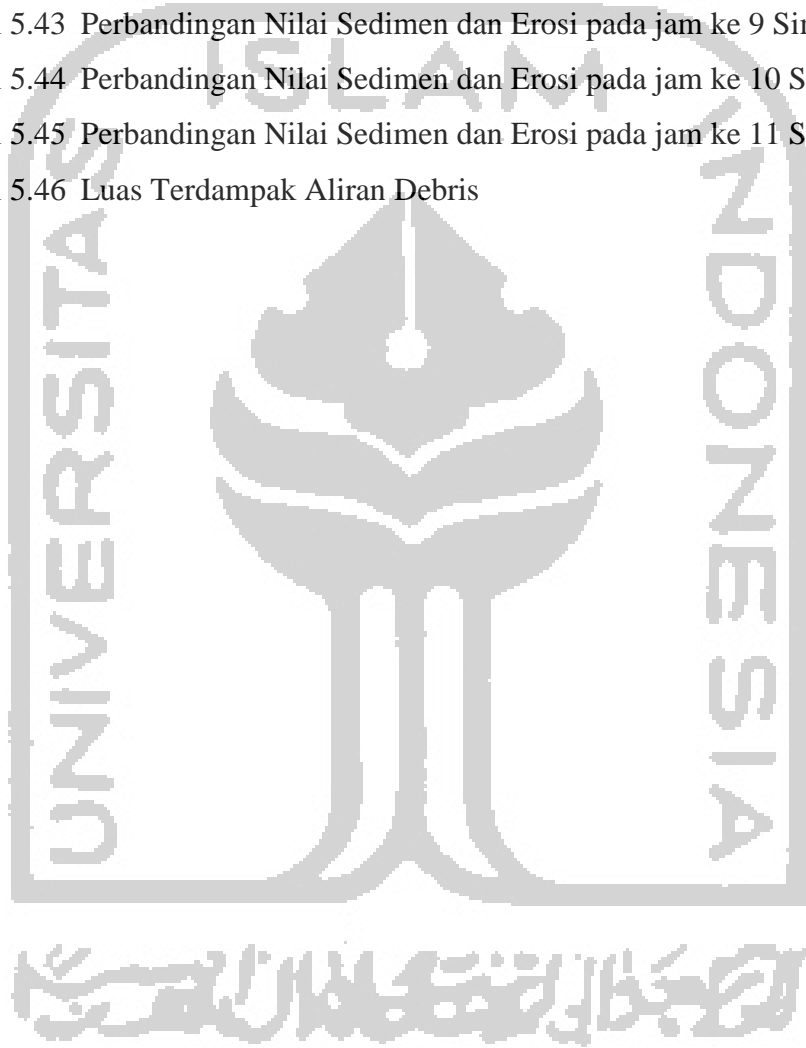
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	9
-----------	----------------------	---

Tabel 3.1	Nilai KT Distribusi Pearson III (Kemencengan Positif)	28
Tabel 3.2	Nilai KT distribusi Pearson III (Kemencengan Negatif)	29
Tabel 3.3	Nilai Chi Kuadrat Kritis	31
Tabel 4.1	Gradasi Ukuran Butiran Sungai Putih	45
Tabel 5.1	Analisa Ukuran Butiran	69
Tabel 5.2	Gradasi Ukuran Butiran Sungai Putih	70
Tabel 5.3.	Luas Pengaruh Stasiun Terhadap DAS Kali Putih	73
Tabel 5.4	Perhitungan Curah Hujan Maksimum Jam – Jaman	74
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Parameter Statistik	75
Tabel 5.6	Distribusi Statistik	77
Tabel 5.7	Perhitungan Uji Chi-Kuadrat	78
Tabel 5.8	Perhitungan Nilai Rerata \bar{X}_y	79
Tabel 5.9	Hyetograf Hujan Rancangan pada Periode Ulang 100 tahun	81
Tabel 5.10	Hasil perhitungan kurva naik $0 < t < 2,5253$	83
Tabel 5.11	Hasil perhitungan kurva turun $2,5253 < t < 5,6820$	84
Tabel 5.12	Hasil perhitungan kurva turun $5,6820 < t < 10,4170$	84
Tabel 5.13	Hasil perhitungan kurva turun $t > 16,7303$	85
Tabel 5.14	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Nakayasu	86
Tabel 5.15	Permodelan Elevasi Sungai	88
Tabel 5.16	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 2 simulasi kondisi tanpa Sabo	94
Tabel 5.17	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 3 simulasi kondisi tanpa Sabo	97
Tabel 5.18	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 4 simulasi kondisi tanpa Sabo	100
Tabel 5.19	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 5 simulasi kondisi tanpa Sabo	103
Tabel 5.20	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 6 simulasi kondisi tanpa Sabo	106
Tabel 5.21	Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 7 simulasi	

kondisi tanpa Sabo	109
Tabel 5.22 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 8 simulasi	
kondisi tanpa Sabo	112
Tabel 5.23 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 9 simulasi	
kondisi tanpa Sabo	115
Tabel 5.24 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 10 simulasi	
kondisi tanpa Sabo	118
Tabel 5.25 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 11 simulasi	
kondisi tanpa Sabo	121
Tabel 5.26 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 2 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	127
Tabel 5.27 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 3 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	130
Tabel 5.28 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 4 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	133
Tabel 5.29 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 5 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	136
Tabel 5.30 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 6 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	139
Tabel 5.31 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 7 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	142
Tabel 5.32 Tinggi Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 8 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	145
Tabel 5.33 Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 9 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	148
Tabel 5.34 Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 10 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	151
Tabel 5.35 Sedimen dan Erosi di titik – titik Sabo pada jam ke 11 simulasi	
kondisi menggunakan Sabo	154
Tabel 5.36 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 2 Simulasi	155
Tabel 5.37 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 3 Simulasi	156

Tabel 5.38 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 4 Simulasi	157
Tabel 5.39 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 5 Simulasi	157
Tabel 5.40 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 6 Simulasi	158
Tabel 5.41 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 7 Simulasi	158
Tabel 5.42 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 8 Simulasi	158
Tabel 5.43 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 9 Simulasi	159
Tabel 5.44 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 10 Simulasi	159
Tabel 5.45 Perbandingan Nilai Sedimen dan Erosi pada jam ke 11 Simulasi	159
Tabel 5.46 Luas Terdampak Aliran Debris	172



DAFTAR LAMPIRAN

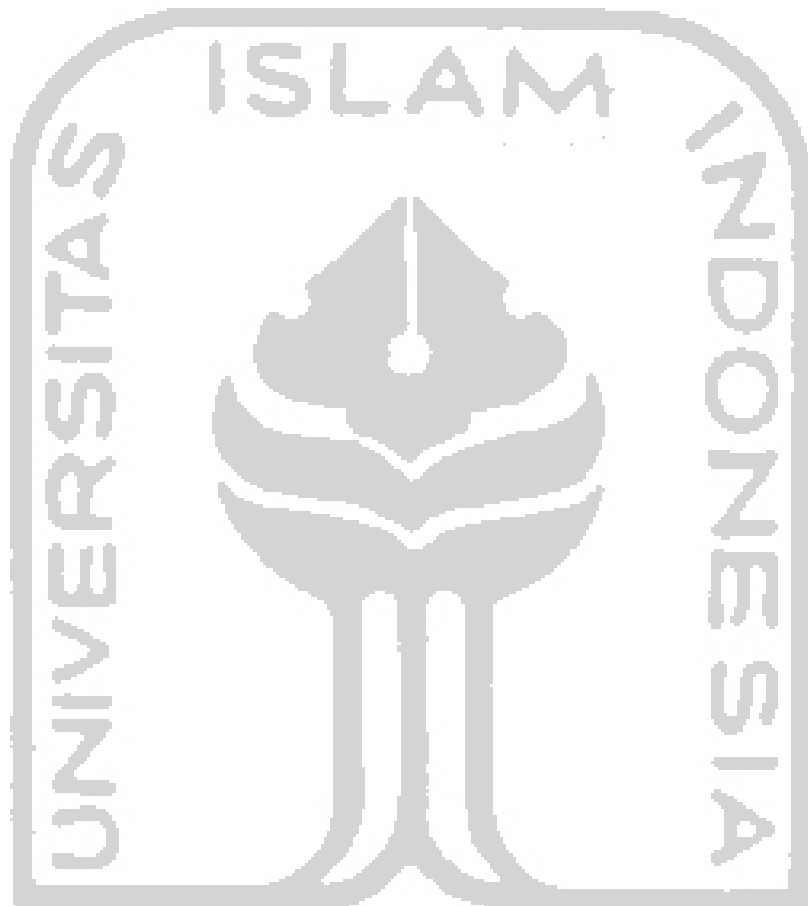
Lampiran 1 Data Mekanika Tanah	178
--------------------------------	-----

Lampiran 2 Peta Topografi

186

Lampiran 3 Data Sabo Eksisting

188



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

\bar{R} = Curah hujan rata – rata (mm)

R_1, \dots, R_n = Besarnya curah hujan pada masing - masing stasiun

A_1, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili masing – masing stasiun

n = Banyaknya stasiun hujan

C	= Koefisien aliran permukaan
\bar{X}	= Curah Hujan Rata-Rata (mm)
X_i	= Curah Hujan di Stasiun Hujan Ke I (mm)
n	= Jumlah Data
S_x	= Standar Deviasi
\bar{X}	= Curah Hujan Rata-Rata (mm)
X_i	= Curah Hujan di Stasiun Hujan ke I (mm)
n	= Jumlah Data
C_s	= Koefisien Skewness
C_k	= Koefisien <i>Kurtosis</i>
C_v	= Koefisien Variasi
z	= Nilai probabilitas kumulatif
\bar{X}_y	= Nilai rerata dari fungsi $y = \ln X$ (mm)
S_y	= Standar deviasi dari fungsi $y = \ln X$
X_t	= nilai logaritmik besarnya curah hujan dengan periode t (mm)
K_T	= Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari probabilitas dan nilai C_s ,
$X^2 C_r$	= Harga <i>Chi Kuadrat</i>
$E f_i$	= Banyaknya frekuensi yang diharapkan pada data ke i
$O f_i$	= Frekuensi yang terbaca dikelas yang sama pada data ke i
DK	= Derajat Kebebasan
K	= Banyaknya Kelas
R	= banyaknya keterikatan untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2
Q_p	= debit puncak banjir
A	= luas DAS (km^2)
Re	= curah hujan efektif (mm)
T_p	= waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
$T_{0,3}$	= waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

t_g	= waktu konsentrasi (jam)
T_r	= satuan waktu dari curah hujan (jam)
α	= koefisien karakteristik DAS
L	= panjang sungai utama (km)
DAS	= Daerah Aliran Sungai
DEM	= <i>Digital Elevation Model</i>
DEMNAS	= Digital Elevation Model Nasional
IFSAR	= <i>Interferometric Synthetic Aperture Radar</i> , <i>SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission)</i>
SRTM	= <i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
SIMLAR	= Simulasi Lahar
LIDAR	= <i>Light Detection And Ranging</i>
GUI	= <i>Graphical User Interface</i>
2D	= <i>2 Dimention</i>
h	= Tinggi Aliran
t	= waktu (s)
M	= debit aliran debris per unit lebar arah x (m^2/d)
N	= debit aliran debris per unit lebar arah y (m^2/d)
H	= kedalaman aliran (m)
β	= koreksi momentum
u	= kecepatan rata-rata arah x
v	= kecepatan rata-rata arah y
d	= diameter sedimen
g	= gaya gravitasi
τ_{bx}	= komponen tegangan geser dasar sungai arah x
τ_{by}	= komponen tegangan geser dasar sungai arah y
ρ_T	= rapat massa aliran
c_*	= konsentrasi sedimen dasar sungai

q_{Bx}	= debit sedimen ke arah x
q_{By}	= debit sedimen ke arah y
$q_{Bx} + q_{By}$	= merupakan jumlah sedimen dasar (<i>bedload</i>)
q_p	= erosi tebing per unit lebar (m^2/d)
q_p^*	= erosi tebing per unit lebar (tak berdimensi)
u_*	= kecepatan geser dasar (m/d)
I	= kemiringan garis energy aliran
θ	= kemiringan tebing, dihitung seperti
F_0^*	= koefisien = 0.01
q_{*b}	= volume debit per satuan lebar (m^3/det)
τ_{*c}	= nilai rata – rata tegangan gesek kritis
τ_*	= <i>shields' number</i>
RBI	= Rupa Bumi Indonesia
UTM	= <i>Universal Transverse Mercator</i>
BPPTKG	= <i>Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi</i>
USLE	= <i>Universal Soil Loss Equation</i>
HSS	= Hidrograf Satuan Sintetis
A	= luas daerah tangkapan hujan (km^2)
L	= panjang sungai terbesar (km)
Q	= debit banjir (m^3/d)
ASCII	= <i>American Standard Code for Information Interchange</i>
GIS	= <i>Geographic Information System</i>
ABM	= <i>Alternating Block Method</i>

