

TUGAS AKHIR
ASPEK HIDROLOGI DAS BENDUNG BATANG ALAI AKIBAT
PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN MENJADI KAWASAN TAMBANG

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

ACHMAD SURIAN NUR

NIM. H1A114076

Pembimbing Utama

Muhammad Azhari Noor, M.Eng

NIP. 19801110 200501 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2018

TUGAS AKHIR

**ASPEK HIDROLOGI DAS BENDUNG BATANG ALAI AKIBAT
PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN MENJADI KAWASAN TAMBANG**

Dibuat:

ACHMAD SURIAN NUR
NIM. H1A114076

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji
pada tanggal 15 November 2018

Susunan Tim Penguji

Ketua,

Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, MT
NIP. 19560415 198703 1 001

Sekretaris,

Ulfa Fitriati, M.Eng
NIP. 19810922 200501 2 003

Anggota 1,

Muhammad Azhari Noor, M.Eng
NIP. 19801119 200501 1 001

Anggota 2,

Ir. Holdani Kurdi, MT
NIP. 19580818 198803 1 003

Skripsi ini telah diterima sebagai persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
tanggal 2018



..... Program Studi,

Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, S.T., M.T.
NIP. 19560415 198703 1 001

SKRIPSI

**ASPEK HIDROLOGI DAS BENDUNG BATANG ALAI AKIBAT
PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN MENJADI KAWASAN TAMBANG**

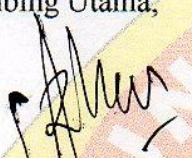
Dibuat:

Achmad Surian Nur
H1A114076

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Kamis tanggal 15 November
2018 dan dinyatakan Lulus.

Pembimbing Utama,

Susunan Dewan Penguji:


Muhammad Azhari Noor, M.Eng
NIP. 19801119200501 1 001

1. Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, MT
NIP. 19560415 198703 1 001


2. Ulfa Fitriati, M.Eng
NIP. 19810922 200501 2 003

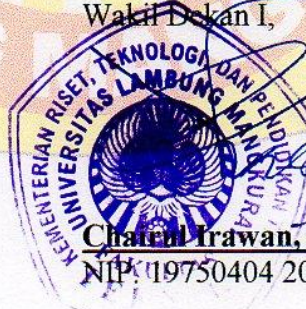
3. Ir. Holdani Kurdi, MT
NIP. 19580818 198803 1 003

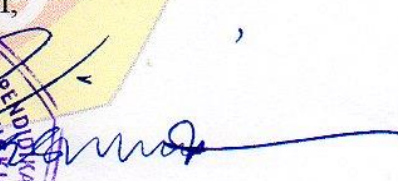
Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Banjarbaru,2018
Fakultas Teknik ULM
Wakil Dekan I,




Dr. Rusdiansyah, S.T, M.T.
NIP. 19740809 200003 1 001




Chatun Irawan, ST, MT. PhD
NIP. 19750404 200003 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Achmad Surian Nur
NIM : H1A114076
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Aspek Hidrologi DAS Bendung Batang Alai
Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Menjadi
Kawasan Tambang
Pembimbing : Muhammad Azhari Noor, M.Eng

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



Achmad Surian Nur

NIM. H1A114076

ABSTRAK

Kebijakan Kementerian ESDM yang memberikan perizinan kegiatan produksi tambang untuk PT. MCM pada kawasan Sungai Batang Alai memberi dampak terhadap hidrologi kawasan tersebut. Penelitian ini akan membahas tentang perubahan tata guna lahan kawasan Sungai Batang Alai, Kecamatan Batang Alai Timur, Hulu Sungai Tengah terhadap aspek hidrologi aliran tinggi dan aliran rendah.

Metode penelitian yang digunakan adalah perhitungan secara manual dengan metode rasional untuk hidrologi aliran tinggi dan perhitungan menggunakan aplikasi ArcSWAT 2012.10.1.18 untuk hidrologi aliran rendah. Data yang diperlukan dalam pengerjaan adalah data curah hujan, data DEM, data debit harian, data klimatologi, data penggunaan lahan, data perubahan penggunaan lahan, dan data tanah DAS Batang Alai.

Hasil penelitian yang didapat adalah perbandingan debit puncak tata guna lahan diubah menjadi kawasan tambang dan tata guna lahan tidak diubah menjadi kawasan tambang untuk perhitungan hidrologi aliran tinggi. Terjadi peningkatan debit banjir rencana pada Sungai Batang Alai jika terjadi perubahan tata guna lahan menjadi kawasan tambang, debit banjir rencana selalu meningkat pada setiap periode waktu. Sedangkan untuk hidrologi aliran rendah adalah perbandingan antara debit harian tata guna lahan diubah menjadi kawasan tambang dan tata guna lahan tidak diubah menjadi kawasan tambang, kemudian hasil debit harian dihitung ketersediaan airnya. Hasil permodelan hidrologi aliran rendah dikategorikan baik dan berpengaruh tinggi berdasarkan pengelompokan nilai efisiensi Nash-Sutcliffe dan koefisien determinasi, dan ketersediaan air menurun jika tata guna lahan diubah menjadi kawasan tambang.

Kata kunci: Sungai Batang Alai, Hidrologi, Ketersediaan Air

ABSTRACT

The policy of the Ministry of Energy and Mineral Resources that provides permits for mining production activities for PT. MCM in the Batang Alai River area has an impact on the hydrology of the area. This study will discuss the changes in land use in the Batang Alai River area, Batang Alai Timur District, Hulu Sungai Tengah to the aspects of high flow and low flow hydrology.

The research method used is manual calculation with rational methods for high flow hydrology and calculations using the ArcSWAT 2012.10.1.18 for low flow hydrology. The data needed in the processing are rainfall data, DEM data, daily discharge data, climatology data, land use data, land use change data, and Batang Alai watershed data.

The results of the study were that the ratio of peak discharge of land use was changed to mining area and land use was not converted into a mining area for high flow hydrology calculations. There is an increase in planned flood discharge in the Batang Alai River if there is a change in land use into a mining area, the flood discharge plan always increases in each time period. Whereas for low flow hydrology is the comparison between the daily use of land use converted into a mining area and land use is not converted into a mining area, then the daily discharge results are calculated for the availability of water. The results of low-flow hydrological modeling are categorized as good and have high influence based on the Nash-Sutcliffe efficiency value grouping and the coefficient of determination, and water availability decreases if land use is converted into a mining area.

Keywords: Batang Alai River, Hydrology, Water Availability

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Aspek Hidrologi DAS Bendung Batang Alai Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Menjadi Kawasan Tambang**”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak-pihak terkait yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukungan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga saya, ayah & mama, serta kakak yang telah mengasuh, mendidik dan membesarkan serta telah banyak memberikan dorongan-dorongan, semangat dalam penulisan skripsi ini hingga selesai.
2. Bapak Dr. Ing Yulian Firmana Arifin, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Rusdiansyah, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Muhammad Azhari Noor, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu, saran, dan waktunya, serta dengan sabar memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Para Dosen yang tergabung dalam Tim Penguji Tugas Akhir yang telah membantu memberikan masukan dan saran sehingga menyempurnakan tugas akhir ini.
6. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak sekali memberikan ilmunya kepada saya.
7. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi serta keperluan lainnya dalam penyusunan tugas akhir ini.

8. Untuk para teman-teman saya, LH, Yasrif, Aldy, Bobby, Yandi, Rifky, Dzulfi, Saufi, Fajrien, Apoy, Fii, Yoggy yang telah memberikan semangat, waktu, dan membantu dalam segala hal.
9. Teman-teman angkatan 2014 (Teh's 14) Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu baik selama perkuliahan maupun selama penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini banyak kesalahan dan kekurangan, diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tugas akhir ini lebih baik. Dan saya berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, November 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK/RINGKASAN	iv
ABSTRACT/SUMMARY	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL/NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Permasalahan	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Sungai	5
2.2.1.1 Definisi sungai	5
2.2.1.2 Fungsi sungai	5
2.2.1.3 Struktur sungai	6
2.2.1.4 Morfologi sungai	7
2.2.1.5 Tipe-tipe sungai	9
2.2.1.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)	11

2.2.2 Aspek Hidrologi	13
2.2.2.1 Definisi daur hidrologi	13
2.2.2.2 Analisis distribusi curah hujan	14
2.2.2.3 Analisis hidrologi aliran tinggi	17
2.2.2.4 Analisis curah hujan maksimum	18
2.2.2.5 Uji kesesuaian pemilihan distribusi	21
2.2.2.6 Analisis intensitas durasi frekuensi (intensitas hujan)	22
2.2.2.7 Waktu konsentrasi	23
2.2.2.8 Analisis debit rancangan dengan metode rasional	23
2.2.3 Analisis Hidrologi Aliran Rendah	24
2.2.4 Tata Guna Lahan	24
2.2.5 Sistem Informasi Geografi (SIG)	25
2.2.4.1 ArcGIS	25
2.2.6 Analisis Ketersediaan Air	27
2.2.7 SWAT (<i>Soil Water and Assessment Tool</i>)	27
2.2.8 Debit Andalan	30
2.2.8.1 Kurva Durasi	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	31
3.2 Sumber Data.....	31
3.3 Teknik Analisis Data	31
3.4 Prosedur Penelitian	32
3.5 Peta Citra Google Earth Lokasi	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi Aliran Tinggi Kawasan	39
4.1.1 Analisis frekuensi	39
4.1.2 Perhitungan curah hujan maksimum	43
4.1.3 Uji distribusi probabilitas (pengujian uji sebaran)	53
4.1.4 Intensitas curah hujan	67
4.1.5 Perhitungan debit banjir rencana	69

4.2 Analisis Hidrologi Aliran Rendah Kawasan	80
4.2.1 Gambaran umum DAS Batang Alai	80
4.2.2 Kondisi tanah	80
4.2.3 Tata guna lahan	81
4.2.4 Data Iklim	84
4.2.5 Analisis SWAT	85
4.2.6 Hasil Simulasi SWAT.....	85
4.2.7 Penggambaran Elevasi Profil Sungai dari Data DEM.....	91
4.2.8 Metode Perhitungan untuk Permodelan SWAT	91
4.2.9 Kalibrasi dan Validasi Model SWAT.....	94
4.2.10 Analisis Ketersediaan Air	113
4.2.11 Debit Andalan	115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	122
5.1 Kesimpulan	122
5.2 Saran	122

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Statistik Analisis Frekuensi	17
Tabel 2.2 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi	18
Tabel 2.3 Nilai Δ cr Uji Smirnov-Kolmogorov	21
Tabel 4.1 Rekap Data Curah Hujan Harian Terbesar Per Tahun	39
Tabel 4.2 Perhitungan Analisis Frekuensi	40
Tabel 4.3 Perhitungan Analisis Frekuensi Log Normal	41
Tabel 4.4 Pemilihan Jenis Distribusi	42
Tabel 4.5 Perhitungan Parameter Statistik Metode Distribusi Normal	43
Tabel 4.6 Hasil Metode Distribusi Normal	44
Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Metode Distribusi Gumbel	46
Tabel 4.8 Hasil Metode Distribusi Gumbel	47
Tabel 4.9 Perhitungan Parameter Statistik Metode Distribusi Log Normal	48
Tabel 4.10 Hasil Metode Distribusi Log Normal	49
Tabel 4.11 Perhitungan Parameter Statistik Metode Distribusi Log Pearson <i>Type III</i>	51
Tabel 4.12 Hasil Metode Distribusi Log Pearson <i>Type III</i>	52
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Analisis Curah Hujan Maksimum (mm)	53
Tabel 4.14 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil	54
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Normal	59
Tabel 4.16 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Gumbel	59
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Normal	60
Tabel 4.18 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Pearson <i>Type III</i>	60
Tabel 4.19 Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat untuk 4 Distribusi Probabilitas	60
Tabel 4.20 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap Distribusi Normal	62
Tabel 4.21 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap Distribusi Gumbel	63
Tabel 4.22 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap	

Distribusi Log Normal	64
Tabel 4.23 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap Distribusi Log Pearson <i>Type III</i>	65
Tabel 4.24 Rekapitulasi Uji Smirnov-Kolmogorov	66
Tabel 4.25 Curah Hujan Maksimum Metode Distribusi Normal.....	67
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Harian Maksimum Tahunan	68
Tabel 4.27 Koefisien Limpasan	70
Tabel 4.28 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional	70
Tabel 4.29 Tata Guna Lahan DAS Batang Alai	71
Tabel 4.30 Perhitungan Luasan dengan Koefisien Limpasan	72
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana	74
Tabel 4.32 Hasil Debit Banjir Rancangan Metode Rasional	75
Tabel 4.33 Tata Guna Lahan DAS Batang Alai dengan Kawasan Tambang	75
Tabel 4.34 Perhitungan Luasan dengan Koefisien Limpasan.....	76
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana	79
Tabel 4.36 Hasil Debit Banjir Rancangan Metode Rasional	79
Tabel 4.37 Klasifikasi Jenis Tanah DAS Batang Alai	81
Tabel 4.38 Tata Guna Lahan DAS Batang Alai	82
Tabel 4.39 Tata Guna Lahan DAS Batang Alai dengan Kawasan Tambang	83
Tabel 4.40 Data Iklim DAS Batang Alai Januari 1995.....	84
Tabel 4.41 Perubahan akumulasi aliran permukaan (Q_{surf}) tanpa tambang dan dengan tambang pada setiap Sub DAS.....	86
Tabel 4.42 Perubahan debit aliran tanpa tambang dan dengan tambang pada setiap Sub DAS.....	87
Tabel 4.43 Perubahan akumulasi aliran permukaan (Q_{surf}) tanpa tambang dan dengan tambang pada Sub DAS yang berada pada lokasi rencana perubahan tata guna lahan menjadi tambang	89
Tabel 4.44 Perubahan debit aliran tanpa tambang dan dengan tambang	

pada setiap Sub DAS yang berada pada	
lokasi rencana perubahan tata guna lahan menjadi tambang.....	90
Tabel 4.45 Hasil perhitungan Q_{surf} metode SCS untuk bulan Januari 1995	92
Tabel 4.46 Kriteria Koefisien Determinasi	94
Tabel 4.47 Kriteria Nilai E_{NS}	94
Tabel 4.48 Hasil Perhitungan R^2 dan E_{NS} untuk DAS	
tanpa tambang setelah dikalibrasi	95
Tabel 4.49 Hasil Perhitungan R^2 dan E_{NS} untuk DAS	
dengan tambang setelah dikalibrasi	104
Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Nilai Nisbah	113
Tabel 4.51 Data Debit Bulanan ($m^3/detik$)	116
Tabel 4.52 Probabilitas debit (terbagi dalam jangka waktu bulanan)	117
Tabel 4.53 Data Debit Bulanan ($m^3/detik$)	119
Tabel 4.54 Probabilitas debit (terbagi dalam jangka waktu bulanan)	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian	3
Gambar 2.1 Bentuk Struktur Sungai	6
Gambar 2.2 Morfologi Sungai	8
Gambar 2.3 Tipe-Tipe Sungai	9
Gambar 2.4 Contoh Daerah Aliran Sungai	12
Gambar 2.5 Daur Hidrologi	13
Gambar 2.6 Komponen Daur Hidrologi	14
Gambar 2.7 Luasan Metode Aritmatika	15
Gambar 2.8 Luasan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	15
Gambar 2.9 Luasan Metode Garis Isohyet	16
Gambar 2.10 Shapefile sebagai <i>theme</i> di ArcMap 10.....	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Sungai dan Bendung	34
Gambar 3.2 Peta Lokasi Tambang	35
Gambar 3.3 Peta DAS Batang Alai	35
Gambar 3.4 Diagram Alir Hidrologi Aliran Tinggi Kawasan	36
Gambar 3.5 Diagram Alir Hidrologi Aliran Rendah Kawasan.....	37
Gambar 3.6 Diagram Alir Permodelan SWAT	38
Gambar 4.1 Grafik Probabilitas Distribusi Normal	45
Gambar 4.2 Grafik Probabilitas Distribusi Gumbel.....	47
Gambar 4.3 Grafik Distribusi Log Normal	50
Gambar 4.4 Grafik Probabilitas Distribusi Log Pearson <i>Type III</i>	53
Gambar 4.5 Kurva Intensitas Curah Hujan Rencana Metode Mononobe	69
Gambar 4.6 DAS Batang Alai	71
Gambar 4.7 Elevasi hulu Sungai Batang Alai	72
Gambar 4.8 Elevasi hilir Sungai Batang Alai	73
Gambar 4.9 Panjang Sungai Utama	73
Gambar 4.10 DAS Batang Alai dengan Kawasan Tambang	76
Gambar 4.11 Elevasi hulu Sungai Batang Alai	77
Gambar 4.12 Elevasi hilir Sungai Batang Alai	77
Gambar 4.13 Panjang Sungai Utama	78

Gambar 4.14 Peta DAS dengan outlet Bendung Batang Alai	80
Gambar 4.15 Peta Sebaran Jenis Tanah DAS Batang Alai	81
Gambar 4.16 DAS Batang Alai	82
Gambar 4.17 DAS Batang Alai dengan Kawasan Tambang	83
Gambar 4.18 Peta sebaran Sub DAS pada DAS Batang Alai.....	85
Gambar 4.19 <i>Plot Scatter</i> Debit dengan Tambang dan tanpa Tambang di DAS Batang Alai	88
Gambar 4.20 Jalur sungai berada pada lokasi tambang sesuai dengan peta Citra	88
Gambar 4.21 Jalur sungai dan sub DAS yang berada pada lokasi tambang	89
Gambar 4.22 <i>Plot Scatter</i> Debit dengan Tambang dan tanpa Tambang di Sub DAS Tambang	90
Gambar 4.23 Hasil perhitungan Q_{surf} model SWAT	93
Gambar 4.24 Perbandingan luas tata guna lahan tanpa tambang dan dengan tambang	114
Gambar 4.25 Kurva durasi debit	118
Gambar 4.26 Kurva durasi debit	121

DAFTAR SIMBOL/NOTASI

X_T	=	hujan rencana untuk periode ulang T tahun.
\overline{X}	=	harga rata – rata dari data
s	=	<i>standard</i> deviasi
K	=	variabel reduksi Gauss
X	=	nilai variate pengamatan
$S_{\log x}$	=	standar deviasi dari logaritma
n	=	jumlah data
$\overline{\text{Log}X}$	=	logaritma rata-rata
K_T	=	faktor frekuensi
K	=	faktor frekuensi
Y_T	=	<i>reduce variated</i> /variasi berkurang
Y_n	=	<i>reduce variated mean</i> untuk jumlah n sampel pengamatan
S_n	=	<i>reduce deviation standart</i> untuk jumlah n sampel pengamatan
$\text{Log } X_T$	=	nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T
C_s	=	koefisien kemencengan
χ^2	=	parameter Chi-Kuadrat terhitung.
E_f	=	frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
O_f	=	frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
n	=	jumlah sub kelompok dalam satu grup
I	=	intensitas Hujan (mm/jam).
R_{24}	=	curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)
t	=	waktu curah hujan (jam)
T_c	=	waktu konsentrasi (jam)
L	=	panjang saluran (km)
s	=	kemiringan rata-rata daerah lintasan air
Q	=	debit (m ³ /detik)
C	=	koefisien aliran

A	=	luas daerah pengaliran (km^2)
Df	=	derajat kebebasan
b	=	baris
k	=	kolom
i	=	nomor urut
X_i	=	data hujan diurut dari kecil ke besar (mm)
$P(X_i)$	=	peluang empiris (dihitung dengan persamaan Weibull)
$f(t)$	=	untuk distribusi probabilitas Normal
$P'(X_i)$	=	1-Luas dibawah kurva Normal
R^2	=	koefisien determinasi
E_{NS}	=	koefisien Nash-Sutcliffe
Q_{Si}	=	nilai simulasi model
Q_{Mi}	=	nilai observasi
\bar{Q}_{Mi}	=	rata-rata nilai observasi
\bar{Q}_{Si}	=	rata-rata nilai simulasi