

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI CILANGLA (*ANALYSIS EFFECT OF LAND COVER CHANGE ON FLOOD DISCHARGE IN CILANGLA WATERSHED*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Rizal Fauzi  
16511115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2022**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN  
LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR PADA DAERAH  
ALIRAN SUNGAI CILANGLA  
(*ANALYSIS EFFECT OF LAND COVER CHANGE ON  
FLOOD DISCHARGE IN CILANGLA WATERSHED*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Rizal Fauzi**

**16511115**

**Disetujui:**

**Pembimbing**

**Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng**

**Tanggal :**

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Penulis menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang disusun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang penulis kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, penulis bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang penulis sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022  
Penulis,

Muhammad Rizal Fauzi  
(16511115)

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT, sehingga Tugas Akhir berjudul Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Cilangla bisa terselesaikan. Tugas Akhir ini dilaksanakan untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., Eng selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Sipil,
2. Bapak Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Dosen Penguji I,
4. Ibu Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II,
5. Kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan doa, biaya dan spiritual sehingga terselesaikan tugas akhir ini,

Semoga Allah SWT melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya bagi bapak, ibu, saudara dan teman-teman yang telah membantu. Penulis berdoa agar kebaikan dari pihak tersebut dibalas oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh sebab itu, penulis menerima kritik dan saran agar dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022

Penulis,

Muhammad Rizal Fauzi  
(16511115)



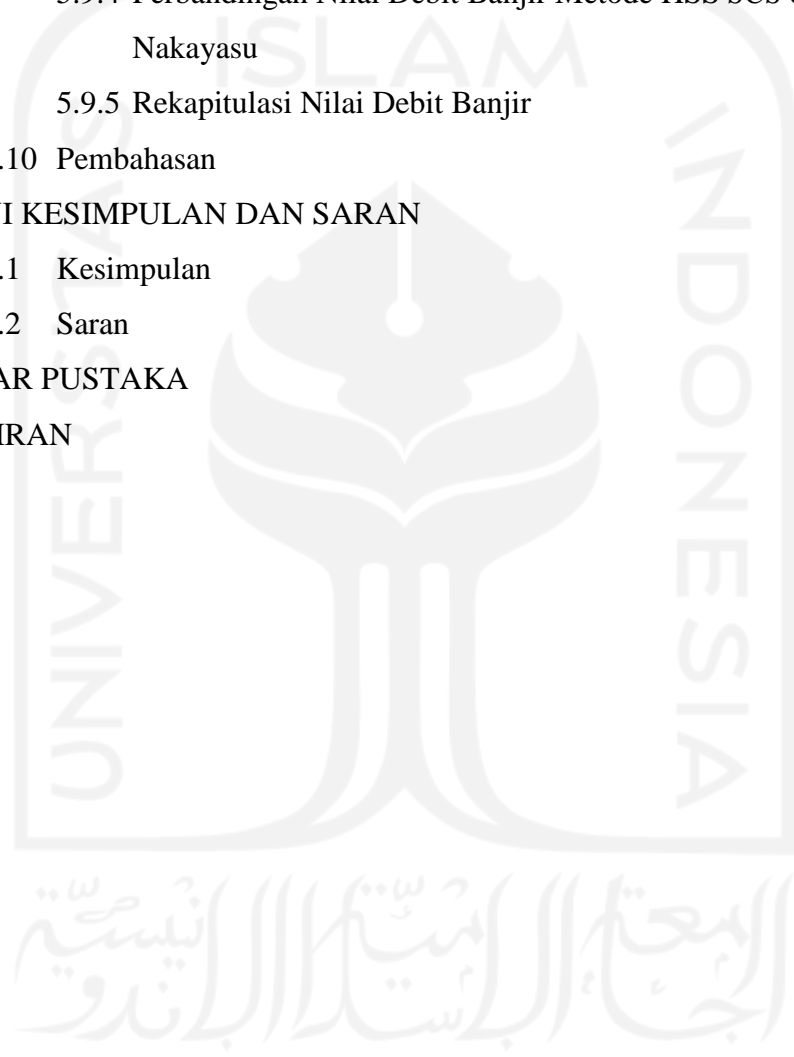
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 DAS Hilir Kali Angke	4
2.2.2 DAS Beringin di Bukit Semarang Baru	5
2.2.3 DAS Jenelata Kabupaten Gowa	6
2.2.4 DAS Sekanak ( <i>Sekanak Watershed</i> )	7
2.2.5 DAS Batang Arau, Padang ( <i>Batang Arau Watershed, Padang</i> )	7
2.2.6 Sub DAS Gunting ( <i>Gunting Sub-Watershed</i> )	8
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	9
2.4 Keaslian Penelitian	9

BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Hidrologi	12
3.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)	13
3.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)	13
3.4 Tutupan Lahan	14
3.5 Citra Satelit Landsat	15
3.5.1 Karakteristik Citra Satelit Landsat 8	15
3.6 Klasifikasi Citra Satelit Landsat	16
3.7 Delineasi Batas Daerah Aliran Sungai (DAS)	16
3.7.1 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	17
3.7.2 Tahapan Delineasi DAS	17
3.8 Analisis Curah Hujan Kawasan	18
3.9 Analisis Frekuensi Curah Hujan	18
3.9.1 Parameter Statistik	18
3.9.2 Periode Ulang	20
3.9.3 Jenis Distribusi Probabilitas	20
3.9.4 Pengujian Jenis Distribusi	21
3.10 Analisis Hujan Rencana	22
3.10.1 Metode Mononobe	24
3.10.2 <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	24
3.10.3 Metode Tadashi Tanimoto	25
3.11 Hujan Efektif	25
3.12 Hidrograf Satuan Sintetis	28
3.12.1 Metode <i>SCS (Soil Conservation Service)</i>	28
3.12.2 Metode Nakayasu	29
3.13 Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> )	30
3.14 Analisis Debit Banjir	30
BAB IV METODE PENELITIAN	31
4.1 Metode Penelitian	31
4.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	31
4.3 Tahapan Penelitian	32

4.3.1	Pengumpulan Data	32
4.3.2	Analisis Data	33
4.4	Bagan Alir	36
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Curah Hujan Kawasan	37
5.1.1	Data Hujan	37
5.1.2	Luas Daerah Stasiun Hujan Terhadap DAS	38
5.1.3	Curah Hujan Rerata	41
5.2	Analisis Frekuensi	44
5.2.1	Parameter Statistik	44
5.2.2	Penentuan Jenis Distribusi	46
5.2.3	Pengujian Chi-Kuadrat	47
5.2.4	Pengujian Smirnov Kolmogorov	50
5.3	Hujan Rencana	56
5.4	Intensitas Hujan	58
5.5	Distribusi Hujan	59
5.5.1	Metode <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	59
5.5.2	Metode Tadashi Tanimoto	60
5.6	Analisis Tutupan Lahan	62
5.6.1	Hasil Analisis Tutupan Lahan	62
5.6.2	Perbandingan Luas Lahan Tahun 2014 dan 2019	65
5.6.3	Uji Akurasi	66
5.6.4	Penentuan Jenis Tanah Secara Hidrologi	68
5.6.5	Nilai <i>Curve Number (CN)</i>	70
5.7	Hujan Efektif	70
5.7.1	Nilai <i>Curve Number</i> Komposit dan Nilai Retensi Potensial	70
5.7.2	Hujan Efektif dari Metode <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	72
5.7.3	Hujan Efektif dari Metode Tadashi Tanimoto	76
5.8	Hidrograf Satuan Sintetis	80
5.8.1	Hidrograf Satuan Sintetis <i>SCS (Soil Conservation Service)</i>	80
5.8.2	Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu	87

5.8.3 Perbandingan HSS SCS dengan HSS Nakayasu	97
5.9 Analisis Debit Banjir	97
5.9.1 Perhitungan Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> )	97
5.9.2 Analisis Debit Banjir Metode HSS SCS	99
5.9.3 Analisis Debit Banjir Metode HSS Nakayasu	111
5.9.4 Perbandingan Nilai Debit Banjir Metode HSS SCS dan HSS Nakayasu	124
5.9.5 Rekapitulasi Nilai Debit Banjir	125
5.10 Pembahasan	125
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	128
6.1 Kesimpulan	128
6.2 Saran	129
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	130
<b>LAMPIRAN</b>	133



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Debit Banjir DAS Kali Angke Tahun 2009, 2011, 2013, dan 2015	5
Tabel 2.2	Jumlah Debit Pada DAS Batang Arau	8
Tabel 2.3	Debit Banjir Pada Sub-DAS Gunting	9
Tabel 2.4	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	10
Tabel 3.1	Spesifikasi Kanal Landsat 8	15
Tabel 3.2	Kombinasi Band Citra Landsat 8	16
Tabel 3.3	Pemilihan Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	20
Tabel 3.4	Sifat-sifat Parameter Statistik pada Masing-masing Jenis Distribusi	21
Tabel 3.5	Nilai $\Delta$ kritik, Uji Smirnov Kolmogorov	22
Tabel 3.6	Nilai Chi Kuadrat Kritik	23
Tabel 3.7	Distribusi Hujan di Pulau Jawa	25
Tabel 3.8	Nilai <i>CN</i> Untuk Berbagai Jenis Tutupan Lahan	26
Tabel 3.9	Jenis Tanah Pada Hujan Efektif	27
Tabel 3.10	Hidrograf Satuan Metode <i>SCS</i>	28
Tabel 4.1	Ketersediaan Data Curah Hujan	32
Tabel 5.1	Ketersediaan Data Curah Hujan Untuk Penelitian	37
Tabel 5.2	Luasan Yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan	41
Tabel 5.3	Curah Hujan Maksimum Bulan Januari Sampai Juni	43
Tabel 5.4	Curah Hujan Maksimum Bulan Juli Sampai Desember	43
Tabel 5.5	Curah Hujan Kawasan Maksimum Setiap Tahun	44
Tabel 5.6	Perhitungan Parameter Statistik	45
Tabel 5.7	Penentuan Jenis Distribusi	46
Tabel 5.8	Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil	47
Tabel 5.9	Nilai <i>KT</i> Hasil Interpolasi Pengujian Chi-Kuadrat	49
Tabel 5.10	Perhitungan Nilai $\chi^2$ Pada Distribusi Log Pearson III	50
Tabel 5.11	Pengurutan Data Hujan dari Kecil ke Besar	51
Tabel 5.12	Nilai <i>KT</i> Hasil Interpolasi Pengujian Smirnov Kolmogorov	53

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov	55
Tabel 5.14 Nilai $\Delta P$ kritis Hasil Interpolasi	56
Tabel 5.15 Pemilihan Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	57
Tabel 5.16 Nilai Hujan Rencana	58
Tabel 5.17 Intensitas Hujan	59
Tabel 5.18 Distribusi Hujan Metode ABM Periode Ulang 20 Tahun	59
Tabel 5.19 Distribusi Hujan di Jawa Menurut Tadashi Tanimoto	60
Tabel 5.20 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun	61
Tabel 5.21 Luas Peta Tutupan Lahan 2014 Pada DAS Cilangla	64
Tabel 5.22 Luas Peta Tutupan Lahan 2019 Pada DAS Cilangla	65
Tabel 5.23 Perbandingan Luas Jenis Lahan 2014 dan 2019	66
Tabel 5.24 Perbandingan Hasil <i>Training Sample</i> Terhadap Pengamatan Lapangan Tahun 2014	67
Tabel 5.25 Perbandingan Hasil <i>Training Sample</i> Terhadap Pengamatan Lapangan Tahun 2019	68
Tabel 5.26 Karakteristik Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangla	69
Tabel 5.27 Luasan Berdasarkan Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangla	70
Tabel 5.28 Nilai <i>Curve Number</i> Setiap Jenis Lahan	70
Tabel 5.29 Perhitungan <i>CN</i> Komposit Pada Lahan Tahun 2014	71
Tabel 5.30 Perhitungan <i>CN</i> Komposit Pada Lahan Tahun 2019	72
Tabel 5.31 Data Distribusi Hujan Metode <i>ABM</i> Periode Ulang 20 Tahun	73
Tabel 5.32 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode <i>ABM</i> Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2014	74
Tabel 5.33 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode <i>ABM</i> Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2019	75
Tabel 5.34 Data Distribusi Hujan Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun	76
Tabel 5.35 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2014	78

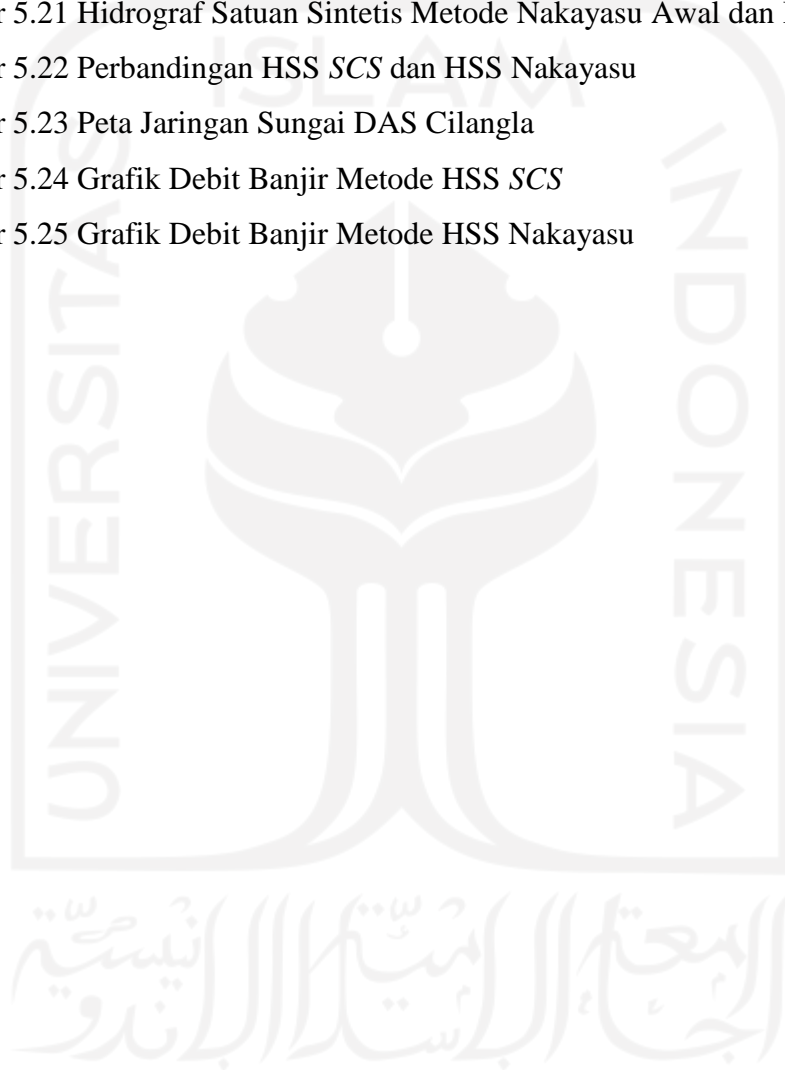
Tabel 5.36 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2019	79
Tabel 5.37 Bentuk Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS DAS Cilangla	81
Tabel 5.38 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS Pada DAS Cilangla	82
Tabel 5.39 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal HSS SCS	83
Tabel 5.40 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode SCS	85
Tabel 5.41 Unit Hidrograf pada Kurva $0 < t < 7,303$	89
Tabel 5.42 Unit Hidrograf pada Kurva $7,303 < t < 16,432$	89
Tabel 5.43 Unit Hidrograf pada Kurva $16,432 < t < 30,126$	90
Tabel 5.44 Unit Hidrograf pada Kurva $t > 30,126$	91
Tabel 5.45 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal Metode HSS Nakayasu	92
Tabel 5.46 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu	94
Tabel 5.47 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM	102
Tabel 5.48 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM	104
Tabel 5.49 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	107
Tabel 5.50 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	109
Tabel 5.51 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM	112
Tabel 5.52 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM	115
Tabel 5.53 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	118
Tabel 5.54 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	121
Tabel 5.55 Rekapitulasi Debit Banjir Periode Ulang 20 Tahun	125

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil Debit Kali Beringin akibat Pembangunan BSB	6
Gambar 2.2	Debit Limpasan DAS Jenelata	6
Gambar 2.3	Hasil Hidrograf Banjir DAS Sekanak	7
Gambar 3.1	Siklus Hidrologi	13
Gambar 3.2	Daerah Aliran Sungai	14
Gambar 3.3	Tampilan <i>DEM</i> (kiri) dan Hasil Delinasi (kanan)	17
Gambar 3.4	<i>Hyetograph</i> dengan <i>Alternating Block Method</i>	25
Gambar 4.1	Lokasi Studi Penelitian	31
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 5.1	Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2010	38
Gambar 5.2	Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2019 (Lengkap)	39
Gambar 5.3	Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2016	39
Gambar 5.4	Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2018	40
Gambar 5.5	Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2020	40
Gambar 5.6	Plotting Peluang Empiris	51
Gambar 5.7	Garis Teoritis	54
Gambar 5.8	Penentuan Nilai Peluang Teoritis	54
Gambar 5.9	<i>Hyetograph</i> Metode <i>ABM</i> Periode Ulang 20 Tahun	60
Gambar 5.10	Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	61
Gambar 5.11	Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun	62
Gambar 5.12	Peta Tutupan Lahan Tahun 2014 Pada DAS Cilangla	63
Gambar 5.13	Peta Tutupan Lahan Tahun 2019 Pada DAS Cilangla	64
Gambar 5.14	Perbandingan Luas Jenis Lahan Tahun 2014 dan 2019	66
Gambar 5.15	Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangla	69
Gambar 5.16	Perbandingan Nilai Hujan Efektif dengan Distribusi <i>ABM</i> Pada Tahun 2014 dan Tahun 2019	76



Gambar 5.17 Perbandingan Nilai Hujan Efektif dengan Distribusi Tadashi Tanimoto Pada Tahun 2014 dan Tahun 2019	79
Gambar 5.18 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode <i>SCS</i>	83
Gambar 5.19 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode <i>SCS</i> Awal dan Koreksi	87
Gambar 5.20 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu	91
Gambar 5.21 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu Awal dan Koreksi	96
Gambar 5.22 Perbandingan HSS <i>SCS</i> dan HSS Nakayasu	97
Gambar 5.23 Peta Jaringan Sungai DAS Cilangla	98
Gambar 5.24 Grafik Debit Banjir Metode HSS <i>SCS</i>	124
Gambar 5.25 Grafik Debit Banjir Metode HSS Nakayasu	124



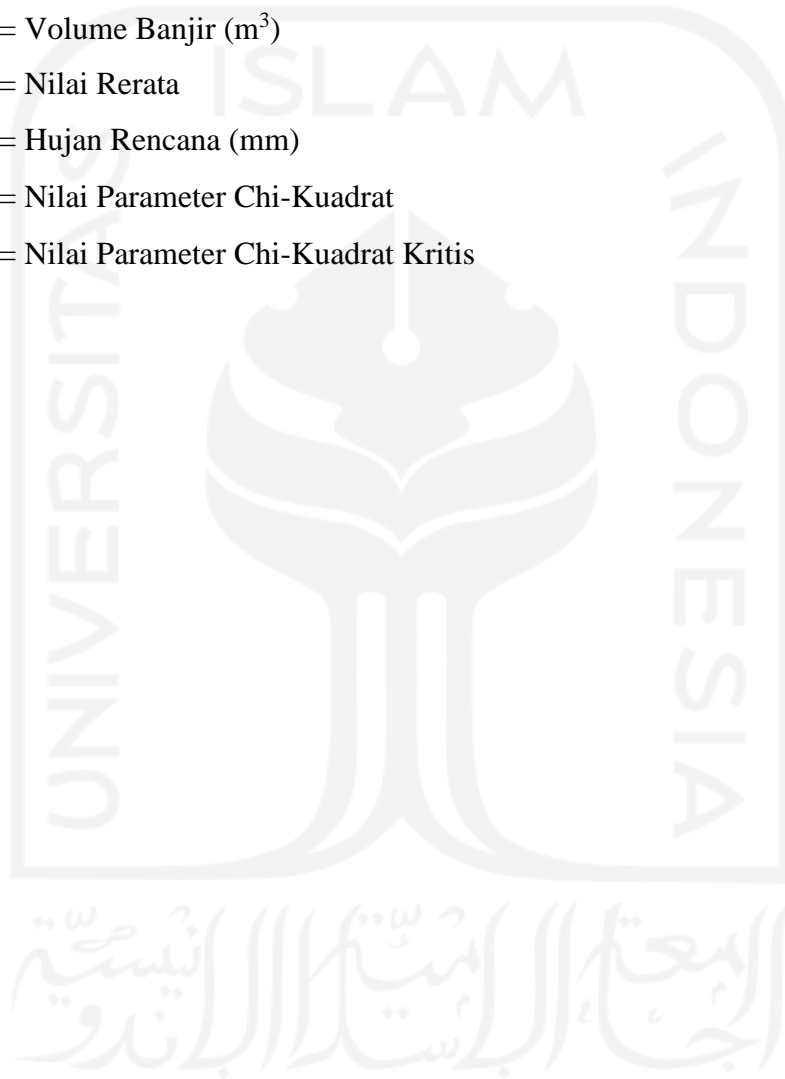
## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Time Schedule</i> Tugas Akhir	134
Lampiran 2	Data Curah Hujan Stasiun Kawalu	135
Lampiran 3	Data Curah Hujan Stasiun Singajaya	143
Lampiran 4	Data Curah Hujan Stasiun Karangnunggal	151
Lampiran 5	Data Curah Hujan Stasiun Bojongsambir	159
Lampiran 6	Data Curah Hujan Stasiun Padawaras	165
Lampiran 7	Peta Daerah Aliran Sungai Wilayah Sungai Ciwulan-Cilaki	173
Lampiran 8	Peta Administrasi dan Kontur Wilayah Kabupaten Tasikmalaya	174
Lampiran 9	Peta Landsat 8 DAS Cilangla	176
Lampiran 10	Grafik Probabilitas Uji Smirnov Kolmogorov	178
Lampiran 11	Tabel Frekuensi $K_T$ Untuk Distribusi Log Pearson III	181
Lampiran 12	Langkah-langkah Analisis Tutupan Lahan	183

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A$	= Luas DAS (km <sup>2</sup> )
$ABM$	= <i>Alternating Block Method</i>
$ARR$	= <i>Australian Rainfall-Runoff</i>
$\alpha$	= Koefisien Karakteristik Daerah Aliran Sungai
$C$	= Koefisien Limpasan
$C_k$	= Koefisien Kurtosis
$CN$	= <i>Curve Number</i>
$C_s$	= Koefisien Asimetri
$C_v$	= Koefisien Variasi
DAS	= Daerah Aliran Sungai
$\Delta P$	= Nilai Simpangan Maksimum pada Uji Smirnov
$\Delta P_e$	= Selisih Hujan Efektif (mm)
HSS	= Hidrograf Satuan Sintetis
$I$	= Intensitas Hujan (mm)
$L$	= Panjang Sungai (km)
$\bar{p}$	= Curah Hujan Rerata (mm)
$p_r$	= Waktu Dari Permulaan Banjir ke Puncak Hidrograf Pada HSS SCS (jam)
$P(X_i)$	= Nilai Peluang Empiris
$P'(X_i)$	= Nilai Peluang Teoritis
$P_e$	= Hujan Efektif (mm)
$P_{e\ kum}$	= Hujan Efektif kumulatif (mm)
$Q_p$	= Debit Puncak Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
$s$	= Standar Deviasi
$S$	= Retensi Potensial Maksimum
SCS	= <i>Soil Conservation Service</i>
$t_c$	= Waktu Konsentrasi (jam)
$t_g$	= Waktu Kelambatan (jam)

- $t_r$  = Durasi Satuan Waktu dari Hujan Efektif (jam)
- $t_p$  = Waktu Kelambatan (jam)
- $T_p$  = Waktu Dari Permulaan Banjir ke Puncak Hidrograf Pada Nakayasu (jam)
- $UH$  = Unit Hidrograf ( $m^3/detik/mm$ )
- USGS = *United States Geological Survey*
- $V$  = Volume Banjir ( $m^3$ )
- $\bar{x}$  = Nilai Rerata
- $X_T$  = Hujan Rencana (mm)
- $x^2$  = Nilai Parameter Chi-Kuadrat
- $x^2_{cr}$  = Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis



## ABSTRAK

Jumlah penduduk meningkat tiap tahun menyebabkan lahan untuk permukiman dan bangunan menjadi meluas, sehingga tutupan lahan menjadi berubah. Berubahnya fungsi lahan yang asalnya bisa menyerap air menjadi tidak bisa menyerap air mengakibatkan meningkatnya debit banjir di daerah aliran sungai. Tujuan penelitian adalah membandingkan pengaruh tutupan lahan tahun 2014 dan 2019 terhadap debit banjir Daerah Aliran Sungai Cilangla.

Analisis tutupan lahan menggunakan Landsat 8 tahun 2014 dan 2019 melalui metode *supervised classification* pada *software* Arcgis 10.3. Curah hujan rencana memakai Log Pearson III yang diuji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof. Pemilihan periode ulang berdasarkan tipologi kota yaitu 20 tahun. Analisis waktu konsentrasi dipakai metode *Australian Rainfall-Runoff (ARR)*. Analisis Hujan efektif menggunakan distribusi hujan metode *Alternating Block Methods (ABM)* dan Tadashi Tanimoto. Hidrograf satuan sintetis diperoleh dengan metode *Soil Conservation Service (SCS)* dan Nakayasu.

Tutupan lahan menunjukkan perubahan yang tidak signifikan dengan diperoleh nilai *Curve Number* pada tahun 2014 sebesar 74,595 dan tahun 2019 sebesar 74,795. Berdasarkan metode yang digunakan, nilai debit banjir terbesar yaitu menggunakan metode hidrograf satuan sintetis *Soil Conservation Service (SCS)* dengan distribusi hujan metode *ABM* diperoleh nilai pada tahun 2014 sebesar 1136,155 m<sup>3</sup>/detik dan tahun 2019 sebesar 1141,708 m<sup>3</sup>/detik.

**Kata Kunci :** Tutupan Lahan, Curah Hujan, Debit Banjir, Hujan Efektif, Hidrograf Banjir

## **ABSTRACT**

*The population increases every year causing the land for settlements and buildings to expand, so that the land cover becomes changed. Changes in land functions that can originally absorb water to be unable to absorb water have resulted in an increase in flood discharge in watersheds. The purpose of the study was to compare the effect of land cover in 2014 and 2019 on the flood discharge of the Cilangla River Basin.*

*Land cover analysis using Landsat 8 in 2014 and 2019 through the supervised classification method in arcgis 10.3 software. Rainfall was planned using the Pearson III Log tested Chi Squared and Smirnov Kolmogorof. Re-election of the period based on the typology of the city which is 20 years. The analysis of the preparation time used the Australian Rainfall-Runoff (ARR) method. Rain Analysis is effective using the rain distribution methods of Alternating Block Methods (ABM) and Tadashi Tanimoto. Synthetic unit hydrographs were obtained by the Soil Conservation Service (SCS) and Nakayasu methods.*

*Land cover showed insignificant changes by obtaining a Curve Number value in 2014 of 74,595 and in 2019 of 74,795. Based on the method used, the largest flood discharge value is using the Soil Conservation Service (SCS) synthetic unit hydrograph method with the rain distribution of the ABM method obtained a value in 2014 of 1136,155 m<sup>3</sup> / second and in 2019 of 1141,708 m<sup>3</sup> / second.*

**Keywords :** *Land Cover, Rainfall, Flood Discharge, Effective Rainfall, Flood Hydrograph*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jumlah penduduk yang selalu meningkat tiap tahun di semua daerah akan selaras dengan perkembangan pembangunan yang selalu meningkat tiap tahunnya, salah satunya di daerah Kabupaten Tasikmalaya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tasikmalaya, jumlah penduduk Kabupaten Tasikmalaya pada tahun 2020 mengalami kenaikan sebesar 0,29 % dibandingkan tahun 2019. Kenaikan jumlah penduduk menyebabkan lahan untuk permukiman dan bangunan lainnya menjadi meluas, sehingga pola tutupan lahan juga akan berubah.

Perubahan tutupan lahan seperti penggundulan hutan, perubahan daerah terbuka hijau, perubahan lahan sawah menjadi daerah permukiman dan industri dan lain sebagainya akan merubah kondisi hidrologi seperti perubahan proses pengaliran pada permukaan tanah, perubahan debit banjir, dan perubahan daya serap air ke dalam tanah. Lahan permukiman dan bangunan yang jadi meluas menyebabkan lahan yang dapat menyerap air menjadi berkurang dan berimbas terhadap curah hujan menjadi lebih cepat mengalir ke sungai serta bisa menyebabkan air di sungai meluap. Secara tidak langsung pertumbuhan penduduk dan perkembangan pembangunan yang selalu meningkat mempengaruhi siklus dan kondisi hidrologi.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas, berubahnya fungsi lahan yang asalnya dapat menyerap air menjadi tidak dapat menyerap air akan mengakibatkan meningkatnya debit banjir di daerah aliran sungai. Salah satunya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilangla pada Tahun 2016 pernah terjadi banjir tepatnya di Desa Cikupa, Kecamatan Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya. Berlandaskan alasan-alasan yang telah disebutkan diatas menjadi bahan pertimbangan bagi penulis untuk melakukan penelitian tentang analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap debit banjir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilangla.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa curah hujan kawasan dan curah hujan rencana pada DAS Cilangla ?
2. Bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi di DAS Cilangla tahun 2014 dan tahun 2019 dengan menggunakan peta tutupan lahan dari pengamatan citra satelit USGS Landsat 8 ?
3. Bagaimana hubungan antara debit banjir DAS Cilangla dengan perubahan tutupan lahan di daerah aliran sungai tersebut ?
4. Berapa nilai debit banjir akibat adanya perubahan tutupan lahan pada DAS Cilangla Kabupaten Tasikmalaya ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai curah hujan kawasan dan curah hujan rencana pada DAS Cilangla.
2. Mengetahui kondisi perubahan tutupan lahan yang terjadi di DAS Cilangla pada tahun 2014 dan tahun 2019 dengan pengamatan citra satelit USGS Landsat 8.
3. Mengetahui pengaruh hubungan perubahan tutupan lahan terhadap debit banjir di DAS Cilangla.
4. Mengetahui nilai debit banjir akibat adanya perubahan tutupan lahan pada DAS Cilangla.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang bisa didapatkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat untuk penulis yaitu bisa menerapkan materi-materi yang telah didapat dari hasil perkuliahan dengan menganalisis debit banjir akibat perubahan tutupan lahan.
2. Memberikan wawasan dan pengetahuan baik itu bagi penulis ataupun pembaca khususnya tentang kondisi hidrologi dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya oleh perubahan tutupan lahan serta mengetahui bahwa ada faktor saling mempengaruhi antara debit banjir dengan pengaruh perubahan tutupan lahan.



3. Memberikan suatu bahan pertimbangan bagi pihak-pihak terkait baik untuk pengembangan potensi sumber daya air dan pembangunan bangunan air di wilayah Kabupaten Tasikmalaya dan DAS Cilangla.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Berdasarkan beberapa pertimbangan seperti biaya, waktu dan pengkajian yang terlalu luas, maka diharuskan ada sebuah batasan. Dan batasan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilangla dan hanya ditekankan untuk menganalisis debit banjir akibat adanya perubahan tutupan lahan di DAS Cilangla
2. Data curah hujan dipakai tahun 2010 sampai tahun 2020 serta berasal dari lima stasiun tangkapan hujan yaitu Stasiun Bojonggambir, Stasiun Karangnunggal, Stasiun Kawalu, Stasiun Singajaya dan Stasiun Padawaras
3. Data tutupan lahan yang digunakan yaitu tahun 2014 dan 2019 dari pengamatan citra satelit USGS Landsat 8.
4. Analisis curah hujan kawasan menggunakan metode poligon Thiessen.
5. Analisis hujan rencana menggunakan metode Mononobe, *Alternating Block Method (ABM)*, dan metode Tadashi Tanimoto.
6. Perhitungan hujan efektif menggunakan metode *Soil Conservation Service (SCS)*.
7. Data parameter dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilangla pada tahun pengamatan 2014 dan 2019 tidak ada perubahan (perubahan diabaikan).
8. Nilai debit aliran dasar (*baseflow*) diperhitungkan berdasarkan bentuk Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) dan nilai debit aliran dasar (*baseflow*) pada tahun pengamatan 2014 dan 2019 tidak ada perubahan (perubahan diabaikan).
9. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode analisis Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) metode Nakayasu dan *Soil Conservation Service (SCS)*.
10. Tidak menganalisis faktor ekonomi maupun sosial akibat dari perubahan tutupan lahan tersebut.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Umum**

Tinjauan pustaka menurut Leddy (1997) mengartikan pustaka sebagai uraian yang berisi tentang ungkapan tentang penelitian sebelumnya dan kaitannya dengan penelitian yang akan dilakukan. Manfaat dari tinjauan pustaka ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui batasan penelitian dan hubungan antara studi penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian-penelitian terdahulu.
2. Mengetahui dasar pemikiran pada peneliti agar dapat menyimpulkan hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian.
3. Dapat mengetahui tema, konsep dan gagasan dari sebuah penelitian yang akan dilakukan.
4. Mengetahui alasan penelitian yang akan dilakukan penting untuk diteliti.

### **2.2 Penelitian Terdahulu**

Penelitian-penelitian terdahulu yang dituliskan di tinjauan pustaka pada naskah ini semuanya tentang analisis perubahan tutupan lahan terhadap debit sungai tetapi di lokasi studi berbeda-beda. Penelitian terdahulu tersebut ada 6, yaitu sebagai berikut.

#### **2.2.1 DAS Hilir Kali Angke**

Suherman dan Firmansyah (2017) melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke. Tujuan penelitian yaitu mengetahui debit banjir akibat perubahan tata guna lahan serta upaya penanggulangannya.

Pada penelitian ini data yang dipakai yaitu berupa data curah hujan harian dari 4 stasiun, data peta tata guna lahan (tahun 2009, 2011, 2013, dan 2015), peta rencana tata ruang wilayah Jakarta, dan peta DAS. Metode analisis hidrologi yang digunakan yaitu metode aljabar, poligon Thiessen, dan metode Log Pearson III

untuk jenis distribusi frekuensinya, dengan kala ulang 5 dan 10 tahun. Analisis tata guna lahan menggunakan bantuan program ArcGis dan didapat 12 jenis tata guna lahan.

Hasil analisis perubahan lahan diperoleh nilai (*run off*) 0,41 untuk tahun 2009, 0,45 untuk tahun 2011 dan 2013, serta 0,49 untuk tahun 2015. Hujan terpusat maksimum selama 6 (enam) jam sehari. Hasil nilai debit banjir menggunakan metode rasional pada DAS Kali Angke ada pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Debit Banjir DAS Kali Angke Tahun 2009, 2011, 2013, dan 2015**

Tahun	Kala Ulang	Intensitas Hujan (I), mm/jam	Koef. Limpasan (C)	Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Debit (Q), m <sup>3</sup> /detik
2009	5	49,57	0,41	487,32	2753,35
	10	57,95	0,41	487,32	3218,82
2011 dan 2013	5	54,41	0,45	487,32	3317,04
	10	63,6	0,45	487,32	3877,29
2015	5	59,24	0,49	487,32	3932,51
	10	69,25	0,49	487,32	4597,00

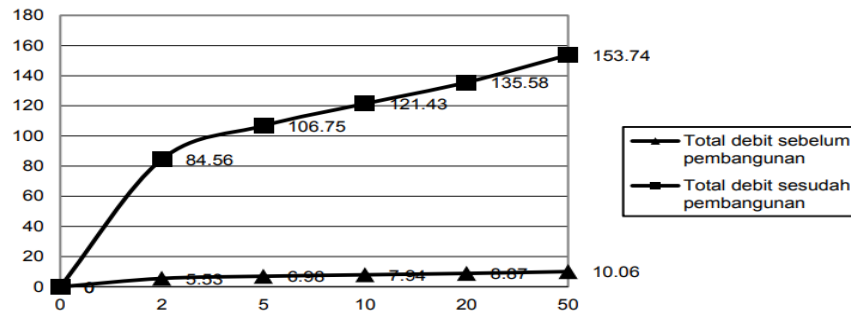
(Sumber : Suherman dan Firmansyah, 2017)

### 2.2.2 DAS Beringin di Bukit Semarang Baru

Sumiyadi (2017) melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan pada Sub DAS Beringin di Bukit Semarang Baru. Tujuan penelitian yaitu mengetahui nilai debit limpasan sebelum dan sesudah perubahan tata guna lahan.

Penelitian ini memakai data curah hujan tahun 1991 sampai 2004 dan data topografi. Analisis hidrologi memakai periode ulang 2, 5, 10, 20, dan 50 tahun serta jenis distribusi Gumbel. Hasil analisis hujan rencana, hujan berlangsung selama 2 jam sehingga intensitas curah hujan memakai metode sederhana.

Hasil dari analisis tata guna lahan, lahan sebelumnya seluas 12 km<sup>2</sup> memiliki koefisien limpasan (*run off*)  $C = 0,05$  berubah menjadi lahan dengan koefisien limpasan (*run off*)  $C = 0,75 - 0,95$ . Analisis debit sungai menggunakan metode rasional dengan periode ulang 2 tahunan. Hasil debit sungai seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Hasil Debit Kali Beringin akibat Pembangunan BSB**

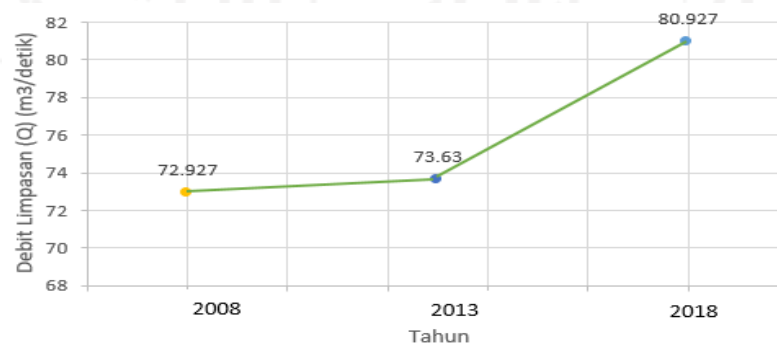
(Sumber : Sumiyadi, 2017)

### 2.2.3 DAS Jenelata Kabupaten Gowa

Azhari dan Aris (2020) melakukan penelitian dengan judul Analisis Debit Limpasan Akibat Adanya Perubahan tata guna Lahan (Studi Kasus DAS Jenelata Kabupaten Gowa). Tujuan penelitian untuk mengetahui debit limpasan akibat pengaruh perubahan tata guna lahan pada DAS Jenelata.

Data curah hujan dipakai tahun 2008-2017 dari 3 stasiun pengamatan. Analisis hidrologi memakai metode poligon Thiessen, jenis distribusi Log Pearson Type III, dan intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe. Hasil yang didapat yaitu nilai luas DAS sebesar 222,60 Km<sup>2</sup>, nilai curah hujan dengan periode ulang 2 sampai 100 tahun, dan nilai intensitas curah hujan sebesar 10,415 mm/jam.

Analisis tata guna lahan tahun 2008, 2013, dan 2018 dibagi menjadi 8 klasifikasi lahan dengan nilai koefisien limpasan rata rata berturut turut sebesar 0,110, 0,111 dan 0,122. Analisis debit limpasan menggunakan metode rasional didapat hasil nilai debit limpasan seperti pada Gambar 2.2 berikut.



**Gambar 2.2 Debit Limpasan DAS Jenelata**

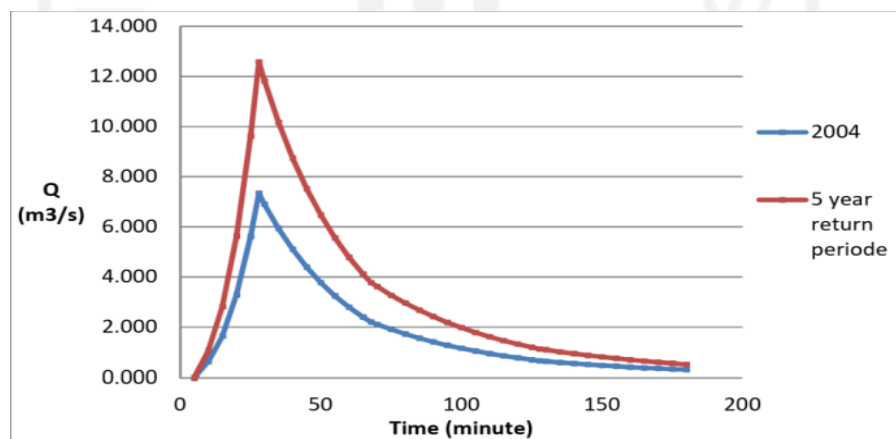
(Sumber : Azhari dan Aris, 2020)

#### 2.2.4 DAS Sekanak (*Sekanak Watershed*)

Lestari, Anugerah, dan Sarino (2019) melakukan penelitian dengan judul *Analysis of Flood Hydrograph to the Land Cover Change on Flood Peak Discharge in the Sekanak Watershed*. Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan di DAS Sekanak dan menganalisis debit puncak banjir di Sub DAS Sekanak bagian hulu.

Analisis karakteristik DAS menggunakan metode analisis DEM, didapat hasil luasan DAS sebesar 2,86 km<sup>2</sup> dan terbagi menjadi 10 sub DAS. Data penggunaan lahan yang dipakai yaitu tahun 2004 dan 2014. Hasil analisis lahan didapat 11 klasifikasi lahan dengan koefisien DAS pada tahun 2004 sebesar 0,4931 dan tahun 2014 sebesar 0,5082. Analisis hidrologi memakai data curah hujan pada stasiun hujan Illir Timur dari tahun 2004 sampai tahun 2014.

Jenis distribusi hujan terpilih yaitu Log Pearson Type III, intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe, dan analisis *hyetograph* dengan metode *ABM* (*Alternating Block Method*) serta curah hujan efektif dengan metode *SCS* (*Soil Conservation Service*). Hasil perhitungan nilai hidrograf banjir dengan kala ulang 5 tahun seperti pada Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.3 Hasil Hidrograf Banjir DAS Sekanak**

(Sumber : Lestari dkk, 2019)

#### 2.2.5 DAS Batang Arau, Padang (*Batang Arau Watershed, Padang*)

Utama, Amrizal, Berd dan Zuherna (2019) melakukan penelitian berjudul *Flood Debit Analysis Based On Land Cover : A Case of Batang Arau Watershed*,

*Padang*. Maksud dan tujuan penelitian untuk mengetahui debit berdasarkan penggunaan lahan.

Data curah hujan memakai tahun 2005-2017. Analisis hidrologi menggunakan metode Thiessen serta analisis frekuensi menggunakan Gumbel dan Log Pearson III. Intensitas curah hujan menggunakan persamaan sederhana. Analisis penggunaan lahan menggunakan metode pengamatan citra satelit dengan bantuan ArcGIS dan dibagi menjadi 11 jenis lahan.

Analisis debit menggunakan rumus rasional dengan dibagi menjadi dua, yaitu perhitungan debit limpasan akibat pengaruh penggunaan lahan dan akibat 13 sub DAS yang telah ada. Hasil debit dari keduanya tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2 Jumlah Debit Pada DAS Batang Arau**

No	Area	Debit	No	Area	Debit
1	Batu Putih	4,282	8	Indarung Hulu	26,002
2	Bt. Arau	17,945	9	Air Beringin	9,144
3	Bt. Jirak/Pengambiran	15,826	10	Sekayang Gadang	11,991
4	Padang Idas	6,777	11	Luwung	12,636
5	Lubuk Kilangan	22,634	12	S. Gayo	25,067
6	Lubuk Paraku	13,633	13	Sikabau Kacik	27,180
7	Gadut Hulu + Tengah	33,983	Total Debit		230,100

(Sumber : Utama dkk, 2019)

### 2.2.6 Sub DAS Gunting (*Gunting Sub-Watershed*)

Wirosoedarmo, Anugroho, Sari, dan Gustinasari (2018) melakukan penelitian untuk mengetahui debit banjir akibat perubahan penggunaan lahan pada DAS Gunting. Penelitian tersebut berjudul *The Study Of Land Cover Change To Flood Discharge In Gunting Sub-Watershed Of Jombang Regency, East Java-Indonesia*.

Penelitian ini menggunakan data curah hujan tahun 1995 hingga 2014 dari 9 stasiun pengamatan, data peta topografi, data peta penggunaan lahan tahun 2009 dan 2014. Analisis hidrologi menggunakan curah hujan maksimum tahunan, analisis frekuensi terpilih yaitu distribusi Log Pearson III, waktu konsentrasi ( $t_c$ ) menggunakan metode Kirpich, dan analisis intensitas curah hujan dengan metode

Mononobe. Hasil dari analisis didapat durasi hujan selama 7 jam. Analisis lahan menggunakan tahun pengamatan 2009 dan 2014 dengan 7 jenis pemanfaatan lahan.

Analisis debit banjir rencana menggunakan analisis regresi linier berganda. Hasil analisis debit banjir berada pada Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3 Debit Banjir Pada Sub-DAS Gunting**

Periode Ulang (tahun)	Debit Banjir, Q (m <sup>3</sup> /detik)	
	2009	2014
2	123,119	133,741
5	142,944	169,571
10	157,551	197,951
16	167,515	226,402
25	176,854	238,392
50	192,678	272,626
100	208,677	310,229

(Sumber : Wirosoedarmo dkk, 2018)

### **2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan**

Berdasarkan tinjauan pustaka berbentuk penelitian-penelitian terdahulu yang telah dijelaskan diatas, dibawah ini tabel perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

### **2.4 Keaslian Penelitian**

Penelitian yang akan dilakukan oleh Fauzi (2022) merupakan tidak plagiasi dari penelitian terdahulu karena memiliki beberapa perbedaan. Perbedaan tersebut terletak pada lokasi penelitian yang berada di DAS Cilangla Kabupaten Tasikmalaya. Di lokasi tersebut belum ada penelitian yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan. Hal lainnya memiliki beberapa persamaan seperti beberapa metode pada analisis curah hujan dan analisis tutupan lahan menggunakan *software* ArcGis untuk melakukan analisis tutupan lahan.

**Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan**

Penelitian Terdahulu							Penelitian yang Akan Dilakukan
Aspek	Suherman dan Firmansyah (2017)	Sumiyadi (2017)	Wirosoedarmo dkk (2018)	Lestari dkk, (2019)	Utama dkk, (2019)	Azhari dan Aris (2020)	Fauzi (2022)
<b>Lokasi Studi Penelitian</b>	DAS Hilir Aliran Kali Angke, Jakarta	Sub DAS Beringin, Kota Semarang	Sub-DAS Gunting, Kabupaten Jombang	DAS Sekanak, Kota Palembang	DAS Batang Arau, Padang	DAS Jenelata, Kabupaten Gowa	Daerah Aliran (DAS) Cilangla, Kabupaten Tasikmalaya
<b>Data yang Dipakai</b>	Dokumentasi, wawancara, dan profil sungai serta data curah hujan tahun 2006-2015, peta tata guna lahan (tahun 2009, 2011, 2013,dan 2015).	Data peta topografi, data curah hujan tahun 1991-2004, dan peta tata guna lahan.	Data curah hujan tahun 1995 - 2014, peta penggunaan lahan tahun 2009 dan 2014, peta topografi; peta administrasi, peta jenis tanah, peta sungai gunting dan peta DAS Gunting.	Data peta DAS Sekanak, data curah hujan tahun 2004-2014 dan peta penggunaan lahan tahun 2004 dan tahun 2014	Data curah hujan tahun 2005 - 2017, peta DAS dan peta penggunaan lahan.	Peta tata guna lahan tahun 2008, 2013 dan 2018 (landsat), data koefisien pengaliran, data curah hujan tahun 2008 - 2017 dan peta DAS jenelata.	Data peta Tutupan lahan tahun 2014 dan 2019 (landsat 8), peta DAS Cilangla, dan data curah hujan tahun 2010-2020.



Lanjutan Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Penelitian Terdahulu							Penelitian yang Akan Dilakukan
Aspek	Suherman dan Firmansyah (2017)	Sumiyadi (2017)	Wirosoedarmo dkk (2018)	Lestari dkk, (2019)	Utama dkk, (2019)	Azhari dan Aris (2020)	Fauzi (2022)
<b>Metode/ Tahapan Penelitian</b>	Metode Thiessen dengan Log Pearson III, intensitas curah hujan, analisis tata guna lahan menggunakan ArcGis, dan analisis debit banjir metode rasional.	Analisis curah hujan dengan metode statistik, metode Gumbel, metode mononobe, analisis tata guna lahan (Koef. C), dan analisis debit rencana pakai metode rasional.	Analisis DAS dan penggunaan lahan dengan memakai metode dari peta, analisis hujan dengan metode Log Pearson III, intensitas hujan dengan kurva IDF, analisis debit banjir dengan rumus rasional.	Analisis curah hujan dengan metode statistik, dan metode Log Pearson III, analisis (Tc) dengan Kirpich, metode mononobe, analisis DAS dan lahan dengan DEM, analisis banjir dengan sintesis Nakayasu.	Curah hujan dihitung dengan metode Thiessen dan debit diukur dengan menggunakan rumus ransum.	Metode Thiessen dan jenis distribusi Log Pearson III, intensitas hujan dengan mononobe, analisis penggunaan lahan (Koef. Limpasan), dan analisis debit limpasan dengan metode rasional.	Tutupan lahan menggunakan landsat 8, metode Thiessen dan distribusi terpilih, metode Mononobe dan debit banjir metode SCS dan Nakayasu.

## **BAB III**

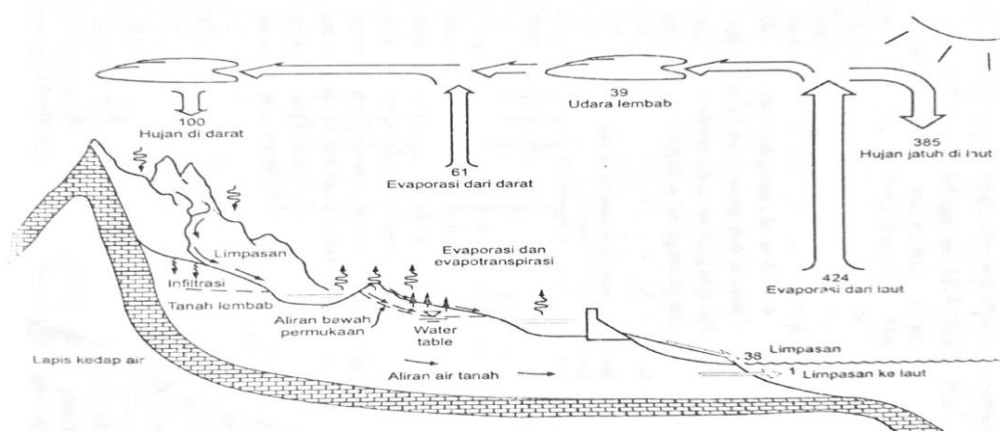
### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya sampai sifat-sifatnya serta hubungan dengan lingkungan dan makhluk hidup. Siklus hidrologi merupakan proses air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi, sehingga sinar matahari merupakan kunci siklus hidrologi dapat berjalan.

Proses siklus hidrologi terjadi ketika air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara dan naik ke atmosfer yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air berbentuk awan. Selanjutnya titik air tersebut jatuh sebagai hujan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (*surface runoff*) yang mengisi cekungan tanah, danau, sungai dan laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai yang berakhir di laut.

Proses tersebut berlangsung terus menerus, sehingga aspek hidrologi sangat tergantung pada perubahan penggunaan lahan (penggundulan hutan, perubahan lahan sawah menjadi pemukiman, perubahan hutan menjadi sawah) dan tergantung pada perubahan penutup permukaan tanah (dari tanah atau rumput menjadi aspal atau beton). Didalam aspek hidrologi terdapat tentang tata guna lahan atau tutupan lahan, sehingga ada hubungan antara hidrologi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1 Siklus Hidrologi**

Sumber (Triatmodjo, 2008)

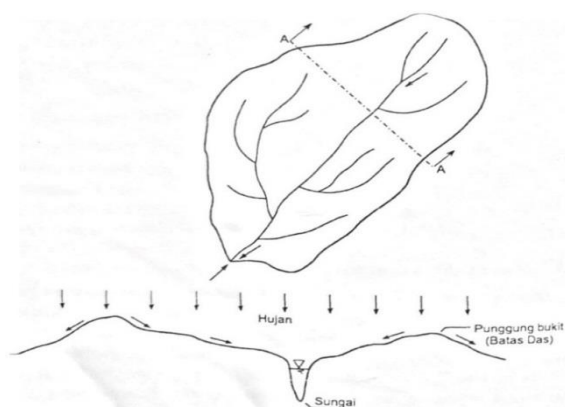
### 3.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Barus dan Wiradisastra (2000) menerangkan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi. Sistem Informasi Geografis (SIG) berguna untuk mengetahui penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan yang terjadi di daerah tersebut sesuai dengan kondisi geografis yang ada. Kelebihan SIG adalah menyajikan informasi spasial maupun non spasial secara bersama-sama. Contohnya tutupan lahan dapat disajikan dalam bentuk batas-batas yang mempunyai atribut penjelasan dalam bentuk tulisan maupun angka. Informasi yang berlainan tema umumnya disajikan dalam layer informasi yang berbeda, sebagai contoh akan terdapat layer informasi jalan, ketinggian, bangunan dan sebagainya.

### 3.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Triatmodjo (2008) menyebutkan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung sehingga air hujan yang jatuh akan mengalir menuju sungai utama. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Semakin besar DAS semakin besar juga jumlah limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih

rendah. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi adalah DAS. Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 Daerah Aliran Sungai**

Sumber (Triatmodjo, 2008)

### 3.4 Tutupan Lahan

Menurut Syahbana (2013) tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik (*visual*) dari vegetasi, benda alam, dan sensor budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap objek tersebut. Informasi tutupan lahan berguna untuk berbagai bidang terutama untuk pengelompokan fungsi lahan serta bahan informasi perubahan tutupan lahan dari tahun ke tahun. Tutupan lahan dapat diketahui dengan pengamatan langsung menggunakan citra satelit. Tujuan dari pengelompokan fungsi lahan tersebut di dalam hidrologi berfungsi sebagai penentuan nilai koefisien limpasan atau nilai *Curve Number (CN)*. Fungsi lahan yang berbeda memiliki tingkat infiltrasi dan tingkat limpasan yang berbeda. Analisis tutupan lahan menggunakan software ArcGis ada dua metode yaitu metode *unsupervised classification* dan *supervised classification*. Perbedaan *unsupervised classification* yaitu mencari klasifikasi lahan secara otomatis dengan membagi dan menentukan terlebih dahulu klasifikasi lahan sedangkan *supervised classification* yaitu mencari klasifikasi lahan secara manual dengan membuat *training sampel* pada jenis lahan yang sudah ditentukan menggunakan kombinasi *band*.

### 3.5 Citra Satelit Landsat

Citra satelit landsat adalah salah satu citra satelit sumber daya alam tertua di bumi milik NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang mempunyai resolusi spasial 30 m x 30 meter (kecuali saluran inframerah thermal), dan merekam dalam 7 saluran spektral. Saluran citra satelit landsat peka terhadap respons atau tanggapan spektral obyek yang membuat saluran spektral yang bervariasi sebagai cerminan. Variasi tanggapan spektral pada setiap saluran merupakan salah satu kelebihan dari citra satelit landsat. Setiap saluran dalam citra satelit mempunyai interpretasi berbeda atau mempunyai makna tertentu. Menurut Nur Fitriana Sari (2014), terdapat tiga tahapan yang dilakukan dalam proses interpretasi citra yaitu tahapan deteksi, tahapan identifikasi, dan tahapan analisis.

#### 3.5.1 Karakteristik Citra Satelit Landsat 8

Landsat 8 yang merupakan penyempurnaan dari Landsat 7 memiliki unsur penyempurnaan yang terletak pada nilai bit dari tiap piksel citra, rentang spektrum yang dapat ditangkap sensor, dan jumlah *band*. Landsat 8 memiliki orbit *sun-synchronous* pada ketinggian 705 km di atas permukaan bumi dan bisa mencakup area scan sebesar 170 km x 183 km. Penjelasan mengenai karakteristik dan spesifikasi kanal dalam Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Spesifikasi Kanal Landsat 8**

No. Kanal	Kanal	Kisaran Spektral (nm)	Jenis Data	GSD (resolusi spasial)	Radiance (W/m <sup>2</sup> sr <sup>um</sup> ), typical	SNR (typical)
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal zone</i>	30 m	40	130
2	Biru	450-515	<i>Pigment/scatter/coastal</i>	30 m	40	130
3	Hijau	526-600	<i>Pigment/coastal</i>	-	30	100
4	Merah	630-680	<i>Pigment/coastal</i>	-	22	90

**Lanjutan Tabel 3.1 Spesifikasi Kanal Landsat 8**

5	Infra merah dekat	845-885	<i>Foliage/coastal</i>	-	14	90
6	SWIR 2	1560-1660	<i>Foliage</i>	-	4.0	100
7	SWIR 3	2100-2300	<i>Minerals/litter/noscatter</i>	-	-	-
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	15 m	23	80
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30 m	6.0	130

Sumber : (United States Geological Survey)

### 3.6 Klasifikasi Citra Satelit Landsat

Menurut Lillesand dan Kiefer (1990), klasifikasi citra adalah proses pengelompokkan piksel suatu citra dengan cara mengidentifikasi corak warna kenampakan objek tersebut pada citra ke dalam beberapa kelas berdasarkan suatu kriteria atau kategori objek hingga menghasilkan peta tematik dalam bentuk raster. Melakukan klasifikasi citra satelit pada Landsat 8 menjadi lebih mudah memakai bantuan *software* ArcGIS. Kombinasi *band* yang dipakai untuk klasifikasi citra satelit pada Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Kombinasi Band Citra Landsat 8**

Aplikasi / Tutupan Lahan	Band 8	Aplikasi / Tutupan Lahan	Band 8
	R G B		R G B
<i>Natural color</i>	4 3 2	<i>Shortwave infrared</i>	7 5 4
<i>False color (urban)</i>	7 6 4	<i>Vegetation analysis</i>	6 5 4
<i>Color infrared (vegetation)</i>	5 4 3	<i>Natural with atmospheric removal</i>	7 5 3
<i>Agriculture</i>	6 5 2	<i>Healthy vegetation</i>	5 6 2
<i>Atmospheric penetration</i>	7 6 5	<i>Land / water</i>	5 6 2

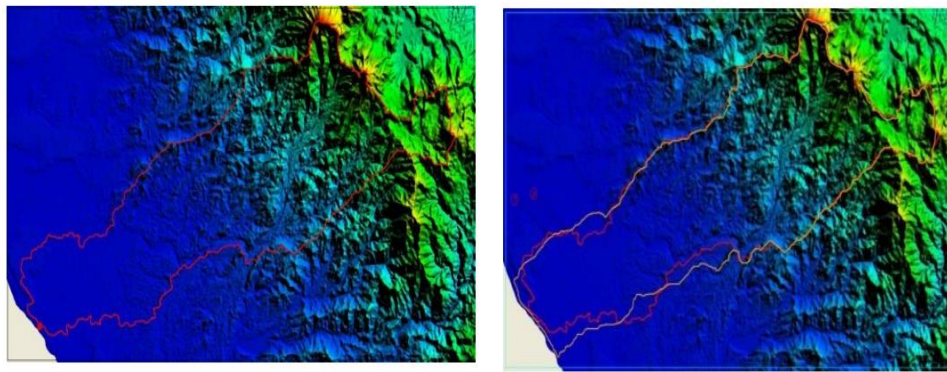
Sumber : (<https://Geosis.id>, 2017)

### 3.7 Delineasi Batas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Delineasi batas daerah aliran sungai (DAS) yaitu proses penentuan batas DAS atau Sub-DAS berdasar karakteristik hidrologi suatu bentang alam. Seiring dengan



perkembangan teknologi, apabila batas DAS belum dibuat sama sekali atau ingin membuat ulang, maka delineasi batas DAS bisa dilakukan dari awal secara otomatis dengan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) dan bantuan operasi data raster serta bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil gambar delineasi DAS dengan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



**Gambar 3.3 Tampilan DEM (kiri) dan Hasil Delinasi (kanan)**

Sumber : (Gunawan, 2011)

### **3.7.1 Digital Elevation Model (DEM)**

*Digital Elevation Model* (DEM) merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, *processing*, dan penyajian informasi medan. Salah satu contoh pemanfaatan DEM adalah untuk menurunkan jaringan sungai dan karakteristik DAS (yang mencakup: topografi, geomorfologi, jaringan sungai) terkait dengan aplikasi hidrologi dan manajemen sumberdaya air. Selain itu DEM bisa membuat klasifikasi penutupan lahan dengan mengaitkan data kemiringan.

### **3.7.2 Tahapan Delineasi DAS**

Adapun langkah-langkah delineasi DAS adalah sebagai berikut.

1. Mengakuisisi data *Digital Elevation Model* (DEM) yang data tersebut berisi ketinggian medan di wilayah tertentu.
2. Menentukan arah aliran antar piksel, dilakukan dengan membandingkan ketinggian relatif satu pixel terhadap 8 *pixel* disekelilingnya.

3. Menentukan akumulasi aliran air menjadi arah aliran baru atau membentuk daerah yang diprediksi menjadi sungai.
4. Menentukan garis sungai yang sebenarnya dari lapisan akumulasi aliran dengan *spatial analyst raster calculator*.

### 3.8 Analisis Curah Hujan Kawasan

Analisis curah hujan kawasan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam debit banjir rencana. Metode untuk menentukan curah hujan kawasan menggunakan metode poligon Thiessen. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Persamaan untuk menentukan curah hujan rerata dengan metode ini adalah sebagai berikut.

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.1)$$

dengan :

$\bar{p}$  = hujan rerata kawasan (mm)

$p_1, p_2, \dots, p_n$  = hujan pada stasiun 1,2,3, ...,  $n$  (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = luas daerah yang mewakili stasiun 1,2,3, ...,  $n$  (km<sup>2</sup>)

### 3.9 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi merupakan suatu analisis hidrologi untuk menentukan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu yang biasa disebut hujan rencana. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana yaitu parameter statistik, periode ulang, penentuan jenis distribusi probabilitas yang terpilih dan pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

#### 3.9.1 Parameter Statistik

Parameter statistik adalah parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel. Pengukuran parameter statistik meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan dispersi (*dispersion*).

1. Tendensi Sentral



Nilai rerata (*average*) merupakan nilai yang cukup representatif untuk pengukuran dalam suatu distribusi dan mempunyai bentuk berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.2)$$

dengan :

$\bar{x}$  = Rerata

$x_i$  = Variabel random

$n$  = Jumlah data

Sedangkan median adalah nilai tengah dari suatu distribusi, atau dapat dikatakan variat yang membagi distribusi frekuensi menjadi dua bagian yang sama. Probabilitas dari median adalah 50%.

## 2. Dispersi

Dispersi (*dispersion*) adalah besarnya derajat sebaran variat di sekitar nilai reratanya. Penyebaran data dapat diukur dengan deviasi standar (*standard deviation*) dan varian. Varian dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.3)$$

Nilai  $s^2$  adalah varian. Akar dari varian ( $s$ ) adalah deviasi standar yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.4)$$

Sedangkan koefisien varian adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dan nilai rerata, yang mempunyai persamaan sebagai berikut.

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.5)$$

Kemencengan (*skewness*) dapat digunakan untuk mengetahui derajat ketidak-simetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Kemencengan diberikan oleh persamaan berikut.

$$a = \frac{1}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (3.6)$$

Koefisien asimetri didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C_s = \frac{a}{s^3} \quad (3.7)$$

Persamaan kefisien kurtosis adalah sebagai berikut.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (3.8)$$

### 3.9.2 Periode Ulang

Periode ulang (*return period*) didefinisikan sebagai waktu hipotetik debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu ( $X_T$ ) akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Berdasarkan data debit atau hujan untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan debit atau hujan yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam  $T$  tahun, dan debit/hujan tersebut dikenal sebagai debit/hujan dengan periode ulang  $T$  tahun.

**Tabel 3.3 Pemilihan Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota**

Tipologi Kota	Luas DAS (Ha)			
	< 10	10-100	101-500	> 500
Kota Metropolitan	2 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun	10-25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-20 tahun
Kota Sedang	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun
Kota Kecil	2 tahun	2 tahun	2 tahun	2-5 tahun

Sumber : (PerMenPU RI No.12 Tahun 2014)

### 3.9.3 Jenis Distribusi Probabilitas

Jenis distribusi digunakan dalam analisis frekuensi harus sesuai dengan sifat-sifat parameter statistiknya yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3.4 Sifat-sifat Parameter Statistik pada Masing-masing Jenis Distribusi**

No	Jenis Distribusi	Sifat-sifat / Persyaratan
1	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68,27\%$ $(\bar{x} \pm 2s) = 95,44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_v = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson Tipe III	Selain nilai dari atas

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

### 3.9.4 Pengujian Jenis Distribusi

Triatmodjo (2008) menyebutkan ada dua cara untuk menguji jenis distribusi yang terpilih, yaitu pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

#### 1. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat menggunakan nilai  $x^2$  yang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$x^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (3.9)$$

$$DK = K - (\alpha + 1) \quad (3.10)$$

dengan :

$x^2$  = Nilai Chi-Kuadrat terhitung

$Ef$  = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

$Of$  = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

$N$  = Jumlah sub kelompok dalam satu grup

$DK$  = Derajat kebebasan

$K$  = Banyaknya kelas

$\alpha$  = Banyaknya keterikatan/parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

Nilai  $x^2$  yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai  $x^2_{cr}$  (Chi-Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5 %. Nilai  $x^2_{cr}$  diperoleh dari Tabel 3.6 di halaman 23.

## 2. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov Kolmogorov yaitu dengan memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kertas probabilitas untuk mengetahui jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva. Jarak penyimpangan terbesar ( $\Delta_{maks}$ ) harus lebih kecil dari nilai  $\Delta_{kritik}$ , maka jenis distribusi tersebut dapat dipakai. Nilai  $\Delta_{kritik}$ , dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Nilai  $\Delta_{kritik}$ , Uji Smirnov Kolmogorov**

n	$\alpha$			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$

Sumber : Triatmodjo (2008)

### 3.10 Analisis Hujan Rencana

Triatmodjo (2008) menyebutkan untuk memperkirakan dan menghitung debit banjir rencana diperlukan masukan hujan rencana ke dalam suatu sistem DAS. Metode yang digunakan untuk menentukan distribusi hujan adalah metode Mononobe, *Alternating Block Method (ABM)*, dan metode Tadashi Tanimoto.

**Tabel 3.6 Nilai Chi Kuadrat Kritik**

DK	Distribusi $\chi^2$											
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,000	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	0,020	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	0,297	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	0,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086	20,517
6	0,872	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	1,239	2,167	2,883	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	1,646	2,733	3,890	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090	26,425
9	2,088	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,619	21,666	27,877
10	2,558	3,940	6,179	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	4,660	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	5,229	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,332	19,331	22,307	24,996	29,578	37,697
16	5,812	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	6,408	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	7,015	9,390	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	7,633	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	8,260	10,851	12,443	14,578	16,266	19,377	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315
21	8,897	11,501	13,240	15,445	17,182	20,377	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932	46,797
22	9,542	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289	48,268
23	10,196	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638	49,782
24	10,856	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	42,980	51,179
25	11,524	14,611	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314	52,620
26	12,198	15,379	17,292	19,820	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,886	45,642	54,052
27	12,879	16,151	18,114	20,703	22,719	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963	55,476
28	13,565	16,928	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278	56,893
29	14,256	17,708	19,768	22,475	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588	58,302
30	14,953	18,493	20,599	23,364	25,5088	29,336	33,530	36,250	40,256	43,733	50,892	59,703

Sumber : Triatmodjo (2008)

### 3.10.1 Metode Mononobe

Metode ini merupakan metode untuk menentukan intensitas curah hujan dengan durasinya. Metode ini digunakan apabila yang tersedia merupakan data hujan harian. Persamaan Mononobe adalah sebagai berikut.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.11)$$

dengan :

$I_t$  = Intensitas curah hujan untuk lama hujan  $t$  (mm/jam)

$t$  = Lamanya curah hujan atau waktu konsentrasi (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

Dalam hal ini lamanya curah hujan atau durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi ( $t_c$ ). Nilai waktu konsentrasi ( $t_c$ ) ditentukan menggunakan persamaan *Australian Rainfall-Runoff (ARR)* atau Kirpich seperti berikut.

$$t_c = 0,76A^{0,38} \quad (3.12)$$

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (3.13)$$

dengan :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$L$  = Panjang sungai utama (km)

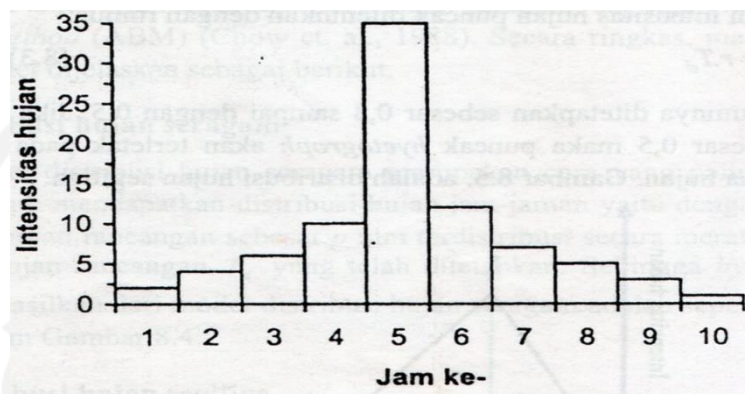
$A$  = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

$S$  = Kemiringan Lahan

### 3.10.2 Alternating Block Method (ABM)

Menurut Triatmodjo (2008) menyebutkan *Alternating Block Method (ABM)* adalah cara sederhana untuk membuat *hyetograph* rencana dari kurva IDF. *Hyetograph* merupakan hujan harian rancangan yang didistribusikan menjadi kedalaman hujan jam-jaman. *Hyetograph* rencana dalam metode ini adalah hujan yang terjadi dalam  $n$  rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi  $\Delta t$  selama waktu  $T_d = n \Delta t$ . Kedalaman hujan diperoleh dari perkalian antara

intensitas hujan dan durasi waktu. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu  $\Delta t$ . Mengikuti cara tersebut, *hyetograph* rencana akan terbentuk, seperti pada Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3.4 Hyetograph dengan Alternating Block Method**

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

### 3.10.3 Metode Tadashi Tanimoto

Tadashi Tanimoto (1969) dalam buku Triatmodjo (2008) sudah melakukan penelitian distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa. Distribusi hujan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

**Tabel 3.7 Distribusi Hujan di Pulau Jawa**

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi	26	24	17	13	7	5,5	4	3,5
% Distribusi Kumulatif	26	50	67	80	87	92,5	96,5	100

Sumber : Tanimoto (1969)

### 3.11 Hujan Efektif

Triatmodjo (2008) menyebutkan hujan efektif (*effective rainfall*) adalah bagian dari hujan yang menjadi aliran langsung di sungai atau hujan total yang jatuh di permukaan tanah dikurangi dengan kehilangan air. Metode yang dipakai yaitu *Soil Conservation Service (SCS)* seperti dalam persamaan berikut.

$$P_e = \frac{(P - 0,2 S)^2}{P + 0,8 S} \quad (3.14)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3.15)$$

dengan :

$P_e$  = Kedalaman hujan efektif (mm)

$P$  = Kedalaman hujan (mm)

$S$  = Retensi potensial maksimum air oleh tanah, yang sebagian besar adalah karena infiltrasi (mm)

Nilai *Curve Number (CN)* merupakan fungsi dari karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tutupan lahan, kelembaban dan cara pengerjaan tanah. Lahan yang terdiri dari beberapa tutupan lahan maka dihitung nilai *CN* komposit. Nilai *CN* dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

**Tabel 3.8 Nilai CN Untuk Berbagai Jenis Tutupan Lahan**

Jenis Tutupan Lahan	Tipe Tanah			
	A	B	C	D
Tanah yang diolah dan ditanami				
- dengan konservasi	72	81	88	91
- tanpa konservasi	62	71	78	81
Padang rumput				
- kondisi jelek	68	79	86	89
- kondisi baik	39	61	74	80
Padang rumput : kondisi baik	30	58	71	78
Hutan				
- tanaman jarang, penutupan jelek	45	66	77	83
- penutupan baik	25	55	70	77
Tempat terbuka, halaman rumput, lapangan golf, kuburan, dsb				
- kondisi baik : rumput menutup 75 % atau lebih luasan	39	61	74	80
- kondisi sedang : rumput menutup 50 % - 75 % luasan	49	69	79	84
Daerah perniagaan dan bisnis (85 % kedap air)	89	92	94	95
Daerah industri (72 % kedap air)	81	88	91	93



Lanjutan Tabel 3.8 Nilai CN Untuk Berbagai Jenis Tutupan Laha

Jenis Tutupan Lahan	Tipe Tanah			
	A	B	C	D
Tempat parkir, atap, jalan mobil (di halaman)				
Jalan				
- Perkerasan dengan drainase	98	98	98	98
- Kerikil	76	85	89	91
- tanah	72	82	87	89
Pemukiman				
Luas				
% kedap air				
- 1/8 acre atau kurang	65	77	85	90
- 1/4 acre	38	61	75	83
- 1/3 acre	30	57	72	81
- 1/2 acre	25	54	70	80
- 1 acre	20	51	68	79

Catatan 1 acre = 0,4047 ha

Sumber : Triatmodjo (2008)

Selain itu jenis tanah juga berpengaruh terhadap nilai hujan efektif. Jenis tanah dibagi tanah tersebut terdapat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Jenis Tanah Pada Hujan Efektif

Kelompok Jenis Tanah	Karakteristik Jenis Tanah
Kelompok A	Potensi limpasan rendah, laju infiltrasi tinggi yaitu tanah pasir ( <i>deep sand</i> ) dengan <i>silty</i> dan <i>clay</i> sangat sedikit, juga kerikil ( <i>gravel</i> ) yang sangat lulus air.
Kelompok B	Potensi limpasan, laju infiltrasi sedang. Tanah berbutir sedang ( <i>sandy soils</i> ) dengan laju meloloskan air sedang.
Kelompok C	Potensi limpasan agak tinggi, laju infiltrasi lambat. Tanah berbutir sedang sampai halus ( <i>clay dan colloids</i> ).
Kelompok D	Potensi limpasan tinggi, laju infiltrasi sangat lambat. Tanah liat ( <i>clay</i> ) dengan kembang susut ( <i>swelling</i> ) tinggi, tanah dengan muka air tinggi, tanah lempung dan tanah kedap air.

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

### 3.12 Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf satuan dapat diturunkan apabila data hidrologi tidak tersedia, maka dibuat hidrograf satuan sintetis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Berikut ini metode hidrograf satuan sintetis yang akan digunakan.

#### 3.12.1 Metode SCS (*Soil Conservation Service*)

Triatmodjo (2008) menyebutkan hidrograf satuan sintetis SCS merupakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan berdasarkan analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran dan lokasi DAS yang berbeda. Ordinat hidrograf satuan dapat diperoleh dari Tabel 3.10 berikut.

**Tabel 3.10 Hidrograf Satuan Metode SCS**

$t/p_r$	$Q/Q_p$	$t/p_r$	$Q/Q_p$	$t/p_r$	$Q/Q_p$	$t/p_r$	$Q/Q_p$	$t/p_r$	$Q/Q_p$
0	0	0,6	0,60	1,2	0,92	2,0	0,32	3,5	0,036
0,1	0,015	0,7	0,77	1,3	0,84	2,2	0,24	4,0	0,018
0,2	0,075	0,8	0,89	1,4	0,75	2,4	0,18	4,5	0,009
0,3	0,16	0,9	0,97	1,5	0,66	2,6	0,13	5,0	0,004
0,4	0,28	1,0	1,0	1,6	0,56	2,8	0,098		0
0,5	0,43	1,1	0,98	1,8	0,42	3,0	0,075		

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

Nilai debit puncak dan waktu puncak hidrograf didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$t_p = 0,6t_c \quad (3.16)$$

$$Q_p = \frac{0,28A}{p_r} \quad (3.17)$$

$$p_r = \frac{t_r}{2} + t_p \quad (3.18)$$

dengan :

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $m^3/detik/mm$ )

$p_r$  = Waktu puncak banjir (jam)

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$t_r$  = Durasi hujan efektif (jam)

$t_p$  = Waktu kelambatan (jam)

### 3.12.2 Metode Nakayasu

Parameter hidrograf satuan Nakayasu diberikan dalam persamaan berikut.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{A R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (3.19)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \quad (3.20)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \quad (3.21)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (3.22)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.23)$$

dengan :

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $\text{m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ )

$A$  = Luas DAS ( $\text{km}^2$ )

$R_e$  = Curah hujan efektif (1 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)

$\alpha$  = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2

$L$  = Panjang sungai utama (km)

Sedangkan bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut.

$$UH_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad \text{untuk kurva naik } (0 < t < T_p) \quad (3.24)$$

$$UH_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \quad \text{untuk } (T_p < t < T_p + T_{0,3}) \quad (3.25)$$

$$UH_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})} \quad \text{untuk } (T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) \quad (3.26)$$

$$UH_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})} \quad \text{untuk } (t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) \quad (3.27)$$

### 3.13 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Perhitungan aliran dasar (*baseflow*) dapat dilakukan dengan salah satu persamaan yang dikembangkan oleh Sri Harto (2000) seperti berikut.

$$Q_b = 0,4175 A^{0,6444} D^{0,943} \quad (3.28)$$

$$D = \frac{LN}{A} \quad (3.29)$$

dengan :

$Q_b$  = Aliran dasar (m<sup>3</sup>/detik)

$D$  = Kerapatan jaringan kuras

$LN$  = Panjang sungai semua tingkat (km)

$A$  = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

### 3.14 Analisis Debit Banjir

Perhitungan debit banjir yaitu menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{banjir} = UH \times P_e + Q_b \quad (3.30)$$

dengan :

$Q_{banjir}$  = Jumlah total debit banjir (m<sup>3</sup>/detik)

$UH$  = Unit Hidrograf (m<sup>3</sup>/detik/mm)

$P_e$  = Hujan efektif rencana dengan kala ulang tertentu (mm)

$Q_b$  = Aliran dasar / *baseflow* (m<sup>3</sup>/detik)

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu tahapan untuk memecahkan persoalan yang terdapat dalam suatu kegiatan penelitian. Metode penelitian harus sesuai dengan rumusan masalah yang hasilnya didapatkan dari analisis data. Metode yang dilakukan adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan penelitian ilmiah yang disusun secara sistematis berdasarkan teori, hipotesis, desain dan subjek yang akan diteliti atau direncanakan serta data berbentuk angka. Kemudian data tersebut dianalisis berdasarkan teori yang telah ditentukan untuk mencapai tujuan yaitu mendapatkan kesimpulan.

### 4.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi studi penelitian yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilangla yang berada di daerah Kabupaten Tasikmalaya, tepatnya bagian selatan dan bagian barat Kabupaten Tasikmalaya. Gambar 4.1 merupakan lokasi studi penelitian.



**Gambar 4.1 Lokasi Studi Penelitian**

Sumber : UPTD PSDA WS Ciwulan-Cilaki (2015)

Studi perencanaan ini dimulai pada pertengahan bulan Februari tahun 2022 dengan mencari data data yang bisa didapatkan terlebih dahulu dan direncanakan selesai pada bulan Agustus tahun 2022. Waktu penelitian yang lebih jelas dari tahapan awal sampai tahapan akhir berada pada lampiran.

### 4.3 Tahapan Penelitian

#### 4.3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan hasil pengumpulan data dari beberapa instansi atau kedinasan terkait. Adapun rincian data yang digunakan dan metode pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut.

##### 1. Data Curah Hujan

Data curah hujan harian dari tahun 2010 sampai 2020 diperoleh dari UPTD Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) wilayah sungai Ciwulan-Cilaki dalam bentuk *softfile*. Data tersebut berasal dari 5 stasiun pengamatan yang terdekat dengan DAS Cilangla.

**Tabel 4.1 Ketersediaan Data Curah Hujan**

Tahun	Stasiun Karangnunggal	Stasiun Padawaras	Stasiun Bojunggambir	Stasiun Kawalu	Stasiun Singajaya
2010	✓	✓	✓	-	✓
2011	✓	✓	✓	✓	✓
2012	✓	✓	✓	✓	✓
2013	✓	✓	✓	✓	✓
2014	✓	✓	✓	✓	✓
2015	✓	✓	✓	✓	✓
2016	✓	✓	-	✓	✓
2017	✓	✓	✓	✓	✓
2018	-	✓	-	✓	✓
2019	✓	✓	✓	✓	✓
2020	✓	-	-	✓	-

Catatan : ✓ : Lengkap

- : Tidak Lengkap

Sumber : (UPTD PSDA WS Ciwulan-Cilaki)

##### 2. Data Peta Daerah Aliran Sungai (DAS)

Peta wilayah studi daerah aliran sungai diperlukan untuk mendapatkan informasi-informasi karakteristik dari DAS seperti batas DAS, stasiun hujan,

dan kondisi hidrologi. Peta ini didapatkan dengan cara menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM).

### 3. Peta Administrasi dan Peta Kontur Kabupaten Tasikmalaya

Peta administrasi dan kontur daerah Kabupaten Tasikmalaya berguna untuk mengetahui daerah yang termasuk ke dalam DAS Cilangla. Data diperoleh dari Badan Perencanaan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Tasikmalaya dan situs situs Ina-Geoportal dalam bentuk *softfile* format SHP. Sehingga perlu *software* ArcGis untuk membuka *file* tersebut.

### 4. Data Peta Tutupan Lahan

Peta tutupan lahan akan didapatkan dengan metode mengunduh data pengamatan citra satelit Landsat 8 yang diperoleh dari website USGS (*United States Geological Survey*). Peta tutupan lahan yang diamati yaitu pada tahun 2014 dan 2019 dari pengamatan citra satelit Landsat 8.

### 5. Data Peta Jenis Tanah Secara Hidrologi

Peta jenis tanah secara hidrologi akan didapatkan dengan metode mengunduh data hasil pengamatan yang diperoleh dari website ORNL DAAC (*Distributed Active Archive Center For Biogeochemical Dynamics*) yang dikelola oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)

## 4.3.2 Analisis Data

Pada tahapan ini data yang telah didapatkan kemudian akan dianalisis untuk mengetahui nilai-nilai yang berpengaruh pada penelitian yang akan dilakukan. Tahapan analisis data antara lain sebagai berikut.

### 1. Analisis Karakteristik DAS

Tahapan ini yaitu untuk mencari luasan DAS dan panjang sungai. Analisis ini juga dilakukan cara deliniasi peta daerah aliran sungai (DAS) agar peta DAS yang didapat hanya peta yang ditinjau. Tahapan tersebut dibantu menggunakan *software* ArcGis. Hasil dari tahapan ini yaitu mendapatkan peta DAS yang ditinjau dengan titik koordinat yang sama dengan aslinya.

## 2. Analisis Curah Hujan Kawasan

Pada tahapan analisis ini untuk menentukan hujan rerata harian pada daerah pengamatan. Metode yang dipakai metode Poligon *Thiessen*.

## 3. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Analisis data hujan harian maksimum yaitu untuk menetapkan data hujan ekstrim dalam analisis frekuensi hujan. Pemilihan data hujan ekstrim dilakukan dengan memilih data nilai hujan harian maksimum setiap tahun. Proses tahapan analisis ini dibantu dengan bantuan *Microsoft Excel*.

## 4. Analisis Frekuensi

Tujuan analisis ini yaitu mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas.

### a. Periode Ulang

Periode ulang yaitu untuk memperkirakan hujan/debit yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam  $T$  tahun. Periode ulang yang biasa dipakai yaitu periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

### b. Penentuan Jenis Distribusi

Penentuan jenis distribusi mempengaruhi besarnya nilai hujan rencana menurut beberapa periode ulang tertentu. Penentuan ini harus sesuai dengan kaidah parameter statistik tiap jenis distribusinya. Jenis distribusi yang dipakai yaitu jenis distribusi normal, log normal, Gumbel dan log Pearson III.

### c. Pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov

Uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov untuk memastikan kesesuaian jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada.

## 5. Analisis Hujan Rencana.

Analisis hujan rencana yaitu untuk menentukan distribusi hujan rencana ke dalam suatu sistem DAS.

### a. Intensitas Hujan

Intensitas hujan ditentukan dengan persamaan metode Mononobe dengan mengubah curah hujan harian menjadi intensitas curah hujan jam-jaman sehingga terbentuk pola distribusi hujan jam-jaman.



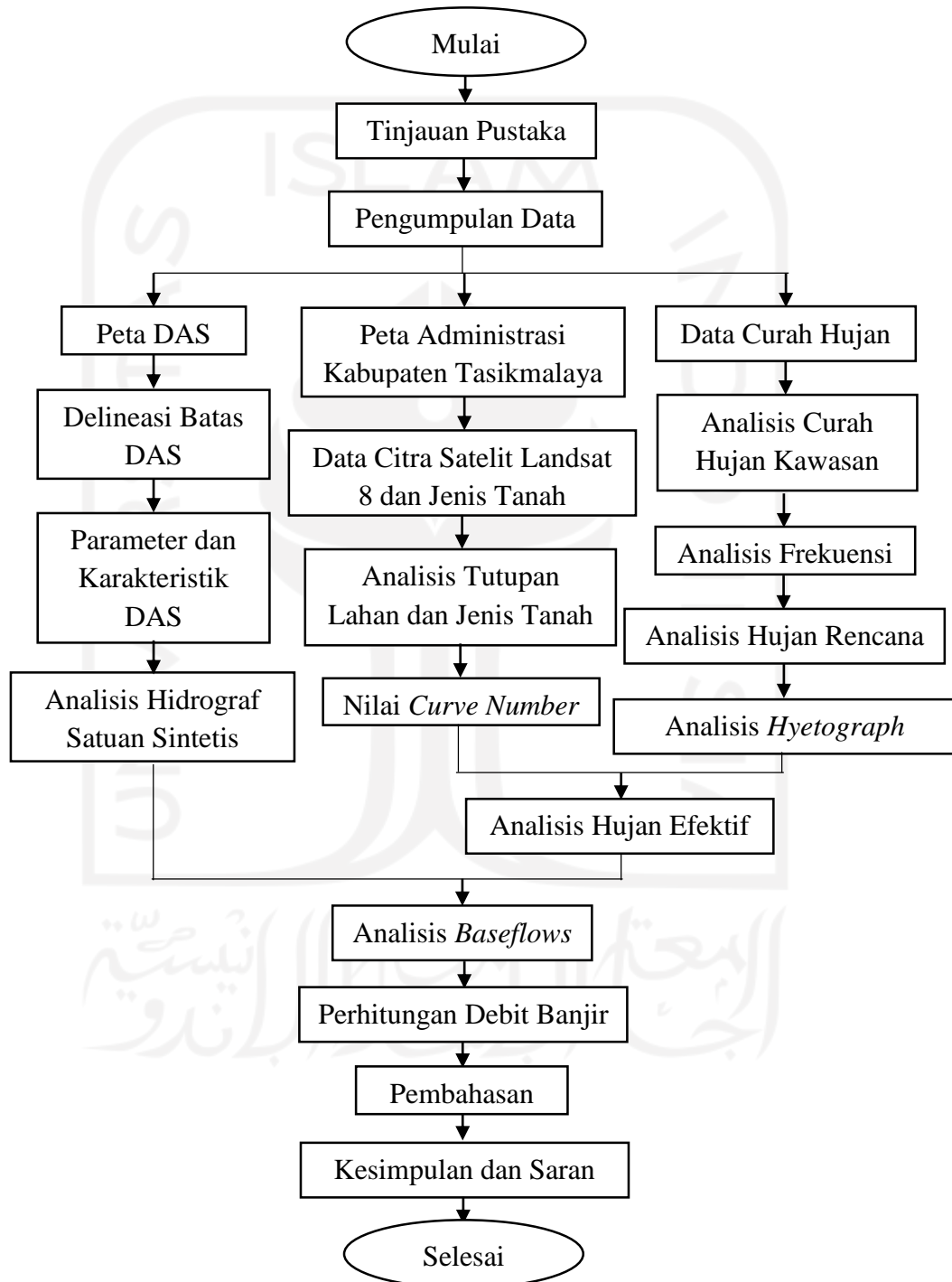
b. *Hyetograph*

*Hyetograph* merupakan hujan rencana yang didistribusikan menjadi kedalaman hujan jam-jaman. Metode yang digunakan untuk yaitu *Alternating Block Method (ABM)* dan metode Tadashi Tanimoto.

6. Analisis Tutupan Lahan dan dan Penentuan Jenis Tanah Secara Hidrologi  
Analisis tutupan lahan diperoleh dari pengamatan menggunakan citra satelit Landsat 8 yang diunduh dari website USGS (*United States Geological Survey*) dengan bantuan *software* ArcGis menggunakan metode *supervised classification* dengan *training sample* sebanyak 50 poligon. Sedangkan analisis jenis tanah secara hidrologi didapatkan dari website ORNL DAAC (*Distributed Active Archive Center For Biogeochemical Dynamics*) yang masih dalam bentuk peta jenis tanah dunia dengan bantuan *software* ArcGis dipotong menjadi dalam bentuk peta jenis tanah secara hidrologi pada DAS Cilangla.
7. Analisis Hujan Efektif  
Analisis hujan efektif mencari nilai hujan total yang menjadi aliran langsung di sungai. Metode yang dipakai yaitu *Soil Conservation Service (SCS)*.
8. Analisis Hidrograf Satuan Sintetis  
Tahapan analisis hidrograf satuan sintetis merupakan cara untuk mencari nilai debit puncak banjir yang ditimbulkan oleh hujan efektif ketika data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan. Metode yang dipakai yaitu metode *SCS (Soil Conservation Service)* dan metode Nakayasu.
9. Analisis Aliran Dasar (*baseflow*)  
Analisis aliran dasar (*baseflow*) merupakan cara untuk mencari nilai aliran air di sungai pada saat tidak terjadi limpasan.
10. Perhitungan Debit Banjir  
Analisis ini merupakan tahap terakhir yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hujan ditambah perubahan lahan akan berpengaruh terhadap debit puncak banjir. Metode yang digunakan untuk analisis perhitungan debit banjir yaitu dengan cara menghitung debit banjir dengan cara menjumlahkan debit *baseflow* dan debit dari hidrograf satuan sintetis pada jam yang sama.

#### 4.4 Bagan Alir

Tahapan dari awal hingga tahap akhir penelitian dan perencanaan ini secara singkat dapat dilihat di bagan alir (*flowchart*) pada Gambar 4.2 berikut ini.



**Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Curah Hujan Kawasan

Hujan pada suatu DAS dianggap sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Dalam buku Hidrologi Terapan yang ditulis oleh Triatmodjo (2008) menyatakan bahwa apabila stasiun penyebaran hujan di suatu DAS tidak merata maka digunakan metode *Polygon Thiessen*. Penyebaran stasiun hujan di DAS Cilangla tidak merata, sehingga untuk mencari curah hujan rerata menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Dibawah ini adalah perhitungan curah hujan kawasan menggunakan metode yang dipilih.

#### 5.1.1 Data Hujan

Data hujan yang dipakai pada penelitian ini terdapat kekosongan data pada tahun-tahun tertentu dan stasiun tertentu. Adapun ketersediaan data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1 Ketersediaan Data Curah Hujan Untuk Penelitian**

Tahun	Stasiun Karangnunggal	Stasiun Padawaras	Stasiun Bojongsambir	Stasiun Kawalu	Stasiun Singajaya	Keterangan
2010	✓	✓	✓	-	✓	Gambar 5.1
2011	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2012	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2013	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2014	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2015	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2016	✓	✓	-	✓	✓	Gambar 5.3
2017	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2018	-	✓	-	✓	✓	Gambar 5.4
2019	✓	✓	✓	✓	✓	Gambar 5.2
2020	✓	✓	-	✓	-	Gambar 5.5

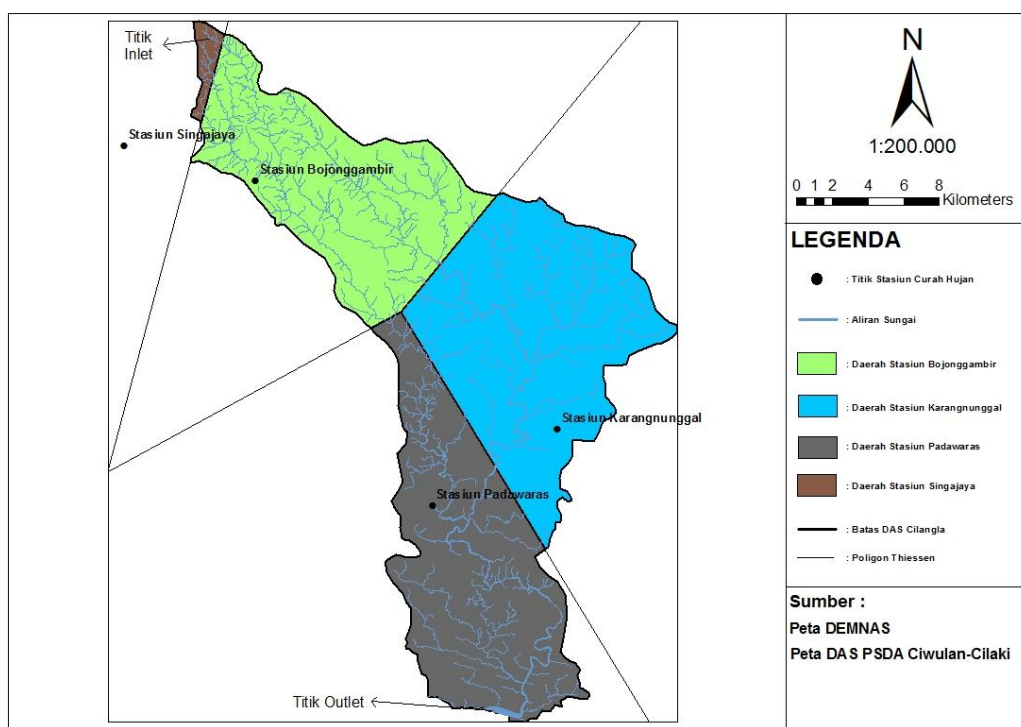
Catatan : ✓ : Lengkap

- : Tidak Lengkap

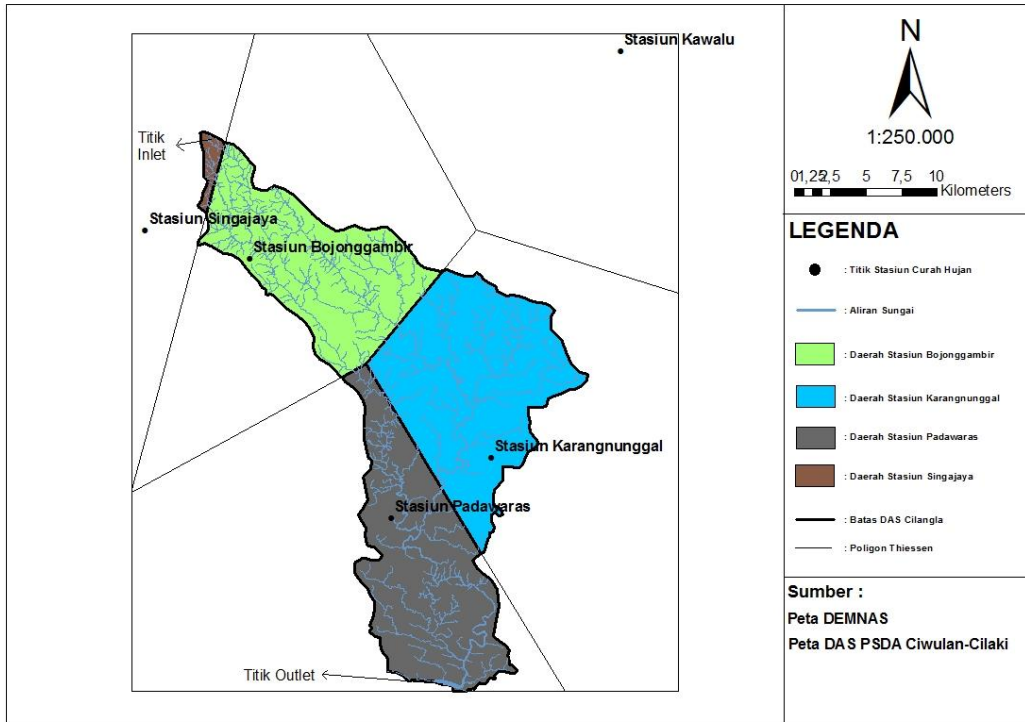
Sumber : (UPTD PSDA WS Ciwulan-Cilaki)

### 5.1.2 Luas Daerah Stasiun Hujan Terhadap DAS

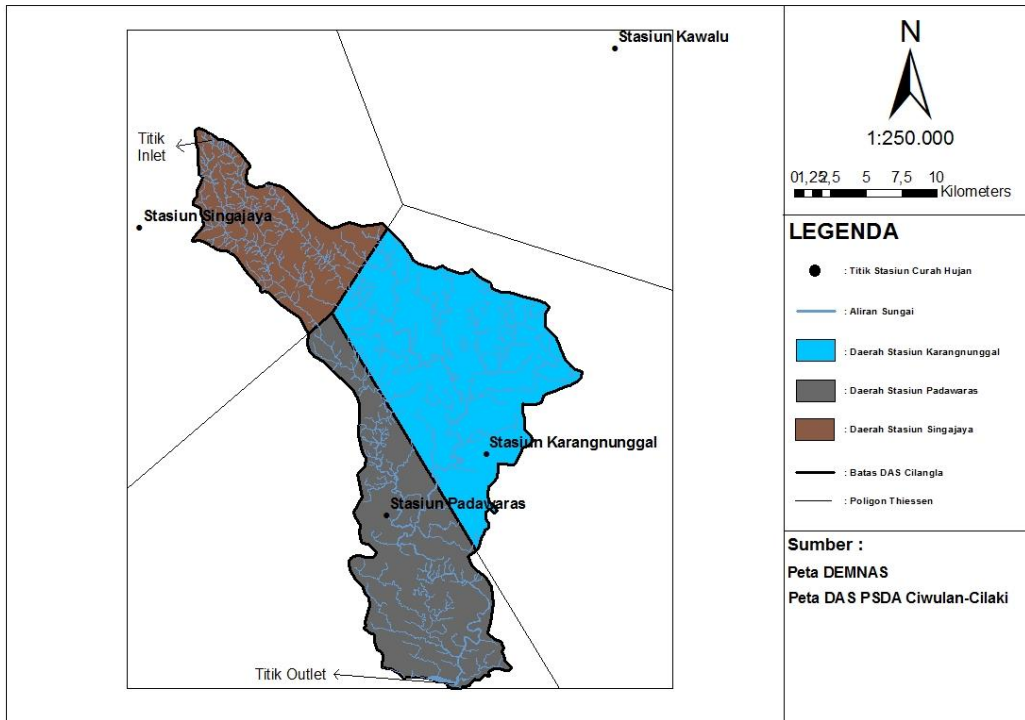
Ketersediaan data hujan dari tahun 2010 sampai tahun 2020 memiliki kekosongan data pada satu maupun dua stasiun dengan tahun yang berbeda beda, tetapi di setiap tahun masih memenuhi syarat dengan memiliki minimal 3 stasiun untuk pembuatan *Polygon Thiessen*. Adapun kekosongan data terdapat pada tahun 2010, 2016, 2018 dan tahun 2020, selain tahun tersebut data curah hujan dalam kondisi lengkap. Oleh karena itu, ada 5 bentuk poligon hujan kawasan (luas daerah yang diwakili setiap stasiun hujan) yang berbeda. Hasil analisis dengan bantuan *Software ArcGis 10.3*, luas daerah yang diwakili setiap stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.5 berikut ini.



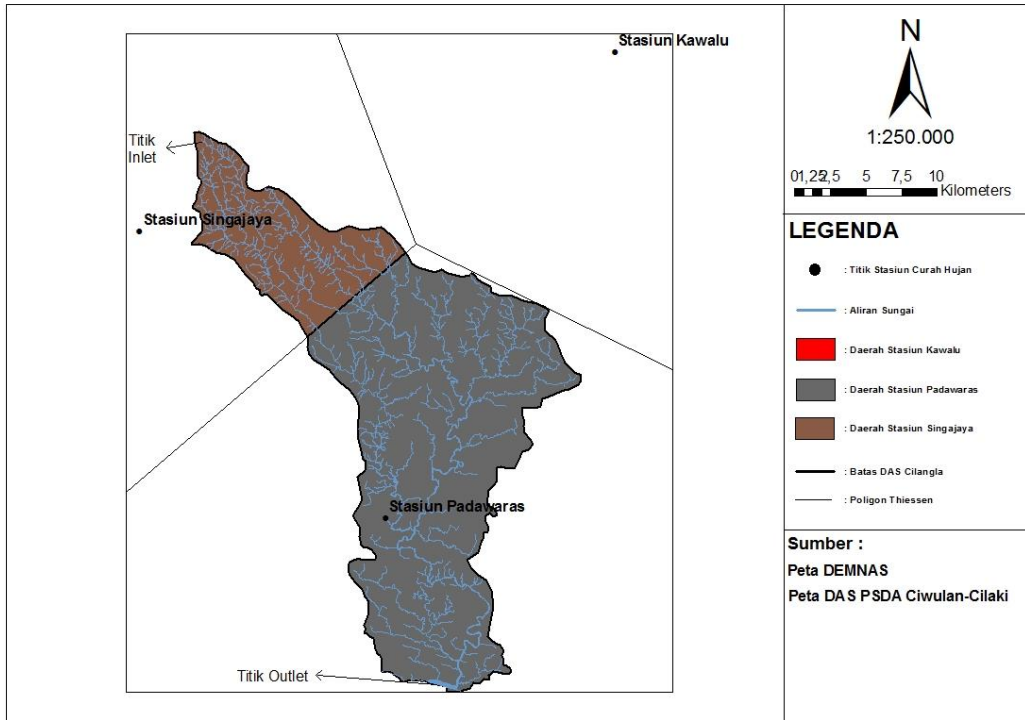
**Gambar 5 1 Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2010**



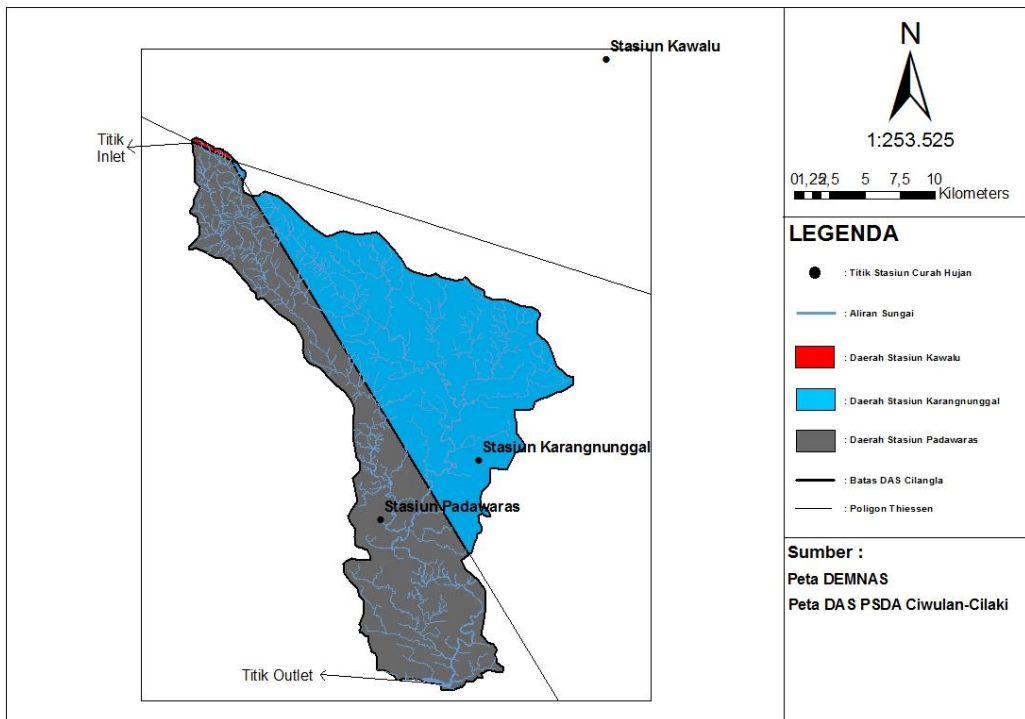
**Gambar 5.2 Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2019 (Lengkap)**



**Gambar 5.3 Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2016**



**Gambar 5.4 Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2018**



**Gambar 5.5 Luas Daerah yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan Tahun 2020**

Nilai luas daerah yang diwakili setiap stasiun hujan pada gambar diatas tertuang dalam Tabel 5.2 berikut ini.

**Tabel 5.2 Luasan Yang Diwakili Setiap Stasiun Hujan**

Tahun	Luasan Stasiun					Luasan Total (km <sup>2</sup> )
	Karangnunggal	Padawaras	Bojunggambir	Singajaya	Kawalu	
2010	152,504	133,464	117,902	5,070	-	408,940
2011	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2012	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2013	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2014	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2015	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2016	182,627	142,231	-	84,082	0	408,940
2017	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2018	-	317,987	-	90,925	0,028	408,940
2019	152,504	133,464	117,902	5,070	0	408,940
2020	213,880	193,835	-	-	1,225	408,940

Catatan : - : Data yang kosong

### 5.1.3 Curah Hujan Rerata

Perhitungan curah hujan rerata menggunakan metode *Polygon Thiessen* dihitung dengan persamaan 3.1. Data yang kosong pada salah satu stasiun dan tahun yang berbeda, luasannya dianggap tidak ada atau diabaikan. Dibawah ini, contoh perhitungan curah hujan rerata diambil pada setiap tanggal 1 Januari untuk setiap model *Polygon Thiessen* adalah sebagai berikut.

#### 1. Tahun 2010

Perhitungan curah hujan rerata pada tanggal 1 januari tahun 2010 dengan kekosongan data di stasiun Kawalu adalah sebagai berikut.

$$\bar{p}_{2010} = \frac{152,504}{408,940} \times 0 + \frac{133,464}{408,940} \times 0 + \frac{117,902}{408,940} \times 30 + \frac{5,070}{408,940} \times 27$$

$$\bar{p}_{2010} = 0 + 0 + 8,649 + 0,335$$

$$\bar{p}_{2010} = 8,984 \text{ mm}$$

2. Tahun 2011 (data lengkap)

Perhitungan curah hujan rerata pada tanggal 1 januari tahun 2011 dengan kondisi data lengkap di semua stasiun adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{p}_{2011} &= \frac{152,504}{408,940} \times 0 + \frac{133,464}{408,940} \times 0 + \frac{117,902}{408,940} \times 0 + \\ &\quad \frac{5,070}{408,940} \times 3 + \frac{0}{408,940} \times 1 \\ \bar{p}_{2011} &= 0 + 0 + 0 + 0,037 + 0 \\ \bar{p}_{2011} &= 0,037 \text{ mm}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan curah hujan rerata dengan kondisi data lengkap pada tahun yang lain, perhitungannya sama seperti di atas.

3. Tahun 2016

Perhitungan curah hujan rerata pada tanggal 1 januari tahun 2016 dengan kekosongan data di stasiun Bojunggambir adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{p}_{2016} &= \frac{182,627}{408,940} \times 8 + \frac{142,231}{408,940} \times 5 + \frac{0}{408,940} \times 42 + \\ &\quad \frac{84,082}{408,940} \times 71 \\ \bar{p}_{2016} &= 3,573 + 1,739 + 0 + 14,772 \\ \bar{p}_{2016} &= 19,910 \text{ mm}\end{aligned}$$

4. Tahun 2018

Perhitungan curah hujan rerata pada tanggal 1 januari tahun 2018 dengan kekosongan data di stasiun Bojunggambir dan stasiun Karangnunggal adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{p}_{2018} &= \frac{0,028}{408,940} \times 0 + \frac{317,987}{408,940} \times 0 + \frac{90,925}{408,940} \times 0 \\ \bar{p}_{2018} &= 0 + 0 + 0 \\ \bar{p}_{2018} &= 0 \text{ mm}\end{aligned}$$



## 5. Tahun 2020

Untuk perhitungan curah hujan rerata pada tanggal 1 januari tahun 2020 dengan kekosongan data di stasiun Bojongsambir dan stasiun Singajaya adalah sebagai berikut.

$$\bar{p}_{2020} = \frac{213,880}{408,940} \times 11 + \frac{1,225}{408,940} \times 5 + \frac{193,835}{408,940} \times 1,5$$

$$\bar{p}_{2020} = 5,753 + 0,015 + 0,711$$

$$\bar{p}_{2020} = 6,479 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rerata pada tanggal dan tahun lainnya dilakukan seperti pada perhitungan diatas dan diambil curah hujan maksimum untuk masing-masing bulan pada tahun yang sama dan hasilnya diberikan pada tabel berikut ini.

**Tabel 5.3 Curah Hujan Maksimum Bulan Januari Sampai Juni**

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
2010	26,360	48,374	66,908	57,528	48,614	58,526
2011	22,242	15,582	29,984	54,286	43,582	15,989
2012	30,770	29,922	51,567	75,200	37,141	51,592
2013	37,418	48,103	31,261	47,891	77,116	31,972
2014	76,806	78,803	30,800	68,939	73,820	50,435
2015	63,436	37,190	40,172	18,827	23,065	32,354
2016	36,593	32,623	40,551	36,362	31,432	13,702
2017	30,493	52,836	21,643	56,976	65,239	20,801
2018	34,992	44,230	38,328	42,008	40,108	48,565
2019	34,027	44,599	45,523	67,110	4,685	8,462
2020	21,527	50,877	26,789	19,774	71,749	93,297

**Tabel 5.4 Curah Hujan Maksimum Bulan Juli Sampai Desember**

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2010	45,860	103,069	74,643	58,702	42,434	34,041
2011	52,673	5,386	2,611	57,621	43,665	32,869
2012	5,455	2,098	4,149	87,418	102,512	58,478
2013	99,036	11,486	3,881	31,841	0	0
2014	88,914	78,771	5,268	32,786	48,508	61,111
2015	7,413	3,198	0,979	0	84,912	31,091

**Lanjutan Tabel 5.4 Curah Hujan Maksimum Bulan Juli Sampai Desember**

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2016	167,897	62,962	84,356	97,065	57,068	29,166
2017	22,104	3,030	50,527	16,186	27,732	30,604
2018	1,166	0,778	34,772	89,994	160,858	41,331
2019	1,835	0,724	0,699	5,338	7,738	29,094
2020	18,587	45,593	41,552	170,209	45,553	58,755

Hasil curah hujan maksimum tiap bulan, kemudian diambil nilai maksimum pada setiap tahunnya. Hasil dari curah hujan kawasan setiap tahun dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5.5 Curah Hujan Kawasan Maksimum Setiap Tahun**

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2010	103,069
2011	57,621
2012	102,512
2013	99,036
2014	88,914
2015	84,912
2016	167,897
2017	65,239
2018	160,858
2019	67,110
2020	170,209

## 5.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dari data hidrologi digunakan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi dilakukan untuk memperkirakan besarnya debit dan juga frekuensi banjir dengan besaran tertentu yang mungkin terjadi selama interval kejadian (periode ulang) tertentu.

### 5.2.1 Parameter Statistik

Perhitungan parameter statistik menggunakan data dari curah hujan maksimum pada setiap tahunnya seperti pada Tabel 5.5. Data tersebut kemudian

dicari nilai parameter statistik yang akan digunakan untuk analisis frekuensi seperti pada Tabel 5.6 berikut.

**Tabel 5.6 Perhitungan Parameter Statistik**

No.	$x_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
1	103,069	-3,056	9,340	-28,543	87,230
2	57,621	-48,504	2352,655	-114113,608	5534986,725
3	102,512	-3,613	13,055	-47,172	170,443
4	99,036	-7,089	50,255	-356,258	2525,527
5	88,914	-17,211	296,230	-5098,505	87752,031
6	84,912	-21,213	450,006	-9546,135	202505,472
7	167,897	61,772	3815,770	235707,475	14560103,908
8	65,239	-40,886	1671,687	-68349,069	2794538,758
9	160,858	54,733	2995,707	163964,197	8974261,100
10	67,110	-39,016	1522,214	-59390,010	2317134,262
11	170,209	64,084	4106,768	263178,417	16865544,226
$\Sigma$	1167,377	0	17283,687	405920,788	51339609,683

Menggunakan nilai yang ada pada Tabel 5.6 diatas, maka dapat dihitung beberapa notasi dan teori statistik seperti nilai rerata, nilai varian, koefisien variasi, koefisien asimetri, dan koefisien Kurtosis. Adapun analisis perhitungan prinsip statistik tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

#### 1. Nilai Rerata ( $\bar{x}$ )

Nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dihitung dengan persamaan 3.2 seperti berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1167,377}{11}$$

$$\bar{x} = 106,125 \text{ mm}$$

#### 2. Nilai Deviasi Standar ( $s$ )

Nilai dari deviasi standar ( $s$ ) dihitung dengan persamaan 3.4 seperti berikut.

$$s = \sqrt{\frac{1}{11-1} \times 17283,687}$$

$$s = 41,574 \text{ mm}$$

### 3. Koefisien Asimetri ( $C_s$ )

Nilai  $c_s$  dihitung dengan persamaan 3.7 seperti berikut.

$$c_s = \frac{11}{(11-1)(11-2)41,574^3} \times 405920,788$$

$$c_s = 0,690$$

### 4. Koefisien Variasi ( $C_v$ )

Nilai  $c_v$  dihitung dengan persamaan 3.5, berikut perhitungan nilai  $c_v$ .

$$c_v = \frac{41,574}{106,125}$$

$$c_v = 0,392$$

### 5. Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

Nilai  $c_k$  dihitung dengan persamaan 3.8 seperti berikut.

$$c_k = \frac{11^2}{(11-1)(11-2)(11-3)41,574^4} \times 51339609,683$$

$$c_k = 0,263$$

#### 5.2.2 Penentuan Jenis Distribusi

Penentuan jenis distribusi dilakukan dengan mencocokkan hasil hitungan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Penentuan jenis distribusi dapat dilihat seperti pada Tabel 5.7 berikut.

**Tabel 5.7 Penentuan Jenis Distribusi**

No.	Distribusi	Persyaratan Parameter Statistik	Hasil Perhitungan	Perbandingan Persyatan dengan Hasil Perhitungan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0,690	$0,690 \neq 0$
		$C_k \approx 3$	0,263	$0,263 \neq 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	1,235	$0,690 \neq 1,235$
		$C_k = C_v^3 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	5,831	$0,263 \neq 5,831$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$	0,690	$0,690 \neq 1,14$
		$C_k = 5,4$	0,263	$0,263 \neq 5,4$

Lanjutan Tabel 5.7 Penentuan Jenis Distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan Parameter Statistik	Hasil Perhitungan	Perbandingan Persyatan dengan Hasil Perhitungan
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	-	Termasuk (diterima)

Sesuai tabel diatas terlihat bahwa parameter statistik dari data sesuai dan mengikuti jenis distribusi Log Pearson III.

### 5.2.3 Pengujian Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dilakukan hanya pada jenis distribusi terpilih dengan menghitung nilai  $\chi^2$  dan nilai derajat kebebasan (DK) dengan menggunakan persamaan 3.9 dan 3.10. Tahapan analisis uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut.

#### 1. Pengurutan Data dan Menghitung Nilai Rerata

Pengurutan data dilakukan menggunakan data hujan maksimum setiap tahun untuk diurutkan dari nilai terbesar sampai terkecil dan menghitung nilai rerata menurut jenis distribusi Log Pearson III.

Tabel 5.8 Pengurutan Data Hujan dari Besar ke Kecil

No. Urut (i)	$x_i$ dari besar ke kecil (mm)
1	170,209
2	167,897
3	160,858
4	103,069
5	102,512
6	99,036
7	88,914
8	84,912
9	67,110
10	65,239
11	57,621
$\Sigma$	1167,377

#### 2. Menentukan Jumlah Kelas

Jumlah kelas ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kelas distribusi} &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 1 + 3,3 \log 11 \\
 &= 4,437 \approx 5 \text{ Kelas}
 \end{aligned}$$

### 3. Menentukan Nilai Derajat Kebebasan dan Nilai $x^2_{cr}$

Nilai derajat kebebasan dicari menggunakan persamaan 3.10 berikut.

$$\begin{aligned}
 DK &= K - (\alpha + 1) \\
 DK &= 5 - (2 + 1) \\
 DK &= 2
 \end{aligned}$$

Nilai derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) yang sering dipakai menurut Kamiana (2011) dalam buku Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air yaitu sebesar  $\alpha = 5\%$ . Berdasarkan Tabel 3.6, menggunakan nilai  $DK = 2$  dan  $\alpha = 5\%$  maka nilai  $x^2_{cr}$  didapatkan sebesar 5,991.

### 4. Menentukan Interval Distribusi

Nilai interval distribusi ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kelas distribusi} = \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

Berdasarkan hasil bahwa nilai interval distribusi adalah setiap kelipatan 20% yaitu 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai persentase diperoleh untuk mencari nilai periode ulang dengan persamaan berikut.

$$T = \frac{1}{P_x}$$

$$P_{(x)} = 20\% \rightarrow T = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ Tahun}$$

$$P_{(x)} = 40\% \rightarrow T = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ Tahun}$$

$$P_{(x)} = 60\% \rightarrow T = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ Tahun}$$

$$P_{(x)} = 80\% \rightarrow T = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ Tahun}$$

### 5. Menentukan Interval Kelas

Penentuan interval kelas, harus menggunakan nilai  $K_T$ . Nilai  $K_T$  didapatkan dari lampiran 11 yaitu nilai faktor frekuensi  $K_T$  untuk Log Pearson III. Nilai  $c_s = 0,255$ , berada di antara nilai  $c_s = 0,2$  dan  $c_s = 0,3$ . Sehingga perlu dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai  $K_T$  yang sesuai. Hasil perhitungan interpolasi nilai  $K_T$  untuk beberapa periode ulang dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Nilai  $K_T$  Hasil Interpolasi Pengujian Chi-Kuadrat**

$c_s$	KT								
	1,0101	1,25	1,67	2	2,5	5	10	25	50
	Persentase Peluang Terlampaui								
	99	80	60	50	40	20	10	4	2
0,4	-2,029	-0,855	-0,413	-0,066	0,081	0,816	1,317	1,880	2,261
0,3	-2,104	-0,853	-0,403	-0,050	0,096	0,824	1,309	1,849	2,211
0,255	-2,137	-0,851	-0,398	-0,042	0,102	0,827	1,305	1,835	2,188
0,2	-2,178	-0,850	-0,392	-0,033	0,111	0,830	1,301	1,818	2,159

Perhitungan interval kelas ditentukan dengan persamaan dibawah ini dengan memakai nilai rerata dan deviasi standar pada distribusi log Pearson III.

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T S \text{ Log } X$$

Nilai-nilai yang digunakan untuk interval kelas yaitu sebagai berikut.

$$T = 5 \text{ tahun} \rightarrow \text{Log } X_T = 1,997 + (0,855 \times 0,166)$$

$$\text{Log } X_T = 2,134$$

$$X_T = 136,122 \text{ mm}$$

$$T = 2,5 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 103,175 \text{ mm}$$

$$T = 1,67 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 85,182 \text{ mm}$$

$$T = 1,25 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 71,624 \text{ mm}$$

### 6. Analisis Perhitungan Nilai $x^2$

Analisis perhitungan nilai  $x^2$  pada distribusi log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Perhitungan Nilai  $\chi^2$  Pada Distribusi Log Pearson III**

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup> /Ef
1	> 136,122	2,2	3	0,8	0,291
2	103,175 - 136,122	2,2	0	-2,2	2,2
3	85,182 - 103,175	2,2	4	1,8	1,473
4	71,624 - 85,182	2,2	1	-1,2	0,655
5	< 71,624	2,2	3	0,8	0,291
$\Sigma$		11	11	$\chi^2$	4,909

## 7. Kesimpulan

Berdasarkan buku Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air yang ditulis oleh Kamiana (2011), bahwa pengujian Chi-Kuadrat dapat diterima apabila nilai parameter Chi-Kuadrat terhitung ( $\chi^2$ ) lebih kecil dari nilai parameter Chi-Kuadrat kritis ( $\chi^2_{cr}$ ). Hasil tahapan perhitungan diatas didapatkan nilai  $\chi^2 = 4,909$  dan nilai  $\chi^2_{cr} = 5,991$ . Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pengujian Chi-Kuadrat dapat diterima karena nilai  $\chi^2 = 4,909 < \chi^2_{cr} = 5,991$ .

### 5.2.4 Pengujian Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov dilakukan dengan menghitung nilai simpangan maksimum antara nilai empiris ( $P(X_i)$ ) dan nilai teoritis ( $P'(X_i)$ ). Pengujian metode Smirnov Kolmogorov pada distribusi terpilih dilakukan sebagai berikut.

#### 1. Pengurutan Data dan Penentuan Nilai Peluang Empiris

Pengurutan data menggunakan data hujan maksimum setiap tahun untuk diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar. Sedangkan peluang empiris dihitung dengan persamaan Weibull sebagai berikut.

$$P(X_i) = \frac{i}{n+1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{11+1} = 0,083$$

Perhitungan empiris dengan nomor urut data lainnya sama seperti diatas. Hasil pengurutan data dan perhitungan empiris dapat dilihat pada Tabel 5.11.

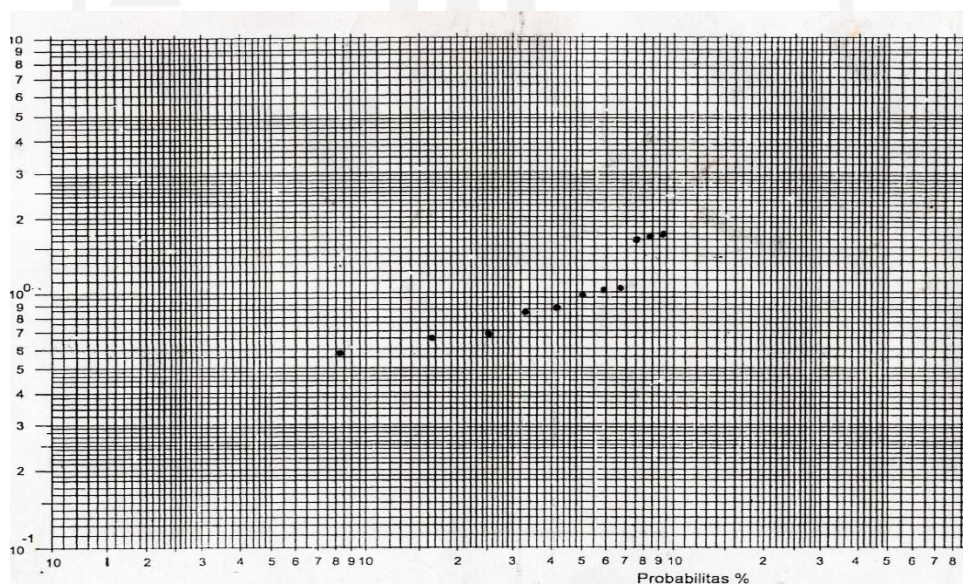


Tabel 5.11 Pengurutan Data Hujan dari Kecil ke Besar

No. Urut (i)	$x_i$ dari besar ke kecil	$\text{Log } x_i$ dari besar ke kecil	$P(X_i)$
1	57,621	1,761	0,083
2	65,239	1,815	0,167
3	67,110	1,827	0,250
4	84,912	1,929	0,333
5	88,914	1,949	0,417
6	99,036	1,996	0,500
7	102,512	2,011	0,583
8	103,069	2,013	0,667
9	160,858	2,206	0,750
10	167,897	2,225	0,833
11	170,209	2,231	0,917

## 2. Menggambarkan Peluang Empiris (Titik Sebaran)

Cara ini dilakukan dengan membuat plot masing-masing nilai  $P(X_i)$  di atas kertas probabilitas. Nilai probabilitas sebagai absis dan nilai  $X_i$  sebagai ordinat yang sudah diskala sedemikian rupa sehingga menjadi titik-titik koordinat. Hasil titik sebaran atau peluang empiris dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.

Gambar 5.6 *Plotting* Peluang Empiris

### 3. Membuat Garis Teoritis

Persamaan garis teoritis dihitung menggunakan persamaan distribusi probabilitas yang telah dipilih dengan menentukan terlebih dahulu nilai periode ulang ( $T$ ) dan nilai probabilitas. Periode ulang yang dipilih untuk membuat garis teoritis yaitu 1,0101 tahun, 1,25 tahun, 1,67 tahun, 2,5 tahun, 5 tahun, 10 tahun 25 tahun dan 50 tahun. Periode ulang tersebut dipakai untuk menentukan probabilitas dalam satuan persen yang berperan sebagai absis (sumbu  $x$ ). Nilai probabilitas didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

Sehingga

$$T = 1,0101 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{1,0101} = 0,01 = 1\%$$

$$T = 1,25 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{1,25} = 0,2 = 20\%$$

$$T = 1,67 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{1,67} = 0,4 = 40\%$$

$$T = 2,5 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{2,5} = 0,6 = 60\%$$

$$T = 5 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{5} = 0,8 = 80\%$$

$$T = 10 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{10} = 0,9 = 90\%$$

$$T = 25 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{25} = 0,96 = 96\%$$

$$T = 50 \text{ Tahun} \rightarrow P = 1 - \frac{1}{50} = 0,98 = 98\%$$

Setelah itu, seperti pada pengujian Chi-Kuadrat dengan periode ulang diatas dan nilai  $C_s = 0,255$ , maka akan didapatkan nilai  $K_T$  berdasarkan lampiran nilai faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson III (Lampiran 11). Nilai  $K_T$  berguna untuk menghitung nilai kedalaman hujan ( $x_i$ ), sehingga bisa membuat garis teoritis. Nilai  $K_T$  yang didapatkan, dapat dilihat dibawah berikut.

**Tabel 5.12 Nilai KT Hasil Interpolasi Pengujian Smirnov Kolmogorov**

$C_s$	KT							
	1,0101	1,25	1,67	2,5	5	10	25	50
	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	80	60	40	20	10	4	2
0,3	-2,104	-0,853	-0,403	0,096	0,824	1,309	1,849	2,211
0,255	-2,137	-0,851	-0,398	0,102	0,827	1,305	1,835	2,188
0,2	-2,178	-0,850	-0,392	0,111	0,830	1,301	1,818	2,159

Nilai-nilai diatas dapat digunakan untuk menghitung kedalaman hujan ( $x_i$ ) yang berperan sebagai ordinat (sumbu y) pada garis teoritis. Nilai kedalaman hujan ( $x_i$ ) didapatkan menggunakan persamaan berikut.

$$T = 1,0101 \text{ tahun} \rightarrow \text{Log } X_T = 1,997 + (-2,317 \times 0,166)$$

$$\text{Log } X_T = 1,641$$

$$X_T = 43,793 \text{ mm}$$

$$T = 1,25 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 71,624 \text{ mm}$$

$$T = 1,67 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 85,182 \text{ mm}$$

$$T = 2,5 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 103,175 \text{ mm}$$

$$T = 5 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 136,122 \text{ mm}$$

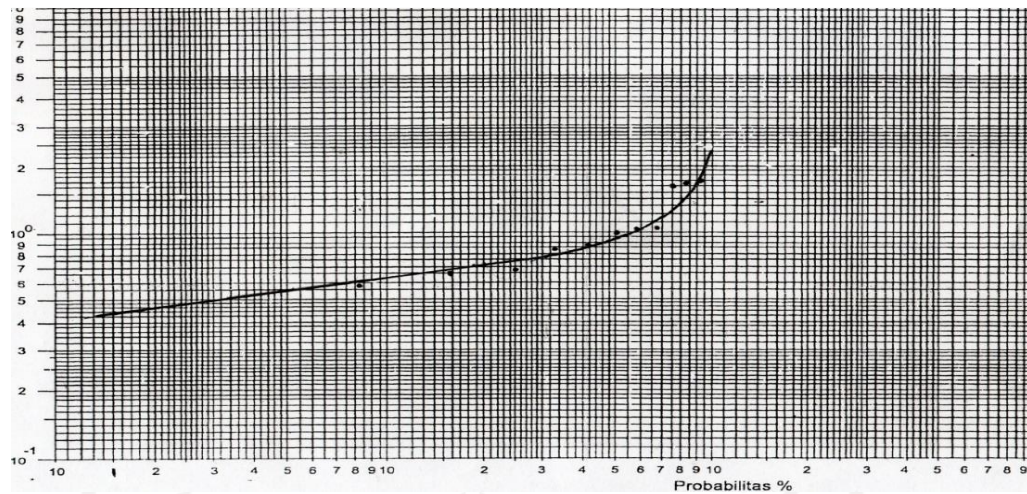
$$T = 10 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 163,486 \text{ mm}$$

$$T = 25 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 200,217 \text{ mm}$$

$$T = 50 \text{ tahun} \rightarrow X_T = 229,134 \text{ mm}$$

Nilai  $X_T$  diatas sebagai ordinat (sumbu y) dan nilai probabilitas sebagai absis (sumbu x). Gambar garis teoritis menggunakan nilai nilai tersebut dapat dilihat seperti Gambar 5.7 berikut.

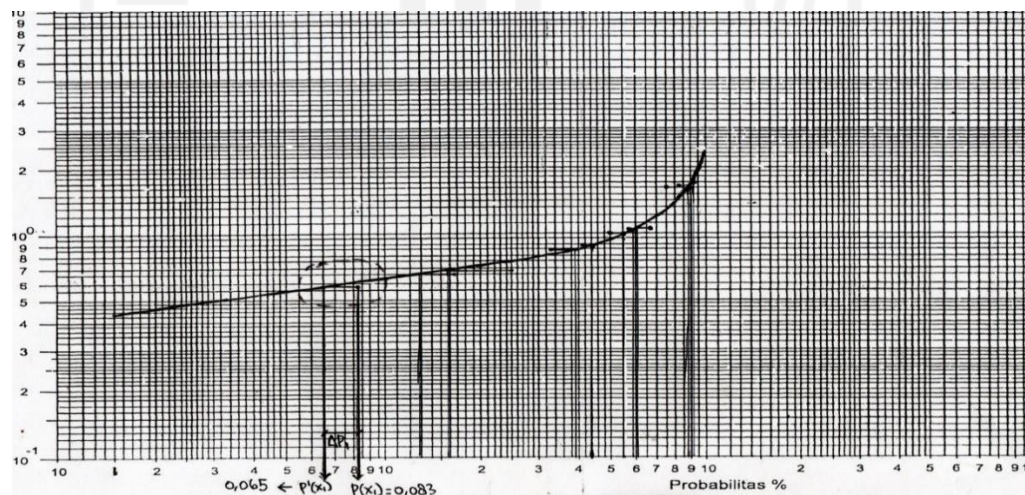




**Gambar 5.7 Garis Teoritis**

#### 4. Menentukan Nilai Peluang Teoritis

Cara untuk perhitungan nilai peluang teoritis  $P'(x_i)$  untuk masing-masing data  $(x_i)$  yaitu dengan menarik garis horizontal dari setiap titik koordinat sebaran menuju ke garis teoritis dan setelah menyentuh garis teoritis kemudian menarik garis ke sumbu absis (sumbu x). Cara dalam menentukan peluang teoritis dapat melihat Gambar 5.8 berikut.



**Gambar 5.8 Penentuan Nilai Peluang Teoritis**

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai peluang teoritis  $P'(x_1) = 0,065$ . Perhitungan nilai peluang teoritis  $P'(x_i)$  pada titik sebaran yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

### 5. Penentuan Nilai Simpangan ( $\Delta P$ )

Nilai simpangan ( $\Delta P$ ) dihitung dengan persamaan berikut.

$$\Delta P_i = P(x_i) - P'(x_i)$$

Menggunakan persamaan diatas, contoh perhitungan nilai simpangan pada nilai peluang empiris pertama  $P(x_1)$  terhadap nilai peluang teoritis pertama  $P'(x_1)$  adalah sebagai berikut.

$$\Delta P_1 = 0,083 - 0,065 = 0,018$$

Perhitungan nilai simpangan ( $\Delta P$ ) pada nilai peluang yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

### 6. Rekapitulasi Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov

Rekapitulasi hasil analisis perhitungan uji Smirnov Kolmogorov diatas dituangkan dalam Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov**

No. Urut (i)	$X_i$	$\text{Log } X_i$	$P(X_i)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
1	170,209	2,231	0,083	0,065	0,018
2	167,897	2,225	0,167	0,129	0,038
3	160,858	2,206	0,250	0,159	0,091
4	103,069	2,013	0,333	0,390	-0,057
5	102,512	2,011	0,417	0,440	-0,023
6	99,036	1,996	0,500	0,550	-0,050
7	88,914	1,949	0,583	0,585	-0,002
8	84,912	1,929	0,667	0,612	0,055
9	67,110	1,827	0,750	0,880	-0,130
10	65,239	1,815	0,833	0,900	-0,067
11	57,621	1,761	0,917	0,912	0,005

Nilai  $\Delta P$  yang bernilai negatif itu menandakan bahwa titik peluang empiris berada di sebelah kiri dari garis teoritis, begitu sebaliknya. Nilai yang dibutuhkan untuk pengujian Smirnov Kolmogorov merupakan jarak terjauh (simpangan

maksimum) antara titik peluang empiris dengan garis peluang teoritis. sehingga, angka yang bernilai negatif diubah tandanya menjadi positif (dianggap positif).

#### 7. Menentukan Nilai Simpangan Kritis ( $\Delta P$ kritis)

Nilai  $\Delta P$  kritis ditentukan berdasarkan Tabel 3.5 yaitu nilai  $\Delta P$  kritis Smirnov-Kolmogorov. Jumlah data di analisis perhitungan adalah  $N = 11$ , maka nilai untuk menentukan nilai  $\Delta P$  kritis harus diinterpolasi karena diantara nilai  $N = 10$  dan  $N = 15$ . Hasil perhitungan interpolasi nilai  $\Delta P$  kritis untuk beberapa derajat kepercayaan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14 Nilai  $\Delta P$  kritis Hasil Interpolasi**

N	$\alpha$ (derajat kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,02
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
11	0,31	0,36	0,40	0,47
15	0,27	0,3	0,34	0,4

Berdasarkan tabel diatas, dengan nilai derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) yang sering dipakai menurut Kamiana (2011) dalam buku Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air yaitu sebesar  $\alpha = 5\% = 0,05$ , maka nilai  $\Delta P$  kritis didapat yaitu sebesar  $\Delta P$  kritis = 0,40.

#### 8. Mencari Nilai Simpangan Maksimum

Berdasarkan Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 didapat nilai simpangan maksimum pada nilai simpangan ( $\Delta P$ ) yang ke-9 sebesar  $\Delta P$  maksimum = 0,130 dan nilai  $\Delta P$  kritis = 0,40. Berdasarkan hasil tersebut pengujian Smirnov Kolmogorov pada jenis distribusi Log Pearson III dapat diterima karena memenuhi syarat yaitu  $\Delta P$  maksimum = 0,130 <  $\Delta P$  kritis = 0,40.

### 5.3 Hujan Rencana

Hujan rencana menggunakan jenis distribusi Log Pearson III. Penentuan nilai hujan rencana, harus mengetahui terlebih dahulu nilai-nilai parameter statistik untuk distribusi Log Pearson. Nilai tersebut didapatkan sesuai persamaan pada parameter statistik dan didapatkan nilai sebagai berikut.

$$\overline{\text{Log } X} = 1,997$$

$$S \text{ Log } X = 0,166$$

$$c_s = 0,255$$

Hujan rencana harus ditentukan menggunakan periode ulang. Berdasarkan PerMenPU (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum) Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014, pemilihan periode ulang dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

**Tabel 5.15 Pemilihan Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota**

Tipologi Kota	Luas DAS (Ha)			
	< 10	10-100	101-500	> 500
Kota Metropolitan	2 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun	10-25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-20 tahun
Kota Sedang	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun
Kota Kecil	2 tahun	2 tahun	2 tahun	2-5 tahun

Sumber : (PerMenPU RI No.12 Tahun 2014)

Berdasarkan peraturan diatas, hujan rencana pada DAS Cilangla dengan luasan  $408,94 \text{ km}^2 = 40894 \text{ ha}$  menggunakan periode ulang 20 tahun. Nilai KT dengan nilai  $c_s = 0,255$  dan periode ulang 20 tahun belum didapatkan nilainya, sedangkan untuk periode ulang pada tahun yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.9 diatas di subbab pengujian Chi Kuadrat. Oleh karena itu nilai KT pada periode ulang 20 tahun didapatkan dengan cara interpolasi dari hasil nilai KT yang sudah di interpolasi (Tabel 5.9). Perhitungan interpolasi nilai KT pada periode ulang 20 tahun adalah sebagai berikut.

$$KT_{20 \text{ thn}} = KT_{10 \text{ thn}} + \frac{(20_{\text{thn}} - 10_{\text{thn}})}{(25_{\text{thn}} - 10_{\text{thn}})} \times (KT_{25 \text{ tahun}} - KT_{10 \text{ tahun}})$$

$$KT_{20 \text{ thn}} = 1,305 + \frac{(20 - 10)}{(25 - 10)} \times (1,835 - 1,305)$$

$$KT_{20 \text{ thn}} = 1,659$$

Hasil nilai KT diatas dapat digunakan untuk menentukan nilai hujan rencana. Dibawah ini perhitungan untuk menentukan nilai hujan rencana dengan periode ulang 20 tahun menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \overline{\text{Log } X} + K_T S \text{Log } X \\ \text{Log } X_T &= 1,997 + (1,659) \times 0,166 \\ \text{Log } X_T &= 2,272 \\ X_T &= 187,145 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan hujan rencana untuk periode ulang 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.16 Nilai Hujan Rencana**

Periode ulang, T (tahun)	$K_T$	$\text{Log } X_T$	Hujan rencana, $X_T$ (mm)
20	1,659	2,272	187,145

#### 5.4 Intensitas Hujan

Intensitas hujan diperlukan untuk mendistribusikan nilai hujan harian yang dirubah menjadi nilai hujan jam-jaman. Perhitungan intensitas hujan pada penelitian ini menggunakan metode Mononobe dikarenakan nilai hujan yang tersedia merupakan dari nilai hujan harian. Dalam perhitungan intensitas hujan di dalamnya terdapat durasi konsentrasi terjadinya hujan dalam satuan jam. Di dalam buku Hidrologi Terapan yang ditulis oleh Triatmodjo (2008), apabila tidak ada data durasi hujan maka untuk menghitung durasi hujan pada intensitas hujan dilakukan dengan menggunakan persamaan waktu konsentrasi. Dalam hal ini durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi ( $t_c$ ). Nilai  $t_c$  dihitung menggunakan persamaan 3.12 dengan luasan DAS sebesar 408,940 km<sup>2</sup>. Contoh perhitungan mencari nilai  $t_c$  adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} t_c &= 0,76A^{0,38} \\ t_c &= 0,76 \times 408,940^{0,38} \\ t_c &= 7,469 \text{ jam} \rightarrow \text{dibulatkan jadi 8 jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diatas waktu konsentrasi yang dianggap durasi hujan yaitu 8 jam. Di bawah ini adalah perhitungan intensitas hujan selama durasi hujan 8 jam



dengan menggunakan persamaan Mononobe (3.11) untuk hujan rencana dengan periode ulang 20 tahun dan durasi hujan selama 1 jam.

$$I = \frac{187,145}{24} \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 64,880 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan durasi hujan lainnya menggunakan cara perhitungan yang sama, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

**Tabel 5.17 Intensitas Hujan**

Durasi (Jam Ke-)	Intensitas Hujan Mononobe (mm/jam)	Durasi (Jam Ke-)	Intensitas Hujan Mononobe (mm/jam)
	Periode Ulang 20 Tahun		Periode Ulang 20 Tahun
1	64,880	5	22,188
2	40,872	6	19,649
3	31,191	7	17,730
4	25,747	8	16,220

## 5.5 Distribusi Hujan

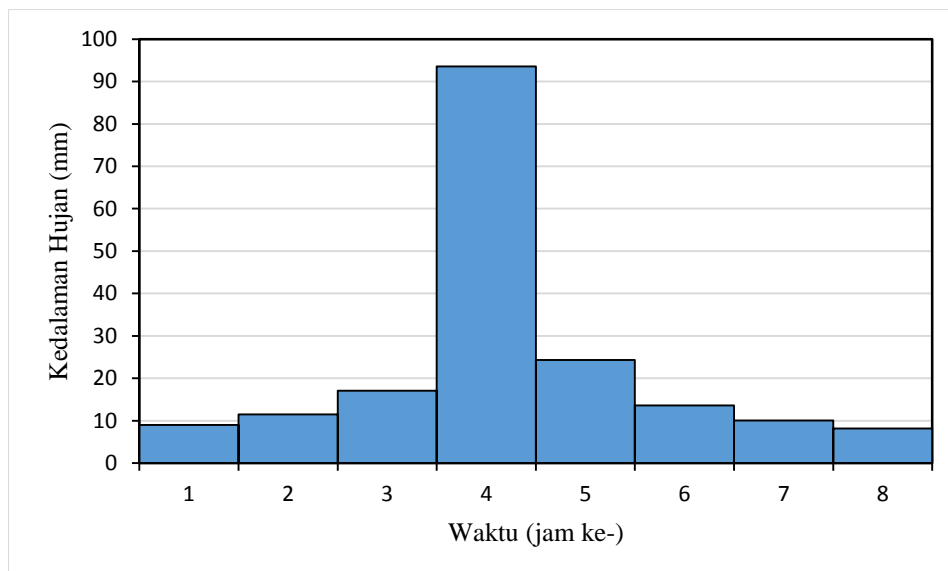
### 5.5.1 Metode *Alternating Block Method* (ABM)

Nilai intensitas hujan yang dihasilkan kemudian digunakan dan diturunkan menjadi model distribusi hujan dengan metode *Alternating Block Method* (ABM). Berikut di bawah ini perhitungan distribusi hujan metode ABM untuk periode ulang 20 tahun pada Tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.18 Distribusi Hujan Metode ABM Periode Ulang 20 Tahun**

$T_d$ (jam)	$\Delta t$ (jam)	$I_t$ (mm/jam)	$I_t T_d$ (mm)	$\Delta p$ (mm)	$p_t$ (%)	<i>Hyetograph</i> (%) (mm)	
1	0-1	64,880	64,880	64,880	50,000	4,791	8,965
2	1-2	40,872	81,743	16,864	12,996	6,129	11,470
3	2-3	31,191	93,572	11,829	9,116	9,116	17,061
4	3-4	25,747	102,990	9,417	7,258	50,000	93,572
5	4-5	22,188	110,942	7,953	6,129	12,996	24,321
6	5-6	19,649	117,894	6,951	5,357	7,258	13,582
7	6-7	17,730	124,110	6,216	4,791	5,357	10,026
8	7-8	16,220	129,759	5,649	4,353	4,353	8,147
$\Sigma$				129,759	100	100	187,145

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, bentuk *hyetograph* dengan metode *ABM* untuk periode ulang 20 tahun dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



**Gambar 5.9 Hyetograph Metode ABM Periode Ulang 20 Tahun**

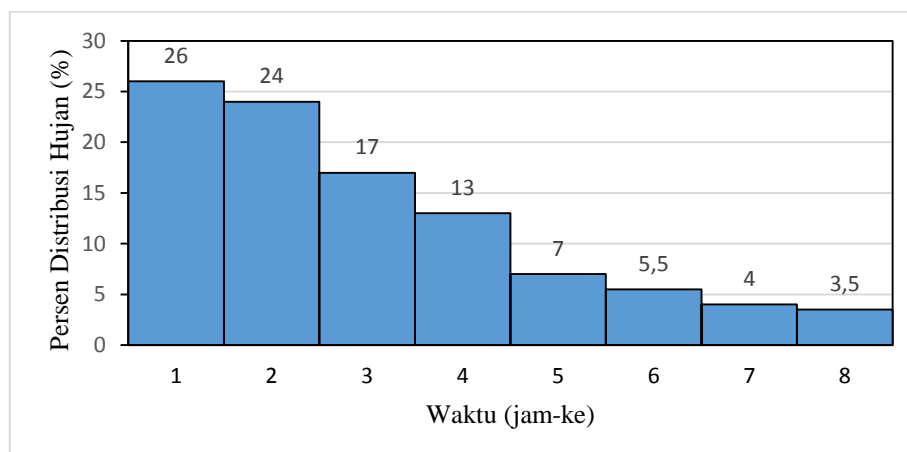
### 5.5.2 Metode Tadashi Tanimoto

Pada tahun 1969, Tadashi Tanimoto telah mengembangkan distribusi hujan jam-jaman di pulau Jawa. Rekapitulasi hasil pengembangannya dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.10.

**Tabel 5.19 Distribusi Hujan di Jawa Menurut Tadashi Tanimoto**

Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto								
Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi	26	24	17	13	7	5,5	4	3,5
% Kumulatif	26	50	67	80	87	92,5	96,5	100

Berdasarkan hasil diatas, bentuk grafik distribusi hujan hasil pengembangan dari Tadashi Tanimoto digambarkan seperti di bawah ini.



**Gambar 5.10 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto**

Hujan rencana yang sudah didapatkan dalam periode ulang 20 tahun seperti pada Tabel 5.16, kemudian digunakan dan diturunkan menjadi distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode Tadashi Tanimoto. Sebelum menggambarkan distribusi hujan, terlebih dahulu menghitung nilai kedalaman hujan dan nilai kumulatif kedalaman hujan dengan menggunakan persentase seperti pada Tabel 5.20. Contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

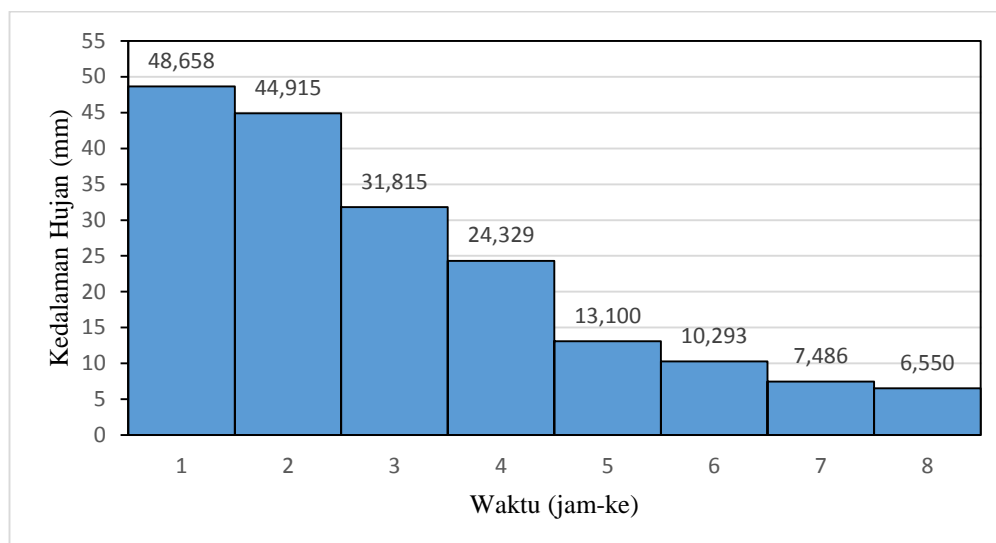
$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman hujan}_1 &= \% \text{ distribusi jam ke } - 1 \times \\
 &\quad \text{hujan rencana periode ulang 20 tahun} \\
 &= 26 \% \times 187,145 \\
 &= 48,658 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Cara perhitungan nilai kedalaman hujan pada jam berikutnya adalah sama. Dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.20 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun**

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
Kedalaman hujan (mm)	48,658	44,915	31,815	24,329	13,100	10,293	7,486	6,550
Kedalaman hujan kumulatif (mm)	48,658	93,572	125,387	149,716	162,816	173,109	180,595	187,145

Berdasarkan hasil diatas, bentuk distribusi hujan Tadashi Tanimoto untuk hujan rencana periode ulang 20 tahun digambarkan di bawah ini.



**Gambar 5.11 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun**

## 5.6 Analisis Tutupan Lahan

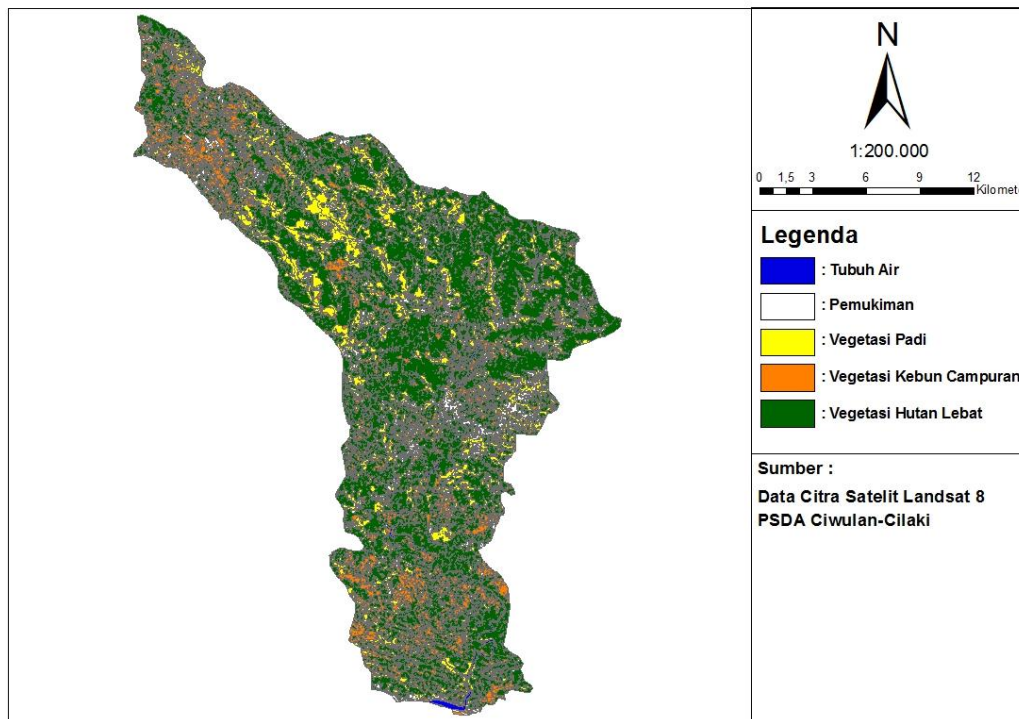
Tutupan lahan lebih memaknai lahan dari penggunaan lahan tersebut, seperti perairan/sungai, pertanian, pemukiman, perkebunan dan sebagainya. Analisis tutupan lahan dilakukan menggunakan cara penginderaan jarak jauh dengan bantuan *software ArcGis* melalui metode *Supervised Maximum Likelihood Classification*. Metode tersebut dilakukan seperti mengidentifikasi lahan dengan membuat poligon *training sampel* sesuai dengan kombinasi *band*. Data perekaman citra satelit menggunakan satelit Landsat 8 dengan tahun pengamatan 2014 dan 2019. Klasifikasi lahan dibagi menjadi 5 jenis, diantaranya yaitu tubuh air, pemukiman, pertanian, perkebunan dan hutan/vegetasi lebat. Poligon *training sample* dibuat sejumlah 50 titik pada setiap jenis lahan. Tahapan dan hasil analisis tutupan Lahan pada tahun 2014 dan 2019 dilakukan sebagai berikut.

### 5.6.1 Hasil Analisis Tutupan Lahan

Hasil analisis tutupan lahan dengan tahapan seperti diatas menggunakan bantuan aplikasi *software ArcGis* dapat dilihat dibawah berikut.

#### 1. Tutupan Lahan 2014

Hasil analisis peta tutupan lahan tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5.12 Peta Tutupan Lahan Tahun 2014 Pada DAS Cilangla**

Berdasarkan Gambar 5.12, jenis lahan terbesar digunakan oleh vegetasi hutan lebat yang tersebar di semua daerah DAS Cilangla, tetapi luasan vegetasi hutan lebat yang paling besar terletak pada daerah Kecamatan Bojong Asih dan Bantar Kalong. Hal ini disebabkan karena pada DAS Cilangla didominasi oleh daerah perbukitan dan pegunungan. Jenis lahan vegetasi kebun campuran dan vegetasi padi banyak tersebar di daerah utara dan di daerah selatan, di daerah utara terletak pada Kecamatan Bojongsambir dan Kecamatan Taraju, sedangkan di daerah selatan terletak pada Daerah Kecamatan Cipatujah dan Karangnunggal. Jenis lahan vegetasi kebun campuran di DAS Cilangla bagian utara didominasi oleh perkebunan teh dan bagian selatan oleh pohon kelapa. Jenis lahan pemukiman terbesar terletak di tengah DAS Cilangla yaitu pada daerah Kecamatan Karangnunggal. Jenis lahan tubuh air terbesar terletak pada daerah selatan DAS Cilangla yaitu daerah Kecamatan Cipatujah. Hal ini dikarenakan pada daerah tersebut merupakan daerah hilir sungai yang memiliki lebar sungai besar serta mengarahkan arus sungai langsung menuju ke laut (muara). Untuk

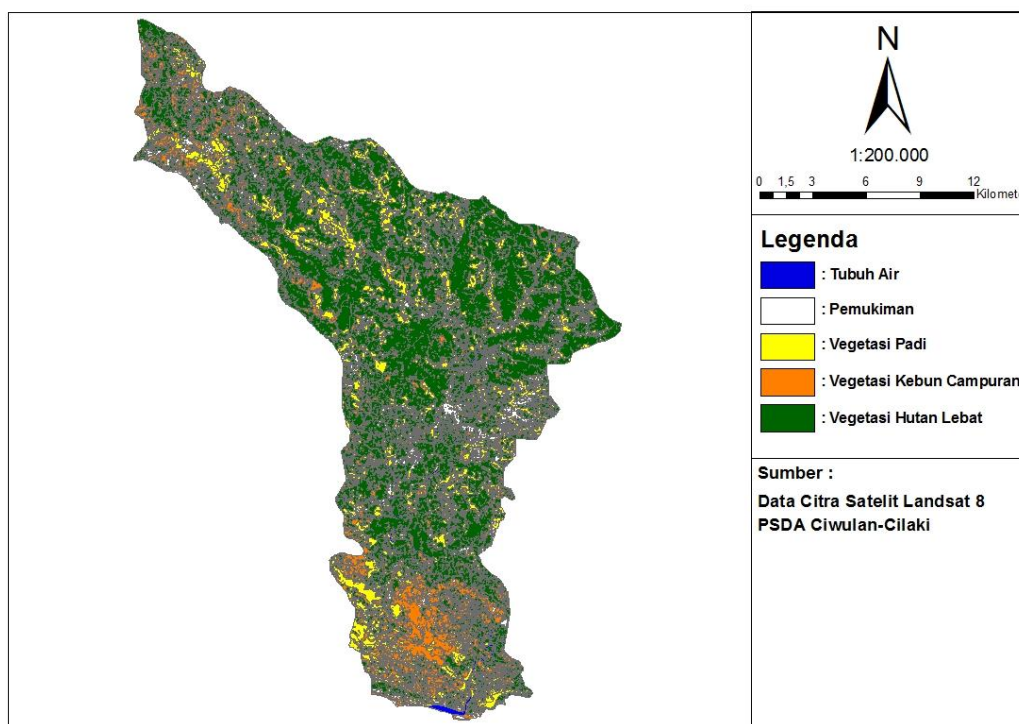
lebih jelasnya luasan masing-masing lahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.21 di bawah ini.

**Tabel 5.21 Luas Peta Tutupan Lahan 2014 Pada DAS Cilangla**

Jenis Lahan	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase Luas (%)
Tubuh Air	4,990	1,220
Pemukiman	23,049	5,637
Vegetasi Padi	53,768	13,149
Vegetasi Kebun Campuran	86,418	21,134
Vegetasi Hutan Lebat	240,680	58,860
Jumlah	408,905	100

## 2. Tutupan Lahan 2019

Hasil analisis peta tutupan lahan tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



**Gambar 5.13 Peta Tutupan Lahan Tahun 2019 Pada DAS Cilangla**

Berdasarkan Gambar 5.13, tutupan lahan mengalami perubahan di semua jenis lahan. Jenis lahan lahan yang mengalami pengecilan luasan terjadi pada jenis

lahan tubuh air dan lahan vegetasi hutan lebat. Sedangkan pada jenis lahan selain itu, mengalami perluasan. Berdasarkan peta tutupan lahan diatas, di bagian selatan yaitu di Kecamatan Cipatujah dan Kecamatan Karangnunggal, dan di bagian utara tepatnya di Kecamatan Bojonggambir dan Kecamatan Taraju terjadi perubahan bahwa jenis lahan vegetasi hutan lebat banyak berubah menjadi jenis lahan vegetasi padi dan jenis lahan vegetasi kebun campuran. Perubahan tersebut menjadikan jenis lahan vegetasi hutan lebat semakin mengecil luasannya, sedangkan luasan jenis lahan vegetasi padi dan vegetasi kebun campuran semakin meluas. Luasan Jenis lahan tubuh air mengalami penurunan diakibatkan karena terjadinya penyusutan lebar sungai dan pendangkalan sungai di semua jaringan sungai pada DAS Cilangla. Sedangkan untuk luasan jenis lahan pemukiman terjadi perluasan karena disebabkan laju pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun semakin meningkat. Berdasarkan hasil analisis peta tutupan lahan, dapat dilihat di bagian tengah tepatnya di Kecamatan Karangnunggal bahwa lahan pemukiman semakin meluas. Untuk lebih jelasnya luasan masing-masing lahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.22 di bawah ini.

**Tabel 5.22 Luas Peta Tutupan Lahan 2019 Pada DAS Cilangla**

<b>Jenis Lahan</b>	<b>Luas (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Persentase Luas (%)</b>
Tubuh Air	4,642	1,135
Pemukiman	24,667	6,032
Vegetasi Padi	61,048	14,929
Vegetasi Kebun Campuran	87,035	21,284
Vegetasi Hutan Lebat	231,534	56,620
Jumlah	408,926	100

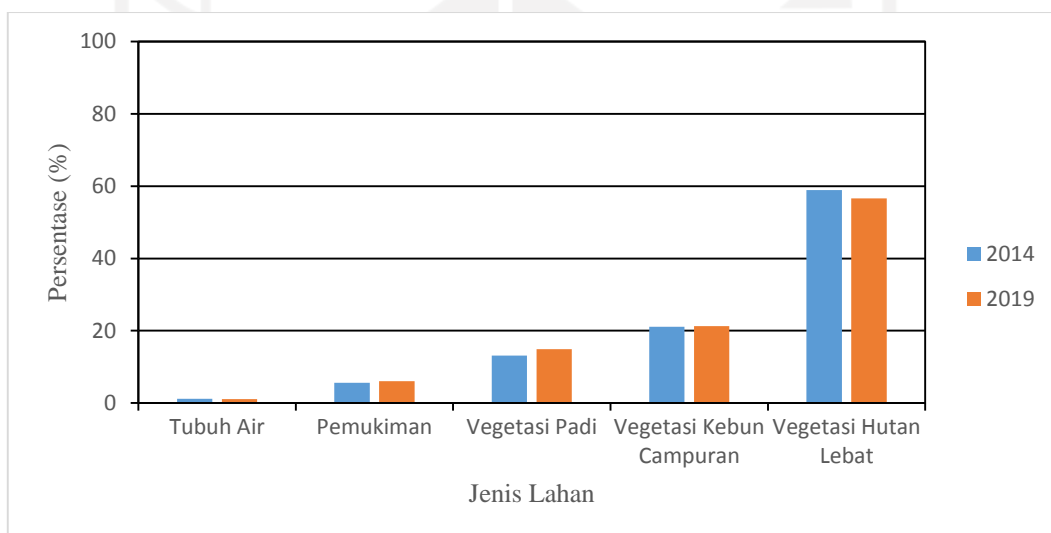
### **5.6.2 Perbandingan Luas Lahan Tahun 2014 dan 2019**

Luasan pada setiap jenis lahan pada tahun 2014 dibandingkan dengan tahun 2019 untuk mengetahui jenis lahan yang mengecil maupun meluas. Hasil perbandingan luasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut.

**Tabel 5.23 Perbandingan Luas Jenis Lahan 2014 dan 2019**

Jenis Lahan	Persentase Luasan (%)		
	2014	2019	Selisih
Tubuh Air	1,220	1,135	-0,085
Pemukiman	5,637	6,032	0,395
Vegetasi Padi	13,149	14,929	1,780
Vegetasi Kebun Campuran	21,134	21,284	0,150
Vegetasi Hutan Lebat	58,860	56,620	-2,240

Perbandingan dan selisih dari setiap jenis lahan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut.

**Gambar 5.14 Perbandingan Luas Jenis Lahan Tahun 2014 dan 2019**

### 5.6.3 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk melihat keakuratan atau ketelitian hasil dari klasifikasi objek pada citra dengan cara membandingkan hasil analisis *training sample* sesuai pengamatan di lapangan dengan jumlah poligon *training sample* semua lahan. Luasan DAS yang terlalu besar, pengamatan lapangan dilakukan dengan pengamatan dari *google earth*. Sampel yang dibuat pada uji akurasi ini yaitu sebanyak 50 titik *training sample* pada setiap jenis lahan dan disebar merata pada luasan DAS yang ada. Hasil analisis uji akurasi terdapat kesalahan pengamatan. Contohnya pada *training sample* jenis lahan tubuh air mengalami kesalahan pengamatan sebanyak 8 titik. Hal tersebut disebabkan dengan peta citra satelit



Landsat 8 dan menggunakan kombinasi *band* (5,6,4) untuk mengetahui lahan *land/water* terdapat banyak lahan berwarna biru yang menunjukkan bahwa lahan tersebut adalah daerah perairan. Tetapi setelah dilakukan pengamatan lapangan pada setiap titik dengan menggunakan *google earth* daerah tersebut merupakan jenis lahan yang lain. Hasil analisis uji akurasi yang lebih jelas adalah sebagai berikut.

#### 1. Akurasi Peta Tutupan Lahan 2014

Perbandingan dari *training sample* terhadap pengamatan lapangan sebanyak 50 titik terdapat kesalahan pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut.

**Tabel 5.24 Perbandingan Hasil *Training Sample* Terhadap Pengamatan Lapangan Tahun 2014**

Jenis Lahan	Tubuh Air	Pemukiman	Vegetasi Padi	Vegetasi Kebun Campuran	Vegetasi Hutan Lebat	Total
Tubuh Air	42	0	6	0	0	48
Pemukiman	1	43	3	4	1	52
Vegetasi Padi	5	4	39	1	1	50
Vegetasi Kebun Campuran	1	3	2	43	5	54
Vegetasi Hutan Lebat	1	0	0	2	43	46
<b>Total</b>	50	50	50	50	50	250

Berdasarkan hasil diatas, tingkat akurasi pengamatan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{\Sigma \text{Training Sample Yang Benar}}{\Sigma \text{Training Sample}} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{42+43+39+43+43}{250} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 84\%$$

#### 2. Akurasi Peta Tutupan Lahan 2019

Perbandingan dari *training sample* terhadap pengamatan lapangan sebanyak 50 titik terdapat kesalahan pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut.

**Tabel 5.25 Perbandingan Hasil *Training Sample* Terhadap Pengamatan Lapangan Tahun 2019**

Jenis Lahan	Tubuh Air	Pemukiman	Vegetasi Padi	Vegetasi Kebun Campuran	Vegetasi Hutan Lebat	Total
Tubuh Air	42	0	6	0	0	48
Pemukiman	1	43	3	4	1	52
Vegetasi Padi	5	4	39	1	1	50
Vegetasi Kebun Campuran	1	3	2	43	5	54
Vegetasi Hutan Lebat	1	0	0	2	43	46
<b>Total</b>	50	50	50	50	50	250

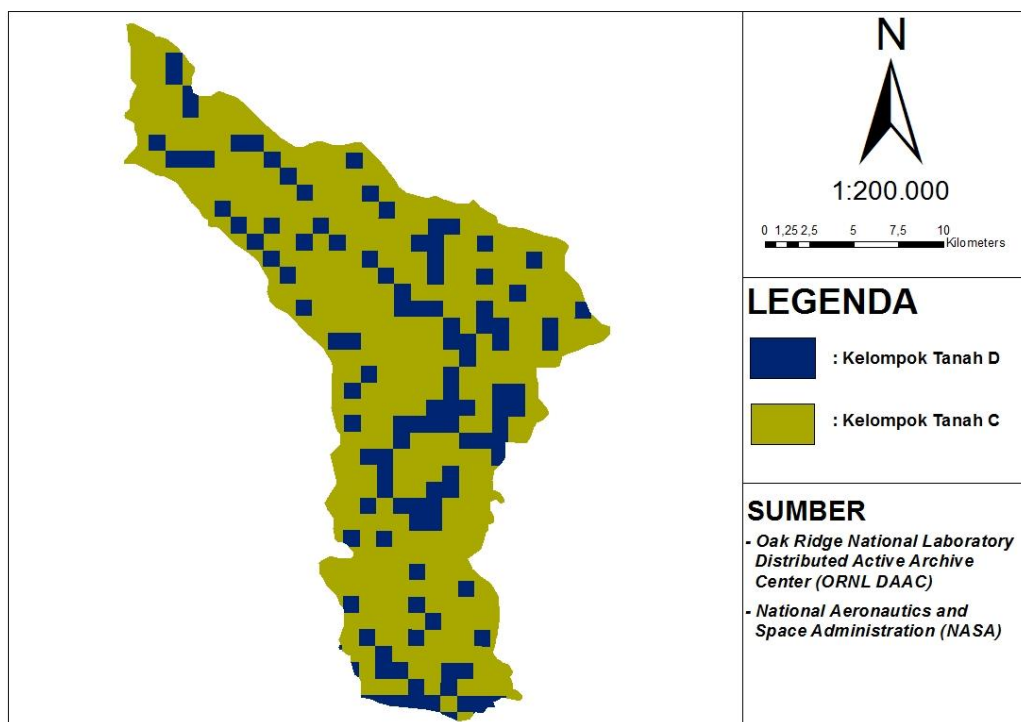
Berdasarkan hasil diatas, tingkat akurasi pengamatan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{42+43+39+43+43}{250} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 84\%$$

#### 5.6.4 Penentuan Jenis Tanah Secara Hidrologi

Jenis tanah secara hidrologi berpengaruh terhadap nilai hujan efektif dan penentuan nilai *Curve Number (CN)*. Jenis tanah secara hidrologi didapatkan dari peta tanah hidrologi dunia (*global hydrology soil groups*). Peta tersebut bersumber dari *Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (ORNL DAAC)* yang dikelola oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. Menggunakan bantuan aplikasi ArcGis, peta tanah hidrologi dunia yang didapat kemudian dipotong dan disesuaikan dengan DAS Cilangla. Hasil dari peta jenis tanah secara hidrologi pada DAS Cilangla dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



**Gambar 5.15 Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangra**

Berdasarkan Gambar 5.15, karakteristik dari jenis tanah menurut hidrologi pada DAS Cilangra dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

**Tabel 5.26 Karakteristik Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangra**

<b>Kelompok Jenis Tanah</b>	<b>Karakteristik</b>
Kelompok Tanah C	Potensi limpasan agak tinggi, laju infiltrasi lambat. Tanah berbutir sedang sampai halus ( <i>clay</i> dan <i>colloids</i> )
Kelompok Tanah D	Potensi limpasan tinggi, laju infiltrasi sangat lambat. Tanah liat ( <i>clay</i> ) dengan kembang susut ( <i>swelling</i> ) tinggi, tanah dengan muka air tinggi, tanah lempung dan tanah kedap air.

Hasil luasan jenis tanah secara hidrologi berdasarkan Gambar 5.15 dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut.

**Tabel 5.27 Luasan Berdasarkan Jenis Tanah Secara Hidrologi Pada DAS Cilangla**

No.	Jenis Tanah	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase Luasan
1	Kelompok Tanah C	312,872	76,648
2	Kelompok Tanah D	95,323	23,352
Jumlah		408,195	100

### 5.6.5 Nilai *Curve Number* (CN)

Nilai *CN* untuk setiap jenis klasifikasi lahan dipengaruhi oleh jenis tanah secara hidrologi. Penentuan nilai *curve number* (*CN*) harus berdasarkan Tabel 3.8. Hasil nilai *CN* pada DAS Cilangla yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut.

**Tabel 5.28 Nilai *Curve Number* Setiap Jenis Lahan**

Jenis Lahan	Kondisi	CN C	CN D
Pemukiman	Kedap air 65%	90	92
Vegetasi Padi	Tanah yang diolah tanpa konservasi	78	81
Vegetasi Kebun Campuran	Padang rumput dalam kondisi baik	74	80
Vegetasi Hutan Lebat	Hutan dengan penutupan baik	70	78

## 5.7 Hujan Efektif

### 5.7.1 Nilai *Curve Number* Komposit dan Nilai Retensi Potensial

Berdasarkan hasil nilai *curve number* (*CN*) sesuai dengan jenis lahan dan kelompok tanah masing-masing, nilai *CN* harus dijadikan ke dalam nilai *CN* komposit. Nilai *CN* komposit digunakan untuk mendapatkan nilai retensi potensial maksimum air oleh tanah (*S*). Kemudian nilai retensial potensial maksimum (*S*) berguna untuk analisis berikutnya yaitu untuk mendapatkan nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ). Perhitungan kedua nilai tersebut, terlebih dahulu didapatkan dengan cara menghitung nilai persentase luas pada setiap jenis lahan dikalikan dengan persentase kelompok tanah masing-masing, kemudian dikalikan kembali dengan nilai *CN* pada setiap jenis lahan dengan tahun pengamatan masing-masing. Contoh perhitungan dapat dilihat pada jenis lahan pemukiman pada tahun 2014 dengan kelompok tanah C sebagai berikut.

$$\text{Persen } (\%) \times \text{CN} = \frac{A_{\text{jenis lahan}}}{\Sigma A_{\text{jenis lahan}}} \times \text{Persen kel. tanah} \times \text{CN}$$

$$\text{Persen } (\%) \times \text{CN} = \frac{23,049}{403,915} \times 76,648 \times 90$$

$$\text{Persen } (\%) \times \text{CN} = 393,643 \%$$

Perhitungan persentase pada jenis lahan dan kelompok tanah yang lainnya yaitu sama seperti diatas. Hasil perhitungan antara persentase dengan nilai *CN* pada lahan tahun 2014 dengan kondisi kelompok tanah masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.

**Tabel 5.29 Perhitungan *CN* Komposit Pada Lahan Tahun 2014**

Peta Tutupan Lahan 2014							
Jenis Lahan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Kelompok Tanah C (76,648%)			Kelompok Tanah D (23,352%)		
		(%)	<i>CN</i>	% x <i>CN</i>	(%)	<i>CN</i>	% x <i>CN</i>
Pemukiman	23,049	4,374	90	393,643	1,333	92	122,597
Vegetasi Padi	53,768	10,203	78	795,845	3,109	81	251,798
Vegetasi Kebun Campuran	86,417	16,399	74	1213,507	4,996	80	399,700
Vegetasi Hutan Lebat	240,68	45,672	70	3197,032	13,915	78	1085,368
Total	403,915	76,648		5600,027	23,352		1859,463

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, selanjutnya menghitung nilai *CN* komposit pada lahan tahun 2014 dengan persamaan di bawah ini

$$CN_{\text{komposit}} = \frac{\Sigma \text{Persentase} \times \text{CN}}{100}$$

$$CN_{\text{komposit 2014}} = \frac{7459,490}{100} = 74,595$$

Sedangkan nilai retensi potensial maksimum (*S*) pada lahan tahun 2014 menggunakan persamaan 3.15 seperti berikut.

$$S_{2014} = \frac{25400}{74,595} - 254$$

$$S_{2014} = 86,506 \text{ mm}$$

Perhitungan *CN* komposit sama seperti pada lahan 2014. Hasil perhitungan antara persentase dengan nilai *CN* pada lahan tahun 2019 dengan kondisi kelompok tanah masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut..

**Tabel 5.30 Perhitungan *CN* Komposit Pada Lahan Tahun 2019**

Peta Tutupan Lahan 2019							
Jenis Lahan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Kelompok Tanah C (76,648%)			Kelompok Tanah C (23,352%)		
		(%)	<i>CN</i>	% x <i>CN</i>	(%)	<i>CN</i>	% x <i>CN</i>
Pemukiman	24,667	4,677	90	420,897	1,425	92	131,085
Vegetasi Padi	61,048	11,574	78	902,777	3,526	81	285,630
Vegetasi Kebun Campuran	87,035	16,501	74	1221,057	5,027	80	402,187
Vegetasi Hutan Lebat	231,534	43,896	70	3072,728	13,374	78	1043,167
Total	404,284	76,648		5617,459	23,352		1862,069

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, selanjutnya menghitung nilai *CN* komposit pada lahan tahun 2019 dengan persamaan di bawah ini

$$CN_{Komposit} = \frac{\sum \text{Persentase} \times CN}{100}$$

$$CN_{Komposit\ 2019} = \frac{7479,529}{100} = 74,795$$

Sedangkan nilai retensi potensial maksimum (*S*) pada lahan tahun 2019 menggunakan persamaan 3.15 seperti berikut.

$$S_{2019} = \frac{25400}{74,795} - 254$$

$$S_{2019} = 85,594 \text{ mm}$$

### 5.7.2 Hujan Efektif dari Metode *Alternating Block Method* (ABM)

Triatmodjo (2008) menyatakan hujan yang jatuh di permukaan tanah merupakan fungsi waktu yang biasanya dinyatakan dalam bentuk histogram serta histogram hujan efektif diperoleh dengan mengurangi kehilangan air terhadap histogram hujan total. Tahapan analisis ini adalah untuk menghitung nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) dengan menggunakan data distribusi hujan dari

metode *ABM*. Nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) berguna untuk mencari nilai debit banjir menggunakan hidrograf satuan sintetis (HSS). Data distribusi hujan ( $p$ ) metode *ABM* yang digunakan untuk mencari nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) pada periode ulang 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.31.

**Tabel 5.31 Data Distribusi Hujan Metode *ABM* Periode Ulang 20 Tahun**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	8,965	8,965
2	11,470	20,435
3	17,061	37,496
4	93,572	131,068
5	24,321	155,390
6	13,582	168,972
7	10,026	178,998
8	8,147	187,145

Nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) pada periode ulang 20 tahun dihitung dengan menggunakan nilai retensi potensial maksimum ( $S$ ) pada tahun pengamatan masing-masing. Analisis perhitungan tersebut adalah seperti berikut ini.

#### 1. Kondisi Lahan Tahun 2014

Nilai kedalaman hujan kumulatif yang lebih kecil dari  $0,2S$  merupakan nilai hujan yang dianggap meresap ke dalam tanah dan tidak menjadi limpasan permukaan. Sedangkan nilai kedalaman hujan yang lebih besar dari  $0,2S$  menjadi limpasan permukaan. Nilai kedalaman hujan efektif hanya berlaku untuk nilai  $p_{kum} \geq 0,2S = 17,301$  mm, oleh karena itu hujan efektif yang menjadi limpasan terjadi akibat hujan total yang dimulai dari jam ke-2. Walaupun hujan efektif dimulai oleh hujan total jam ke-2, tetapi hujan efektif tersebut merupakan hujan efektif pertama (jam-ke1) sehingga penulisannya menjadi hujan efektif jam ke-1. Perhitungan hujan efektif ( $p_e$ ) menggunakan persamaan 3.14. Contoh perhitungan nilai kedalaman hujan efektif kumulatif pada saat jam ke-2 adalah sebagai berikut.

$$P_{e \text{ Kumulatif jam ke-1}} = \frac{(20,435 - (0,2 \times 86,506))^2}{20,435 + (0,8 \times 86,506)}$$

$$P_{e \text{ Kumulatif jam ke-1}} = 0,110 \text{ mm}$$

Nilai kedalaman hujan efektif pada setiap jam adalah sebagai berikut.

$$p_e = p_{kum i} - p_{kum i-1}$$

$$p_{e \text{ jam ke-1}} = 0,110 - 0$$

$$p_{e \text{ jam ke-1}} = 0,110 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif pada waktu yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.32.

**Tabel 5.32 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode ABM Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2014**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub> kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub></i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	11,470	20,435	0,110	0,110
2	17,061	37,496	3,822	3,713
3	93,572	131,068	64,627	60,804
4	24,321	155,390	84,902	20,275
5	13,582	168,972	96,584	11,682
6	10,026	178,998	105,341	8,757
7	8,147	187,145	112,530	7,189

## 2. Kondisi Lahan Tahun 2019

Nilai kedalaman hujan kumulatif yang lebih kecil dari  $0,2S$  merupakan nilai hujan yang dianggap meresap ke dalam tanah dan tidak menjadi limpasan permukaan. Sedangkan nilai kedalaman hujan yang lebih besar dari  $0,2S$  menjadi limpasan permukaan. Nilai kedalaman hujan efektif hanya berlaku untuk nilai  $p_{kum} \geq 0,2S = 17,119 \text{ mm}$ , oleh karena itu hujan efektif yang menjadi limpasan dimulai dari jam ke-2 (sama seperti kondisi lahan 2014). Perhitungan hujan efektif ( $p_e$ ) menggunakan persamaan 3.14. Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif kumulatif pada saat jam ke-2 adalah sebagai berikut.

$$P_{e \text{ Kumulatif jam ke-1}} = \frac{(20,435 - (0,2 \times 85,594))^2}{20,435 + (0,8 \times 85,594)}$$



$$P_{e \text{ Kumulatif jam ke-1}} = 0,124 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk mencari nilai kedalaman hujan efektif pada setiap jam adalah sebagai berikut.

$$p_e = p_{kum i} - p_{kum i-1}$$

$$p_{e \text{ jam ke-1}} = 0,124 - 0$$

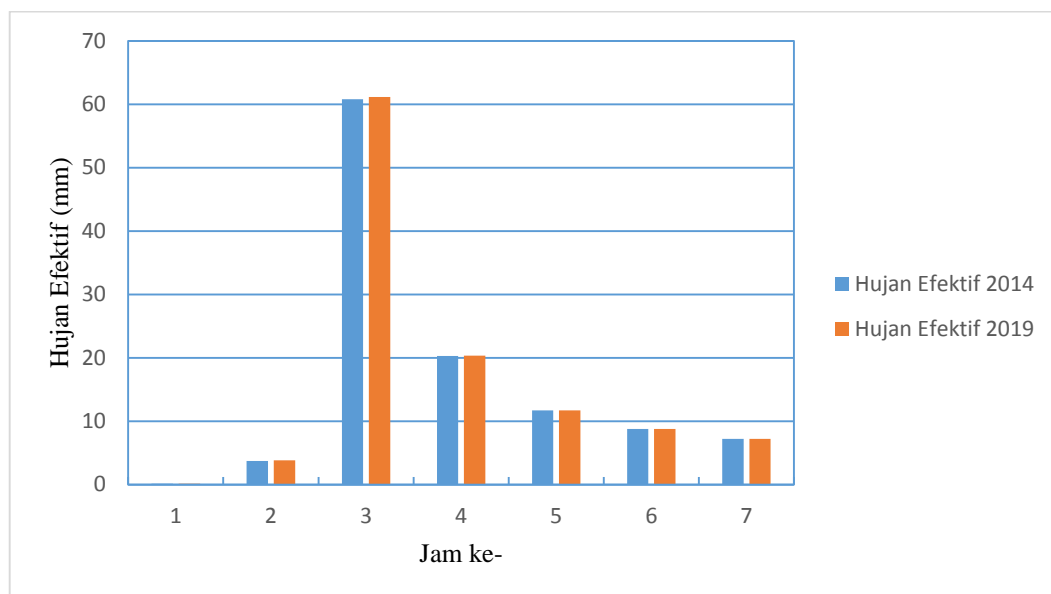
$$p_{e \text{ jam ke-1}} = 0,124 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif pada waktu yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.33.

**Tabel 5.33 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode ABM Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2019**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub> kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub></i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	11,470	20,435	0,124	0,124
2	17,061	37,496	3,918	3,795
3	93,572	131,068	65,071	61,153
4	24,321	155,390	85,404	20,333
5	13,582	168,972	97,114	11,710
6	10,026	178,998	105,890	8,776
7	8,147	187,145	113,093	7,204

Perbandingan hujan efektif pada distribusi hujan metode *Alternating Block Method (ABM)* dengan lahan tahun 2014 dan tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



**Gambar 5.16 Perbandingan Nilai Hujan Efektif dengan Distribusi ABM Pada Tahun 2014 dan Tahun 2019**

### 5.7.3 Hujan Efektif dari Metode Tadashi Tanimoto

Triatmodjo (2008) menyatakan hujan yang jatuh di permukaan tanah merupakan fungsi waktu yang biasanya dinyatakan dalam bentuk histogram serta histogram hujan efektif diperoleh dengan mengurangi kehilangan air terhadap histogram hujan total. Tahapan analisis ini adalah untuk menghitung nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) dengan menggunakan data distribusi hujan dari metode Tadashi Tanimoto. Nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) berguna untuk mencari nilai debit banjir menggunakan hidrograf satuan sintesis (HSS). Di bawah ini adalah data distribusi hujan ( $p$ ) metode Tadashi Tanimoto yang akan digunakan untuk mencari nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) pada periode ulang 20 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 5.34.

**Tabel 5.34 Data Distribusi Hujan Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun**

$t$	$p$	$p$ kumulatif
Jam ke-	mm	mm
1	48,658	48,658
2	44,915	93,572
3	31,815	125,387

**Lanjutan 5.34 Data Distribusi Hujan Metode Tadashi Tanimoto Periode  
Ulang 20 Tahun**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
4	24,329	149,716
5	13,100	162,816
6	10,293	173,109
7	7,486	180,595
8	6,550	187,145

Nilai kedalaman hujan efektif ( $p_e$ ) pada periode ulang 20 tahun dihitung dengan menggunakan nilai retensi potensial maksimum ( $S$ ) pada tahun pengamatan masing-masing. Analisis perhitungan tersebut adalah seperti berikut ini.

1. Kondisi Lahan 2014

Nilai kedalaman hujan kumulatif yang lebih kecil dari  $0,2S$  merupakan nilai hujan yang dianggap meresap ke dalam tanah dan tidak menjadi limpasan permukaan. Sedangkan nilai kedalaman hujan yang lebih besar dari  $0,2S$  menjadi limpasan permukaan. Nilai kedalaman hujan efektif hanya berlaku untuk nilai  $p_{kum} \geq 0,2S = 17,301$  mm. Perhitungan hujan efektif ( $p_e$ ) menggunakan persamaan 3.14. Nilai  $p_{kumulatif}$  pada saat jam-ke 1 lebih besar dari  $0,2S$ , maka perhitungan nilai kedalaman hujan efektif jam-jaman yang menjadi limpasan dimulai pada saat hujan total jam ke-1, seperti berikut ini.

$$P_{e \text{ Kumulatif saat } t=1 \text{ jam}} = \frac{(48,658 - (0,2 \times 86,506))^2}{48,658 + (0,8 \times 86,506)}$$

$$P_{e \text{ Kumulatif saat } t=1 \text{ jam}} = 8,342 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk mencari nilai kedalaman hujan efektif pada setiap jam adalah sebagai berikut.

$$p_e = p_{kum i} - p_{kumi-1}$$

$$p_{e \ t=1 \text{ jam}} = 8,342 - 0$$

$$p_{e \ t=1 \text{ jam}} = 8,342 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif pada waktu yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.35.

**Tabel 5.35 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2014**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub> kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub></i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	48,658	48,658	8,342	8,342
2	44,915	93,572	35,738	27,396
3	31,815	125,387	60,036	24,298
4	24,329	149,716	80,092	20,055
5	13,100	162,816	91,262	11,170
6	10,293	173,109	100,185	8,923
7	7,486	180,595	106,745	6,560
8	6,550	187,145	112,530	5,785

## 2. Kondisi Lahan 2019

Nilai kedalaman hujan kumulatif yang lebih kecil dari  $0,2S$  merupakan nilai hujan yang dianggap meresap ke dalam tanah dan tidak menjadi limpasan permukaan. Sedangkan nilai kedalaman hujan yang lebih besar dari  $0,2S$  menjadi limpasan permukaan. Nilai kedalaman hujan efektif hanya berlaku untuk nilai  $p_{kum} \geq 0,2S = 17,301$  mm. Perhitungan hujan efektif ( $p_e$ ) menggunakan persamaan 3.14. Nilai  $p_{kumulatif}$  pada saat jam-ke 1 lebih besar dari  $0,2S$ , maka perhitungan nilai kedalaman hujan efektif jam-jaman yang menjadi limpasan dimulai pada saat hujan total jam ke-1, seperti berikut ini..

$$P_{e \text{ Kumulatif saat } t=1 \text{ jam}} = \frac{(48,658 - (0,2 \times 85,594))^2}{48,658 + (0,8 \times 85,594)}$$

$$P_{e \text{ Kumulatif saat } t=1 \text{ jam}} = 8,492 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk mencari nilai kedalaman hujan efektif pada setiap jam adalah sebagai berikut.

$$p_e = p_{kum i} - p_{kumi-1}$$

$$p_{e t=1jam} = 8,492 - 0$$

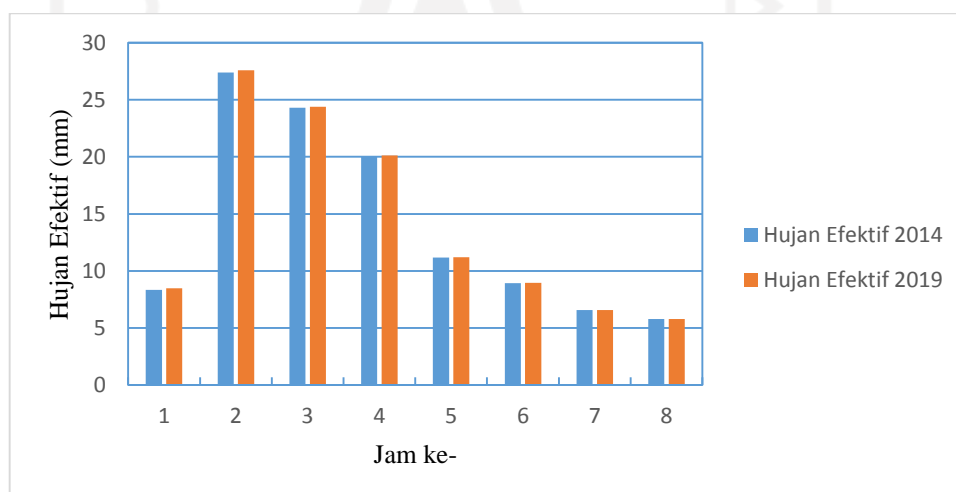
$$p_{e t=1jam} = 8,492 \text{ mm}$$

Perhitungan nilai kedalaman hujan efektif pada waktu yang lain, caranya sama seperti diatas dan rekapitulasi hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.36.

**Tabel 5.36 Hujan Efektif ( $p_e$ ) Metode Tadashi Tanimoto Periode Ulang 20 Tahun Untuk Lahan Tahun 2019**

<i>t</i>	<i>p</i>	<i>p kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub> kumulatif</i>	<i>p<sub>e</sub></i>
<i>Jam ke-</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
1	48,658	48,658	8,492	8,492
2	44,915	93,572	36,071	27,579
3	31,815	125,387	60,466	24,395
4	24,329	149,716	80,581	20,115
5	13,100	162,816	91,779	11,198
6	10,293	173,109	100,723	8,943
7	7,486	180,595	107,297	6,574
8	6,550	187,145	113,093	5,796

Perbandingan hujan efektif pada distribusi hujan metode Tadashi Tanimoto dengan lahan tahun 2014 dan lahan tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



**Gambar 5.17 Perbandingan Nilai Hujan Efektif dengan Distribusi Tadashi Tanimoto Pada Tahun 2014 dan Tahun 2019**

## 5.8 Hidrograf Satuan Sintetis

Pada tahapan ini, dikarenakan tidak tersedia data hidrologi maka dilakukan analisis hidrograf satuan sintetis dengan metode *SCS (Soil Conservation Service)* dan metode Nakayasu. Data dari DAS Cilangla yang sudah diketahui pada analisis sebelumnya dan digunakan pada analisis hidrograf satuan sintetis ini adalah sebagai berikut.

1. Luas DAS ( $A$ ) = 408,940 km<sup>2</sup>
2. Panjang Sungai ( $L$ ) = 71,802 km
3. Koefisien karakteristik DAS ( $\alpha$ ) = 2

### 5.8.1 Hidrograf Satuan Sintetis *SCS (Soil Conservation Service)*

Hidrograf satuan sintetis metode *SCS* menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan data lapangan. Dalam analisis perhitungan hidrograf satuan sintetis metode *SCS* menggunakan persamaan 3.16 dan persamaan 3.18, tetapi sebelum itu harus mencari beberapa parameter yang harus digunakan seperti berikut ini.

1. Waktu konsentrasi ( $t_c$ )

Nilai waktu konsentrasi ( $t_c$ ) sudah didapatkan pada analisis intensitas hujan dengan menggunakan persamaan 3.12 berikut.

$$t_c = 0,76A^{0,38}$$

$$t_c = 7,469 \text{ jam}$$

2. Waktu kelambatan ( $t_p$ )

Nilai  $t_p$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.16 berikut.

$$t_p = 0,6 \times t_c$$

$$t_p = 0,6 \times 7,469$$

$$t_p = 4,481 \text{ jam}$$

3. Durasi hujan efektif ( $t_r$ )

Nilai  $t_r$  didapatkan dari durasi hujan efektif metode *ABM* yang sudah dicari pada perhitungan nilai kedalaman hujan efektif yaitu  $t_r = 7$  jam.

4. Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf ( $p_r$ )

Nilai  $p_r$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.18 berikut.

$$p_r = 0,5t_r + t_p$$

$$p_r = (0,5 \times 7) + 4,481$$

$$p_r = 7,981 \text{ jam}$$

5. Debit puncak banjir ( $Q_p$ )

Nilai  $Q_p$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.17 berikut.

$$Q_p = \frac{0,208A}{p_r}$$

$$Q_p = \frac{0,208 \times 408,940}{7,981} = 10,657 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

Bentuk hidrograf satuan sintetis metode SCS sudah ditentukan seperti pada Tabel 3.10. Nilai  $t$  didapatkan dari perkalian antara  $t/T_p$  dengan nilai  $T_p$ . Sedangkan nilai  $Q$  didapatkan dari perkalian antara nilai  $Q/Q_p$  dengan nilai  $Q_p$ . Hasil perkalian dari nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut.

**Tabel 5.37 Bentuk Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS DAS Cilangla**

$t/p_r$	$t$	$Q/Q_p$	$Q$	$t/p_r$	$t$	$Q/Q_p$	$Q$
0	0	0	0	1,5	11,972	0,66	7,034
0,1	0,798	0,015	0,160	1,6	12,770	0,56	5,968
0,2	1,596	0,075	0,799	1,8	14,366	0,42	4,476
0,3	2,394	0,16	1,705	2	15,962	0,32	3,410
0,4	3,192	0,28	2,984	2,2	17,559	0,24	2,558
0,5	3,991	0,43	4,583	2,4	19,155	0,18	1,918
0,6	4,789	0,6	6,394	2,6	20,751	0,13	1,385
0,7	5,587	0,77	8,206	2,8	22,347	0,098	1,044
0,8	6,385	0,89	9,485	3	23,944	0,075	0,799
0,9	7,183	0,97	10,338	3,5	27,934	0,036	0,384
1	7,981	1	10,657	4	31,925	0,018	0,192
1,1	8,779	0,98	10,444	4,5	35,915	0,009	0,096
1,2	9,577	0,92	9,805	5	39,906	0,004	0,043
1,3	10,376	0,84	8,952			0	0
1,4	11,174	0,75	7,993				

Nilai  $t$  pada Tabel 5.37 tidak dalam bentuk bilangan bulat, sehingga perlu dibuat dalam bentuk bilangan bulat seperti  $t=1$  jam,  $t=2$  jam, dan seterusnya. Maka dari itu nilai debit unit hidrograf ( $UH$ ) perlu diinterpolasi. Contoh perhitungan interpolasi pada saat  $t=1$  jam adalah sebagai berikut.

$$UH_{t=1jam} = Q_0 + \frac{(t_1-t_0)}{(t_2-t_0)} \times (Q_2 - Q_0)$$

$$UH_{t=1jam} = 0,160 + \frac{(1-0,798)}{(1,596-0,798)} \times (0,799 - 0,160)$$

$$UH_{t=1jam} = 0,322 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

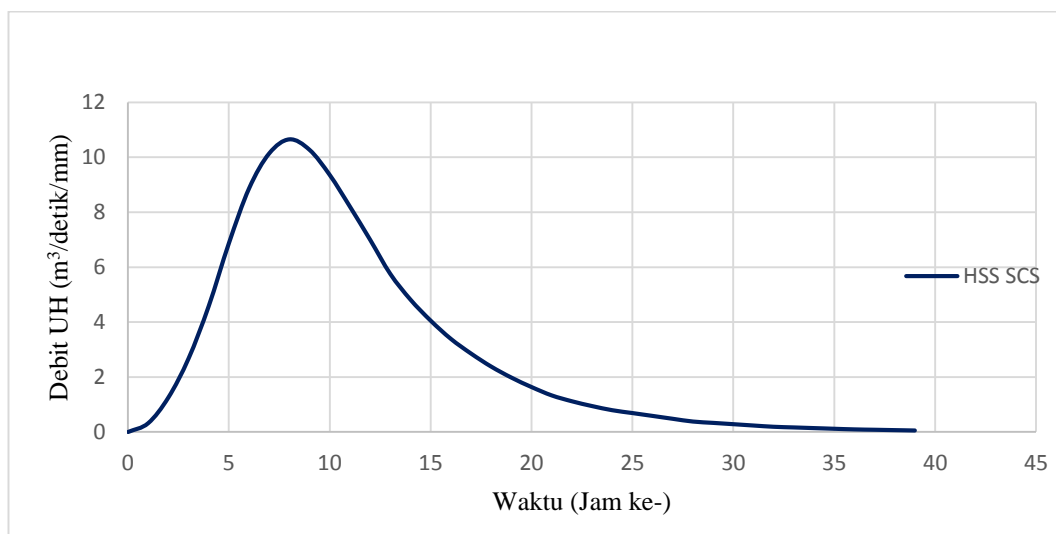
Untuk perhitungan pada jam selanjutnya sama seperti diatas, hasil dari debit puncak banjir pada jam selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.38 berikut.

**Tabel 5.38 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS Pada DAS Cilangla**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)	t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)	t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)
0	0	14	4,818	28	0,381
1	0,322	15	4,053	29	0,332
2	1,258	16	3,390	30	0,284
3	2,676	17	2,856	31	0,236
4	4,583	18	2,381	32	0,190
5	6,874	19	1,980	33	0,166
6	8,868	20	1,636	34	0,142
7	10,142	21	1,332	35	0,118
8	10,652	22	1,119	36	0,095
9	10,268	23	0,944	37	0,081
10	9,353	24	0,793	38	0,068
11	8,202	25	0,689	39	0,055
12	6,996	26	0,585		
13	5,753	27	0,481		

Menggunakan nilai diatas, bentuk dari hidrograf satuan sintetis metode SCS dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.





**Gambar 5.18 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS**

Nilai debit yang sudah didapatkan harus dibuktikan bahwa nilai tersebut diakibatkan oleh kedalaman hujan efektif sebesar 1 mm. Nilai kedalaman hujan diperoleh dari pembagian antara jumlah volume limpasan dan luas DAS. Di bawah ini adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat  $t=0$  jam dan persamaan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat nilai  $t$  yang lainnya.

$$V_t = (UH_t + UH_{t+1}) \times (T_{t+1} - T_t) \times 0,5 \times 60 \times 60$$

$$V_{t=0jam} = (0 + 0,322) \times (1 - 0) \times 0,5 \times 60 \times 60$$

$$V_{t=0jam} = 578,89 \text{ m}^3$$

Sedangkan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat nilai  $t$  yang lainnya sama menggunakan persamaan diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.39.

**Tabel 5.39 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal HSS SCS**

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Asli}$ (m <sup>3</sup> )	t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Asli}$ (m <sup>3</sup> )
0	0,000	578,890	5	6,874	28336,233
1	0,322	2842,540	6	8,868	34218,767
2	1,258	7079,831	7	10,142	37430,272
3	2,676	13065,056	8	10,652	37655,926
4	4,583	20622,215	9	10,268	35317,785

**Lanjutan Tabel 5.39 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal  
HSS SCS**

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Awal}$ (m <sup>3</sup> )	t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Awal}$ (m <sup>3</sup> )
10	9,353	31599,571	25	0,689	2293,943
11	8,202	27356,635	26	0,585	1918,985
12	6,996	22948,962	27	0,481	1550,666
13	5,753	19028,778	28	0,381	1283,298
14	4,818	15968,461	29	0,332	1110,240
15	4,053	13397,892	30	0,284	937,183
16	3,390	11243,707	31	0,236	767,377
17	2,856	9426,927	32	0,190	640,836
18	2,381	7850,503	33	0,166	554,307
19	1,980	6509,921	34	0,142	467,779
20	1,636	5343,350	35	0,118	382,876
21	1,332	4411,717	36	0,095	317,201
22	1,119	3713,160	37	0,081	269,130
23	0,944	3127,777	38	0,068	221,058
24	0,793	2668,900	39	0,055	

Berdasarkan nilai volume limpasan asli diatas, kemudian dicari nilai kedalaman hujan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Kedalaman Hujan = \frac{\Sigma Volume limpasan Asli}{Luas DAS}$$

$$Kedalaman Hujan = \frac{414458,656}{409,940 \times 10^6} = 0,001013 \text{ m} = 1,013 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil kedalaman hujan harus diperoleh nilainya sama dengan 1 (satu). Karena kedalaman hujan tidak sama dengan satu, maka dilakukan koreksi terhadap hidrograf satuan. Cara melakukan koreksi yaitu mengalikan faktor koreksi dengan hidrograf satuan. Faktor koreksi dihitung sebagai berikut.

$$faktor koreksi (f) = \frac{1}{kedalaman hujan} = \frac{1}{1,013} = 0,987$$

Contoh perhitungan antara perkalian faktor koreksi dengan hidrograf satuan awal ( $Q_{awal}$ ) adalah sebagai berikut.

$$UH_{koreksi} = faktor\ koreksi \times UH_{awal}$$

$$UH_{koreksi\ t=1\ jam} = 0,987 \times 0,322 = 0,317\ m^3/detik/mm$$

Untuk mendapatkan hidrograf satuan koreksi ( $UH_{koreksi}$ ) pada saat nilai  $t$  yang lainnya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.40.

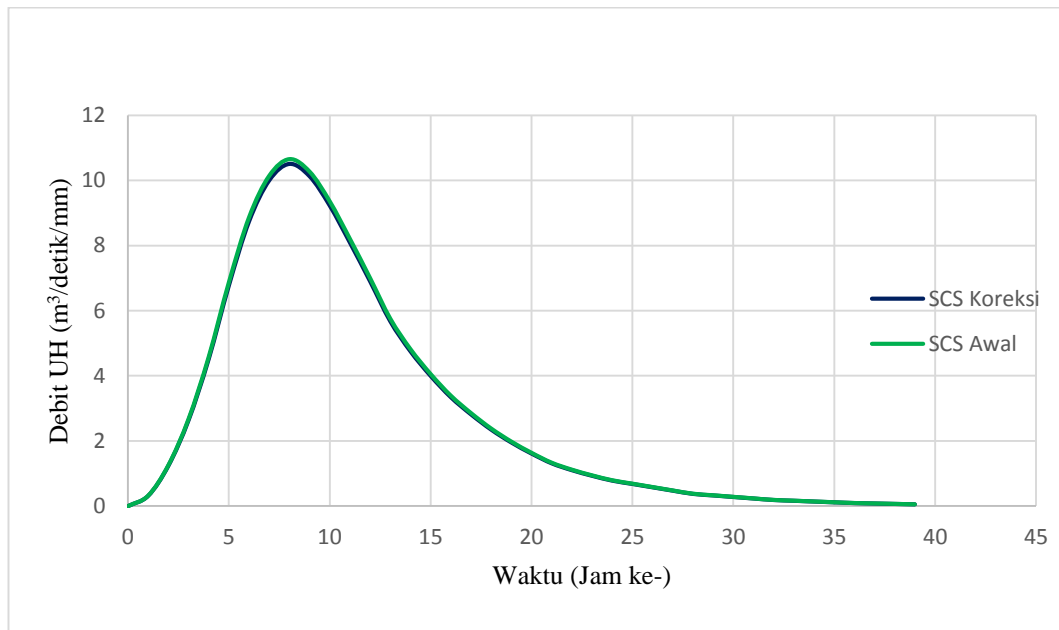
**Tabel 5.40 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode SCS**

t (jam-ke)	$UH_{Awal}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Awal}$ ( $m^3$ )	$UH_{Koreksi}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Koreksi}$ ( $m^3$ )
0	0,000	578,890	0,000	571,181
1	0,322	2842,540	0,317	2804,688
2	1,258	7079,831	1,241	6985,555
3	2,676	13065,056	2,640	12891,080
4	4,583	20622,215	4,522	20347,606
5	6,874	28336,233	6,783	27958,903
6	8,868	34218,767	8,750	33763,104
7	10,142	37430,272	10,007	36931,844
8	10,652	37655,926	10,511	37154,493
9	10,268	35317,785	10,131	34847,487
10	9,353	31599,571	9,229	31178,785
11	8,202	27356,635	8,093	26992,349
12	6,996	22948,962	6,903	22643,369
13	5,753	19028,778	5,677	18775,387
14	4,818	15968,461	4,754	15755,822
15	4,053	13397,892	3,999	13219,483
16	3,390	11243,707	3,345	11093,984
17	2,856	9426,927	2,818	9301,396
18	2,381	7850,503	2,349	7745,965
19	1,980	6509,921	1,954	6423,234
20	1,636	5343,350	1,614	5272,197
21	1,332	4411,717	1,315	4352,970
22	1,119	3713,160	1,104	3663,715
23	0,944	3127,777	0,932	3086,127
24	0,793	2668,900	0,783	2633,361
24	0,793	2668,900	0,783	2633,361
25	0,689	2293,943	0,680	2263,396

Lanjutan Tabel 5.40 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode SCS

t (jam-ke)	$UH_{\text{Awal}}$ ( $\text{m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ )	$V_{\text{Awal}}$ ( $\text{m}^3$ )	$UH_{\text{Koreksi}}$ ( $\text{m}^3/\text{detik}/\text{mm}$ )	$V_{\text{Koreksi}}$ ( $\text{m}^3$ )
26	0,585	1918,985	0,577	1893,431
27	0,481	1550,666	0,475	1530,017
28	0,381	1283,298	0,375	1266,209
29	0,332	1110,240	0,328	1095,456
30	0,284	937,183	0,281	924,703
31	0,236	767,377	0,233	757,159
32	0,190	640,836	0,187	632,302
33	0,166	554,307	0,164	546,926
34	0,142	467,779	0,140	461,550
35	0,118	382,876	0,116	377,777
36	0,095	317,201	0,094	312,978
37	0,081	269,130	0,080	265,546
38	0,068	221,058	0,067	218,115
39	0,055		0,054	
Jumlah		414458,656		408939,650
Kedalaman hujan		1,013		1

Berdasarkan nilai diatas bentuk dari hidrograf satuan sintetis metode SCS yang asli dengan yang terkoreksi dapat dilihat pada Gambar 5.19. Karena faktor koreksi mendekati satu, maka hidrograf satuan sintetis awal dan terkoreksi itu mempunyai garis yang berhimpitan seperti dibawah ini.



**Gambar 5.19 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS Awal dan Koreksi**

### 5.8.2 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis metode Nakayasu dikembangkan berdasar beberapa DAS di Jepang. Dalam analisis perhitungan hidrograf satuan sintetis metode Nakayasu menggunakan persamaan 3.19 sampai persamaan 3.23, tetapi sebelum itu ada beberapa parameter yang harus didapatkan seperti berikut ini.

#### 1. Waktu kelambatan ( $t_g$ )

Nilai  $t_g$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.21 berikut.

$$t_g = 0,4 + 0,058L \rightarrow \text{untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,4 + (0,058 \times 71,802)$$

$$t_g = 4,565 \text{ jam}$$

#### 2. Durasi satuan waktu dari hujan efektif ( $t_r$ )

Nilai  $t_r$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.23 berikut.

$$t_r = 0,5 t_g - t_g \rightarrow \text{dipilih } 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 4,565$$

$$t_r = 3,423 \text{ jam}$$

3. Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf ( $T_p$ )

Nilai  $T_p$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.20 berikut.

$$T_p = t_g + 0,8t_r$$

$$T_p = 4,565 + (0,8 \times 3,423)$$

$$T_p = 7,303 \text{ jam}$$

4. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak ( $T_{0,3}$ )

Nilai  $T_{0,3}$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.22 berikut.

$$T_{0,3} = \alpha t_g \rightarrow \text{nilai } \alpha = 2$$

$$T_{0,3} = 2 \times 4,565 = 9,129 \text{ jam}$$

5. Debit puncak banjir ( $Q_p$ )

Nilai  $Q_p$  didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.19. Pada analisis perhitungan nilai  $R_e = 1$ .

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{A \times R_e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{408,940 \times 1}{(0,3 \times 7,303) + 9,129} \right)$$

$$Q_p = 10,035 \text{ m}^3/\text{detik/mm}$$

Bentuk hidrograf satuan sintetis metode Nakayasu didapatkan dengan mencari nilai-nilai menggunakan beberapa persamaan berikut.

1. Pada saat kurva naik ( $0 < t < T_p = 7,303$ )

Debit unit hidrograf pada saat kurva naik didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.24. Dibawah merupakan contoh perhitungan pada saat  $t = 1$  jam.

$$UH_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$UH_{t=1\text{jam}} = 10,035 \left( \frac{1}{7,303} \right)^{2,4}$$

$$UH_{t=1\text{jam}} = 0,085 \text{ m}^3/\text{detik/mm}$$

Untuk mendapatkan nilai debit pada saat nilai  $t$  yang lainnya caranya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.41.

**Tabel 5.41 Unit Hidrograf pada Kurva ( $0 < t < 7,303$ )**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)
1	0,085
2	0,448
3	1,186
4	2,366
5	4,042
6	6,261
7	9,064

2. Pada saat kurva turun ( $T_p = 7,303 < t < T_p + T_{0,3} = 16,432$ )

Debit unit hidrograf pada saat kurva naik didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.25. Dibawah merupakan contoh perhitungan pada saat  $t = 8$  jam.

$$UH_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

$$UH_{r=8jam} = 10,035 \times 0,3^{(8-7,303)/9,129}$$

$$UH_{r=8jam} = 9,154 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

Untuk mendapatkan nilai debit pada saat nilai  $t$  yang lainnya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.42.

**Tabel 5.42 Unit Hidrograf pada Kurva ( $7,303 < t < 16,432$ )**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)
8	9,154
9	8,023
10	7,032
11	6,163
12	5,401
13	4,734
14	4,149
15	3,636
16	3,187

3. Pada kurva turun ( $T_p + T_{0,3} = 16,432 < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 30,126$ )

Debit unit hidrograf pada saat kurva naik didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.26. Dibawah merupakan contoh perhitungan pada saat  $t = 17$  jam.

$$UH_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

$$UH_{t=17jam} = 10,035 \times 0,3^{\frac{[(17-7,303)+(0,5 \times 9,129)]}{(1,5 \times 9,129)}}$$

$$UH_{t=17jam} = 2,864 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

Untuk mendapatkan nilai debit pada saat nilai  $t$  yang lainnya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.43.

**Tabel 5.43 Unit Hidrograf pada Kurva ( $16,432 < t < 30,126$ )**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)	t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)
17	2,864	24	1,548
18	2,623	25	1,417
19	2,402	26	1,298
20	2,200	27	1,189
21	2,015	28	1,089
22	1,845	29	0,997
23	1,690	30	0,913

4. Pada kurva turun ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 30,126$ )

Debit unit hidrograf pada saat kurva naik didapatkan dengan menggunakan persamaan 3.27. Dibawah merupakan contoh perhitungan pada saat  $t = 31$  jam.

$$UH_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

$$UH_{t=31jam} = Q_p \times 0,3^{\frac{[(31-7,303)+(1,5 \times 9,129)]}{(2 \times 9,129)}}$$

$$UH_{t=31jam} = 0,853 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

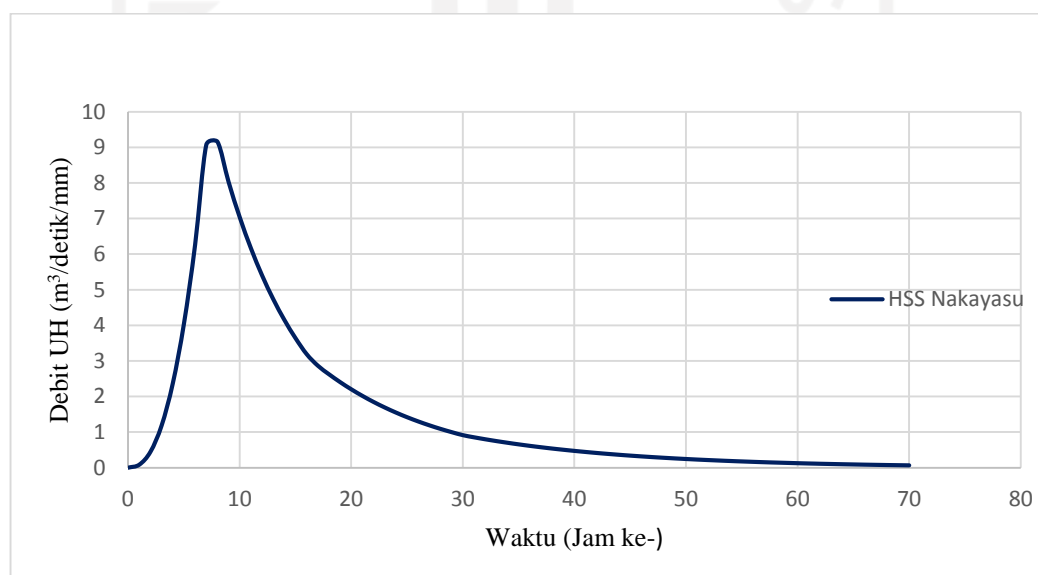
Untuk mendapatkan nilai debit pada saat nilai  $t$  yang lainnya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.44.



**Tabel 5.44 Unit Hidrograf pada Kurva ( $t > 30, 126$ )**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)	t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)	t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik/mm)
31	0,853	45	0,339	59	0,135
32	0,798	46	0,317	60	0,126
33	0,747	47	0,297	61	0,118
34	0,700	48	0,278	62	0,110
35	0,655	49	0,260	63	0,103
36	0,613	50	0,244	64	0,097
37	0,574	51	0,228	65	0,091
38	0,537	52	0,213	66	0,085
39	0,503	53	0,200	67	0,079
40	0,471	54	0,187	68	0,074
41	0,441	55	0,175	69	0,070
42	0,413	56	0,164	70	0,065
43	0,386	57	0,154		
44	0,362	58	0,144		

Berdasarkan hasil perhitungan pada saat kurva naik dan turun seperti diatas, bentuk dari hidrograf satuan sintetis metode Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.



**Gambar 5.20 Unit Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu**

Nilai debit yang sudah didapatkan harus dibuktikan bahwa nilai tersebut diakibatkan oleh kedalaman hujan efektif sebesar 1 mm. Nilai kedalaman hujan diperoleh dari pembagian antara jumlah volume limpasan dan luas DAS. Dibawah ini adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat  $t=0$  jam dan persamaan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat nilai  $t$  yang lainnya.

$$V_t = (UH_t + UH_{t+1}) \times (T_{t+1} - T_t) \times 0,5 \times 60 \times 60$$

$$V_{t=0jam} = (0 + 0,085) \times (1 - 0) \times 0,5 \times 60 \times 60$$

$$V_{t=0jam} = 152,876 \text{ m}^3$$

Sedangkan untuk mendapatkan volume limpasan pada saat nilai  $t$  yang lainnya sama menggunakan persamaan diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.45.

**Tabel 5.45 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal Metode HSS Nakayasu**

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Awal}$ (m <sup>3</sup> )	t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Awal}$ (m <sup>3</sup> )
0	0,000	152,876	19	2,402	8283,538
1	0,085	959,758	20	2,200	7586,331
2	0,448	2942,037	21	2,015	6947,806
3	1,186	6393,906	22	1,845	6363,025
4	2,366	11534,310	23	1,690	5827,463
5	4,042	18544,973	24	1,548	5336,979
6	6,261	27583,909	25	1,417	4887,777
7	9,064	32791,344	26	1,298	4476,384
8	9,154	30917,876	27	1,189	4099,617
9	8,023	27097,769	28	1,089	3754,561
10	7,032	23749,661	29	0,997	3438,548
11	6,163	20815,234	30	0,913	3178,333
12	5,401	18243,375	31	0,853	2971,254
13	4,734	15989,286	32	0,798	2781,645
14	4,149	14013,704	33	0,747	2604,136
15	3,636	12282,219	34	0,700	2437,954
16	3,187	10891,716	35	0,655	2282,378
17	2,864	9876,067	36	0,613	2136,729
18	2,623	9044,820	37	0,574	2000,375

**Lanjutan Tabel 5.45 Perhitungan Unit Hidrograf Awal dan Volume Awal Metode HSS Nakayasu**

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Awal}$ ( $m^3$ )	t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Awal}$ ( $m^3$ )
38	0,537	1872,722	55	0,175	610,417
39	0,503	1753,215	56	0,164	571,463
40	0,471	1641,335	57	0,154	534,996
41	0,441	1536,594	58	0,144	500,855
42	0,413	1438,537	59	0,135	468,893
43	0,386	1346,738	60	0,126	438,971
44	0,362	1260,796	61	0,118	410,959
45	0,339	1180,339	62	0,110	384,733
46	0,317	1105,017	63	0,103	360,182
47	0,297	1034,501	64	0,097	337,197
48	0,278	968,485	65	0,091	315,679
49	0,260	906,681	66	0,085	295,534
50	0,244	848,822	67	0,079	276,675
51	0,228	794,655	68	0,074	259,019
52	0,213	743,944	69	0,070	242,490
53	0,200	696,470	70	0,065	
54	0,187	652,025			

Berdasarkan nilai volume limpasan asli diatas, kemudian dicari nilai kedalaman hujan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Kedalaman Hujan = \frac{\Sigma Volume limpasan Asli}{Luas DAS}$$

$$Kedalaman Hujan = \frac{401008,612}{408,940 \times 10^6} = 0,000981 \text{ m} = 0,981 \text{ mm}$$

Dari hasil kedalaman hujan harus diperoleh nilainya sama dengan 1 (satu). Karena kedalaman hujan tidak sama dengan satu, maka dilakukan koreksi terhadap hidrograf satuan dengan mengalikan faktor koreksi dengan hidrograf satuan. Faktor koreksi dihitung sebagai berikut.

$$faktor koreksi (f) = \frac{1}{kedalaman hujan} = \frac{1}{0,981} = 1,019$$

Contoh perhitungan antara perkalian faktor koreksi dengan hidrograf satuan awal ( $UH_{awal}$ ) adalah sebagai berikut.

$$UH_{koreksi} = \text{faktor koreksi} \times UH_{awal}$$

$$UH_{koreksi\ t=1\text{jam}} = 1,019 \times 0,085 = 0,087 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{mm}$$

Untuk mendapatkan hidrograf satuan koreksi ( $Q_{koreksi}$ ) pada saat nilai  $t$  yang lainnya yaitu sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.46.

**Tabel 5.46 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu**

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Awal}$ (m <sup>3</sup> )	$UH_{Koreksi}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Koreksi}$ (m <sup>3</sup> )
0	0,000	152,876	0,000	155,899
1	0,085	959,758	0,087	978,740
2	0,448	2942,037	0,457	3000,224
3	1,186	6393,906	1,210	6520,363
4	2,366	11534,310	2,413	11762,433
5	4,042	18544,973	4,122	18911,750
6	6,261	27583,909	6,385	28129,456
7	9,064	32791,344	9,243	33439,883
8	9,154	30917,876	9,335	31529,361
9	8,023	27097,769	8,181	27633,701
10	7,032	23749,661	7,171	24219,376
11	6,163	20815,234	6,285	21226,912
12	5,401	18243,375	5,508	18604,187
13	4,734	15989,286	4,828	16305,518
14	4,149	14013,704	4,231	14290,864
15	3,636	12282,219	3,708	12525,133
16	3,187	10891,716	3,250	11107,129
17	2,864	9876,067	2,921	10071,393
18	2,623	9044,820	2,675	9223,706
19	2,402	8283,538	2,450	8447,367
20	2,200	7586,331	2,243	7736,371
21	2,015	6947,806	2,055	7085,218
22	1,845	6363,025	1,882	6488,871
23	1,690	5827,463	1,723	5942,717
24	1,548	5336,979	1,578	5442,532
25	1,417	4887,777	1,445	4984,446

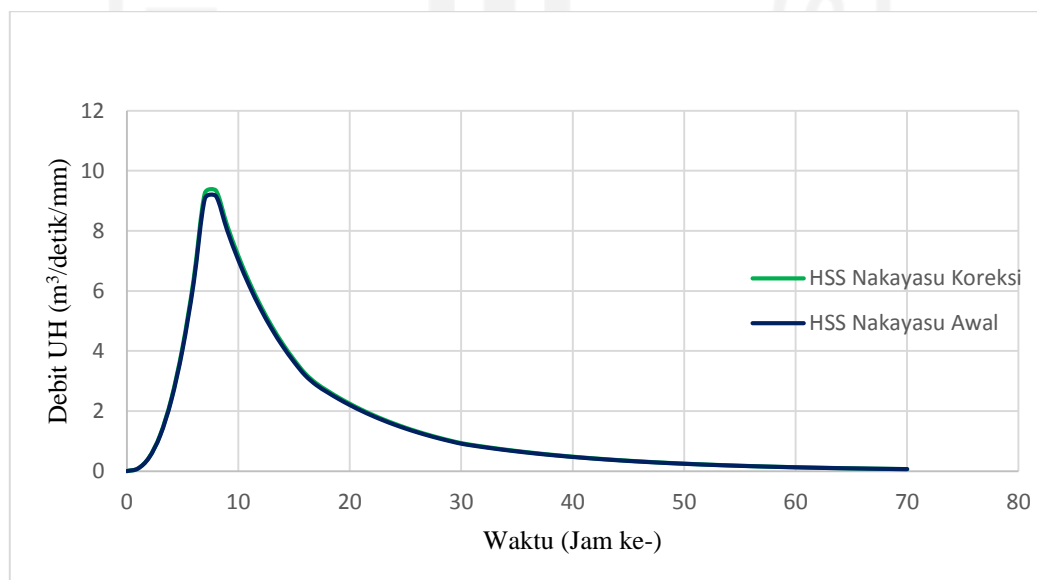
Lanjutan Tabel 5.46 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Asli}$ (m <sup>3</sup> )	$UH_{Koreksi}$ (m <sup>3</sup> /detik/mm)	$V_{Koreksi}$ (m <sup>3</sup> )
26	1,298	4476,384	1,324	4564,917
27	1,189	4099,617	1,212	4180,698
28	1,089	3754,561	1,110	3828,818
29	0,997	3438,548	1,017	3506,555
30	0,913	3178,333	0,931	3241,193
31	0,853	2971,254	0,869	3030,018
32	0,798	2781,645	0,814	2836,659
33	0,747	2604,136	0,762	2655,640
34	0,700	2437,954	0,713	2486,171
35	0,655	2282,378	0,668	2327,518
36	0,613	2136,729	0,625	2178,989
37	0,574	2000,375	0,585	2039,938
38	0,537	1872,722	0,548	1909,760
39	0,503	1753,215	0,513	1787,890
40	0,471	1641,335	0,480	1673,797
41	0,441	1536,594	0,450	1566,984
42	0,413	1438,537	0,421	1466,988
43	0,386	1346,738	0,394	1373,373
44	0,362	1260,796	0,369	1285,732
45	0,339	1180,339	0,345	1203,684
46	0,317	1105,017	0,323	1126,871
47	0,297	1034,501	0,303	1054,961
48	0,278	968,485	0,283	987,639
49	0,260	906,681	0,265	924,613
50	0,244	848,822	0,248	865,610
51	0,228	794,655	0,233	810,371
52	0,213	743,944	0,218	758,658
53	0,200	696,470	0,204	710,245
54	0,187	652,025	0,191	664,921
55	0,175	610,417	0,179	622,489
56	0,164	571,463	0,167	582,765
57	0,154	534,996	0,157	545,577
58	0,144	500,855	0,147	510,761
59	0,135	468,893	0,137	478,167
60	0,126	438,971	0,128	447,653

Lanjutan Tabel 5.46 Perhitungan Unit Hidrograf Koreksi Metode Nakayasu

t (jam ke-)	$UH_{Awal}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Asli}$ ( $m^3$ )	$UH_{Koreksi}$ ( $m^3/detik/mm$ )	$V_{Koreksi}$ ( $m^3$ )
61	0,118	410,959	0,120	419,086
62	0,110	384,733	0,113	392,343
63	0,103	360,182	0,105	367,305
64	0,097	337,197	0,099	343,866
65	0,091	315,679	0,092	321,922
66	0,085	295,534	0,086	301,379
67	0,079	276,675	0,081	282,147
68	0,074	259,019	0,076	264,142
69	0,070	242,490	0,071	247,286
70	0,065		0,066	
Jumlah		401008,612		408939,650
Kedalaman hujan		0,981		1

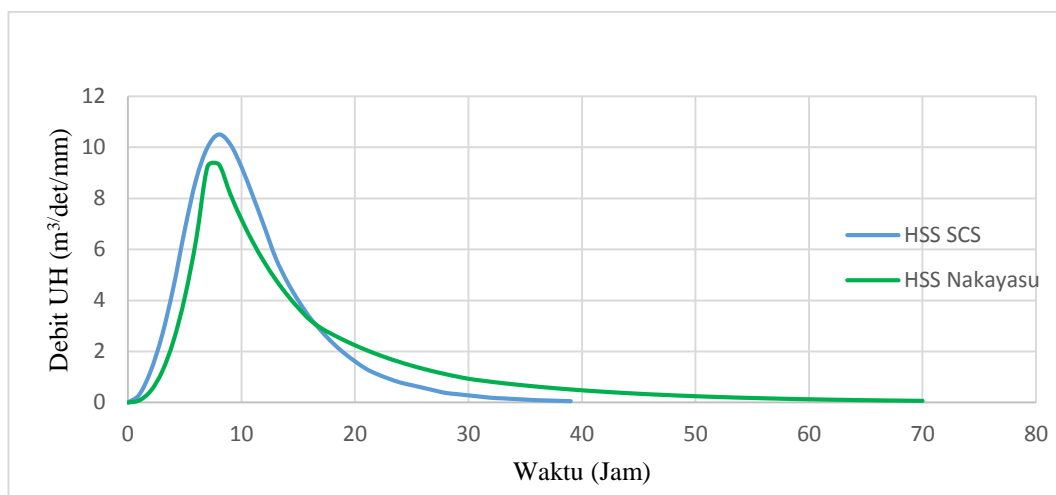
Berdasarkan nilai diatas bentuk dari hidrograf satuan sintesis metode Nakayasu yang asli dengan yang terkoreksi dapat dilihat pada Gambar 5.21. Karena faktor koreksi mendekati satu, maka hidrograf satuan sintitis awal dan terkoreksi itu mempunyai garis yang berhimpitan seperti dibawah ini.



Gambar 5.21 Hidrograf Satuan Sintesis Metode Nakayasu Awal dan Koreksi

### 5.8.3 Perbandingan HSS SCS dengan HSS Nakayasu

Bentuk dari hidrograf satuan sintetis metode SCS dan metode Nakayasu saat dibandingkan dalam satu grafik dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut.



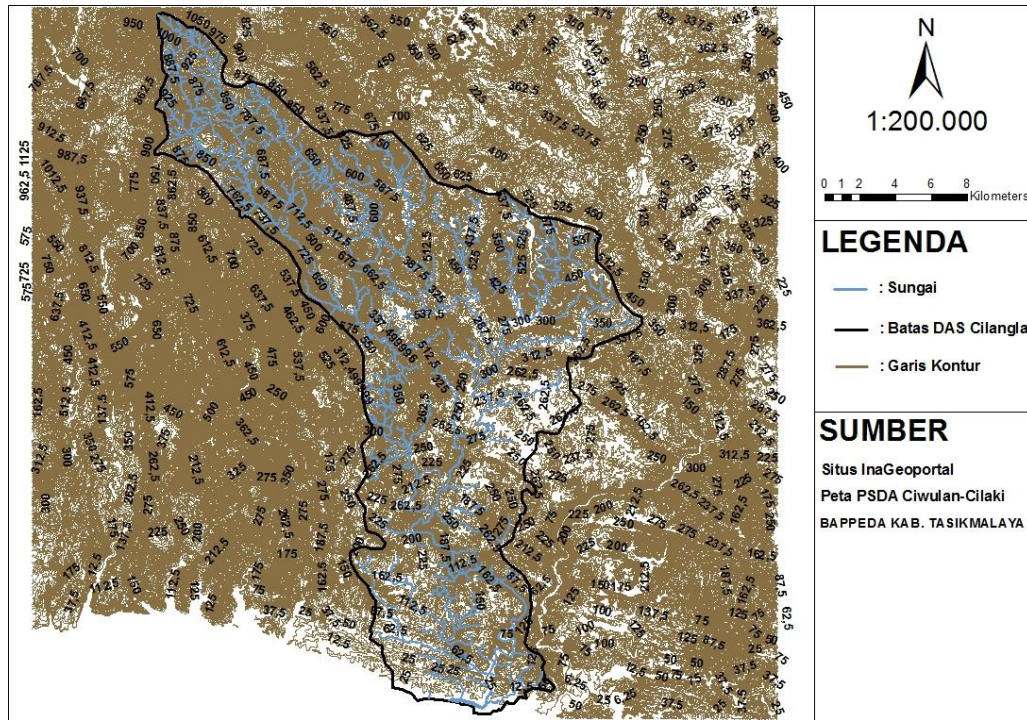
**Gambar 5.22 Perbandingan HSS SCS dan HSS Nakayasu**

## 5.9 Analisis Debit Banjir

### 5.9.1 Perhitungan Aliran Dasar (*Baseflow*)

Pada analisis aliran dasar harus mengetahui terlebih dahulu beberapa parameter seperti nilai panjang sungai semua tingkat dan luasan pada DAS tersebut. Pada penelitian ini nilai panjang sungai didapatkan dari analisis ArcGis yang datanya bersumber dari situs Ina-Geoportal. Hasil analisis ArcGis untuk peta jaringan sungai pada DAS Cilangla dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.





**Gambar 5.23 Peta Jaringan Sungai DAS Cilangla**

Dari hasil analisis gambar tersebut dengan bantuan ArcGis didapatkan panjang sungai semua tingkat sebesar 616,236 km. Dengan nilai tersebut, kerapatan jaringan bisa dicari menggunakan persamaan 3.29 seperti berikut.

$$D = \frac{LN}{A}$$

$$D = \frac{616,236}{408,940}$$

$$D = 1,507$$

Setelah nilai kerapatan jaringan sudah diketahui, kemudian nilai analisis aliran dasar dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.28 berikut.

$$Q_b = 0,4175A^{0,6444}D^{0,9430}$$

$$Q_b = 0,4175 \times (408,940)^{0,6444} \times (1,507)^{0,9430}$$

$$Q_b = 29,617 \text{ m}^3/\text{detik}$$



### 5.9.2 Analisis Debit Banjir Metode HSS SCS

Analisis banjir didapatkan dari jumlah antara nilai hidrograf limpasan langsung dengan nilai aliran dasar (*baseflow*) seperti pada persamaan 3.30. Untuk perhitungan nilai hidrograf limpasan langsung didapatkan dari perkalian antara nilai hujan efektif pada metode distribusi masing-masing dengan nilai hidrograf satuan sintesis pada metode masing-masing. Pada penelitian ini nilai hujan efektif dilakukan dengan dua metode yaitu metode distribusi hujan *ABM* dan metode distribusi hujan Tadashi Tanimoto dengan periode ulang 20 tahun. Pada setiap metode distribusi hujan dilakukan dengan kondisi lahan ketika tahun pengamatan yang berbeda yaitu pada kondisi lahan tahun pengamatan 2014 dan kondisi lahan tahun pengamatan 2019. Untuk lebih jelasnya perhitungan debit banjir dengan metode *HSS SCS* dilakukan dengan cara sebagai berikut.

#### 1. Distribusi Hujan Metode *ABM*

##### a. Kondisi Lahan Tahun 2014

Nilai hujan efektif ( $P_e$ ) untuk tahun 2014 periode ulang 20 Tahun yang digunakan untuk analisis perhitungan debit banjir terdapat pada Tabel 5.32. Dalam tabel tersebut nilai hujan efektif ( $P_e$ ) dimulai pada saat waktu jam-ke 2. Sehingga nilai debit *surface runoff* pada saat jam-ke 1 belum ada nilainya, kondisi tersebut terjadi karena nilai kedalaman hujan pada jam ke-1 lebih kecil dari pada nilai *initial abstraction* ( $I_a$ ). Keadaan serupa berlaku untuk perhitungan debit banjir lain di dalam penelitian ini. Sedangkan untuk nilai hidrograf satuan sintesis (*HSS*) metode *SCS* yang digunakan yaitu tahun 2014 terdapat pada Tabel 5.40. Analisis contoh perhitungan debit banjir saat waktu jam ke-8 menggunakan hujan efektif metode distribusi hujan *ABM* dimulai pada jam ke-2 berdasarkan kondisi lahan 2014 dan metode *HSS SCS* adalah sebagai berikut.

##### 1) Debit Hidrograf Satuan Sintesis Akibat $p_e$ jam ke-1

$$Q_{1\ t=7\text{jam}} = p_{e1} \times UH_{t=7\text{jam}}$$

$$Q_{1\ t=7\text{jam}} = 0,110 \times 10,007 = 1,096 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-2

$$Q_{2\ t=7jam} = p_{e2} \times UH_{t=6jam}$$

$$Q_{2\ t=7jam} = 3,713 \times 8,75 = 32,486 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-3

$$Q_{3\ t=7jam} = p_{e3} \times UH_{t=5jam}$$

$$Q_{3\ t=7jam} = 60,804 \times 6,783 = 412,409 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-4

$$Q_{4\ t=7jam} = p_{e4} \times UH_{t=4jam}$$

$$Q_{4\ t=7jam} = 20,275 \times 4,522 = 91,678 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-5

$$Q_{5\ t=7jam} = p_{e5} \times UH_{t=3jam}$$

$$Q_{5\ t=7jam} = 11,682 \times 2,64 = 30,841 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-6

$$Q_{6\ t=7jam} = p_{e6} \times UH_{t=2jam}$$

$$Q_{6\ t=7jam} = 8,757 \times 1,241 = 10,866 \text{ m}^3/\text{detik}$$

7) Debit Hidrograf Satuan Sintetis Akibat  $p_e$  jam ke-7

$$Q_{7\ t=7jam} = p_{e7} \times UH_{t=1jam}$$

$$Q_{7\ t=7jam} = 7,189 \times 0,317 = 2,281 \text{ m}^3/\text{detik}$$

8) Jumlah Debit Banjir

$$Q_{total} = Q_{total\ Hidrograf} + Q_{baseflow}$$

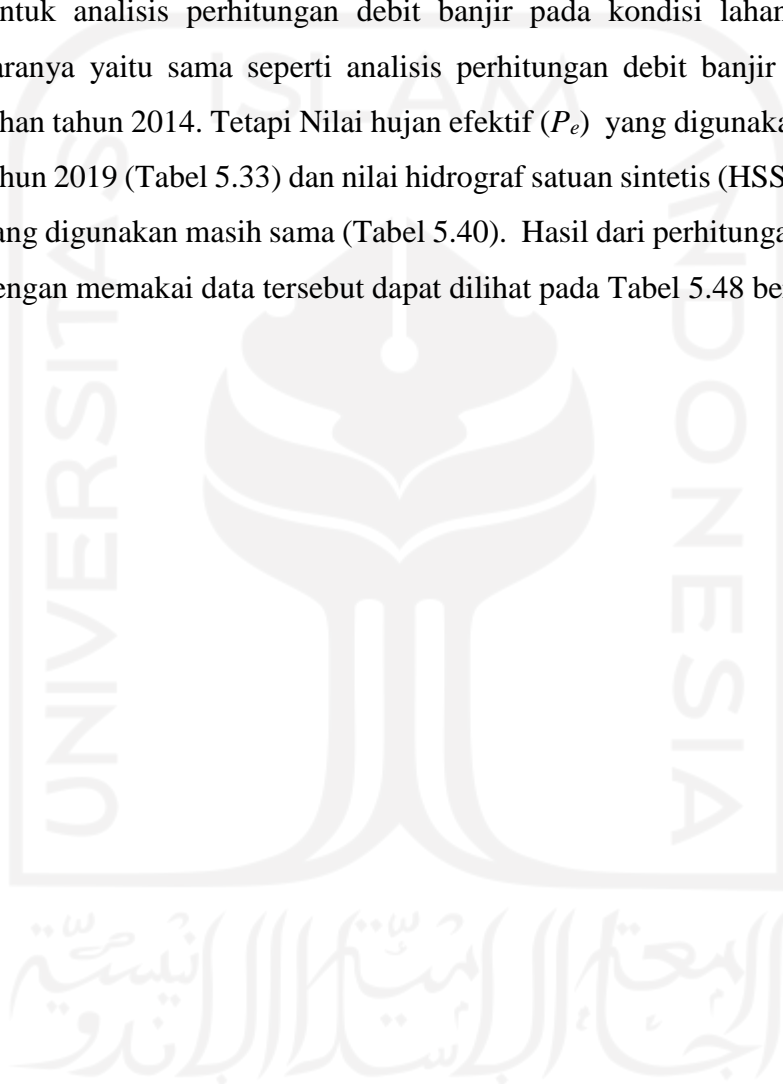
$$Q_{total} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7) + Q_{baseflow}$$

$$Q_{total} = 611,274 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk mendapatkan analisis debit banjir saat nilai  $t$  yang lainnya, caranya sama seperti diatas, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.47.

b. Kondisi Lahan 2019

Untuk analisis perhitungan debit banjir pada kondisi lahan tahun 2019 caranya yaitu sama seperti analisis perhitungan debit banjir pada kondisi lahan tahun 2014. Tetapi Nilai hujan efektif ( $P_e$ ) yang digunakan yaitu untuk tahun 2019 (Tabel 5.33) dan nilai hidrograf satuan sintetis (HSS) metode SCS yang digunakan masih sama (Tabel 5.40). Hasil dari perhitungan debit banjir dengan memakai data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.48 berikut.



**Tabel 5.47 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =0,110	P <sub>e2</sub> =3,713	P <sub>e3</sub> =60,804	P <sub>e4</sub> =20,275	P <sub>e5</sub> =11,682	P <sub>e6</sub> =8,757	P <sub>e7</sub> =7,189		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,317	0,035	0	0	0	0	0	0	29,617	29,652
2	1,241	0,136	1,178	0	0	0	0	0	29,617	30,931
3	2,640	0,289	4,607	19,295	0	0	0	0	29,617	53,808
4	4,522	0,495	9,801	75,448	6,434	0	0	0	29,617	121,796
5	6,783	0,743	16,787	160,525	25,158	3,707	0	0	29,617	236,538
6	8,750	0,959	25,181	274,939	53,527	14,496	2,779	0	29,617	401,497
7	10,007	1,096	32,486	412,409	91,678	30,841	10,866	2,281	29,617	611,274
8	10,511	1,151	37,152	532,050	137,517	52,823	23,118	8,920	29,617	822,349
9	10,131	1,110	39,021	608,476	177,411	79,235	39,595	18,979	29,617	993,445
10	9,229	1,011	37,611	639,091	202,895	102,221	59,392	32,507	29,617	1104,346
11	8,093	0,887	34,263	615,997	213,104	116,904	76,622	48,760	29,617	1136,155
12	6,903	0,756	30,045	561,160	205,403	122,786	87,629	62,905	29,617	1100,302
13	5,677	0,622	25,628	492,068	187,118	118,349	92,038	71,941	29,617	1017,382
14	4,754	0,521	21,075	419,741	164,079	107,814	88,712	75,561	29,617	907,119
15	3,999	0,438	17,651	345,158	139,962	94,539	80,815	72,831	29,617	781,010
16	3,345	0,366	14,847	289,079	115,092	80,643	70,864	66,347	29,617	666,857
17	2,818	0,309	12,419	243,156	96,393	66,314	60,448	58,178	29,617	566,835
18	2,349	0,257	10,463	203,401	81,080	55,540	49,707	49,627	29,617	479,693
19	1,954	0,214	8,722	171,356	67,824	46,717	41,631	40,809	29,617	406,890
20	1,614	0,177	7,254	142,847	57,139	39,079	35,018	34,178	29,617	345,309
21	1,315	0,144	5,994	118,814	47,632	32,922	29,293	28,749	29,617	293,164
22	1,104	0,121	4,880	98,165	39,618	27,445	24,678	24,049	29,617	248,573
23	0,932	0,102	4,098	79,931	32,733	22,827	20,572	20,260	29,617	210,140
24	0,783	0,086	3,459	67,113	26,653	18,860	17,111	16,889	29,617	179,788
25	0,680	0,075	2,906	56,648	22,379	15,357	14,137	14,048	29,617	155,167
26	0,577	0,063	2,525	47,602	18,889	12,894	11,511	11,606	29,617	134,709
27	0,475	0,052	2,143	41,353	15,873	10,884	9,665	9,450	29,617	119,038

Lanjutan Tabel 5.47 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,110	P <sub>c2</sub> =3,713	P <sub>c3</sub> =60,804	P <sub>c4</sub> =20,275	P <sub>c5</sub> =11,682	P <sub>c6</sub> =8,757	P <sub>c7</sub> =7,189		
28	0,375	0,041	1,762	35,105	13,789	9,146	8,158	7,935	29,617	105,553
29	0,328	0,036	1,394	28,856	11,706	7,945	6,855	6,698	29,617	93,107
30	0,281	0,031	1,218	22,828	9,622	6,745	5,955	5,628	29,617	81,644
31	0,233	0,026	1,042	19,944	7,612	5,544	5,056	4,889	29,617	73,730
32	0,187	0,021	0,866	17,060	6,650	4,386	4,156	4,150	29,617	66,906
33	0,164	0,018	0,696	14,176	5,689	3,832	3,288	3,412	29,617	60,728
34	0,140	0,015	0,608	11,401	4,727	3,278	2,872	2,699	29,617	55,218
35	0,116	0,013	0,520	9,959	3,802	2,724	2,457	2,358	29,617	51,449
36	0,094	0,010	0,432	8,517	3,321	2,190	2,042	2,017	29,617	48,146
37	0,080	0,009	0,347	7,075	2,840	1,913	1,642	1,676	29,617	45,119
38	0,067	0,007	0,298	5,687	2,359	1,636	1,434	1,348	29,617	42,387
39	0,054	0,006	0,249	4,886	1,896	1,359	1,227	1,177	29,617	40,418
40			0,200	4,085	1,629	1,093	1,019	1,007	29,617	38,650
41				3,283	1,362	0,939	0,819	0,836	29,617	36,857
42					1,095	0,785	0,704	0,672	29,617	32,873
43						0,631	0,588	0,578	29,617	31,414
44							0,473	0,483	29,617	30,573
45								0,388	29,617	30,006

**Tabel 5.48 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,124	P <sub>c2</sub> =3,795	P <sub>c3</sub> =61,153	P <sub>c4</sub> =20,333	P <sub>c5</sub> =11,710	P <sub>c6</sub> =8,776	P <sub>c7</sub> =7,204		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,317	0,039	0	0	0	0	0	0	29,617	29,657
2	1,241	0,153	1,204	0	0	0	0	0	29,617	30,975
3	2,640	0,327	4,709	19,405	0	0	0	0	29,617	54,058
4	4,522	0,559	10,018	75,881	6,452	0	0	0	29,617	122,527
5	6,783	0,839	17,158	161,445	25,229	3,716	0	0	29,617	238,005
6	8,750	1,082	25,737	276,514	53,679	14,530	2,785	0	29,617	403,945
7	10,007	1,238	33,204	414,772	91,938	30,915	10,889	2,286	29,617	614,859
8	10,511	1,300	37,973	535,099	137,907	52,950	23,168	8,939	29,617	826,953
9	10,131	1,253	39,884	611,963	177,914	79,425	39,681	19,018	29,617	998,755
10	9,229	1,141	38,443	642,753	203,470	102,466	59,522	32,573	29,617	1109,986
11	8,093	1,001	35,020	619,527	213,708	117,185	76,790	48,859	29,617	1141,708
12	6,903	0,854	30,708	564,375	205,985	123,081	87,820	63,034	29,617	1105,475
13	5,677	0,702	26,195	494,887	187,648	118,634	92,239	72,088	29,617	1022,010
14	4,754	0,588	21,540	422,146	164,544	108,073	88,906	75,715	29,617	911,129
15	3,999	0,495	18,041	347,136	140,358	94,766	80,991	72,979	29,617	784,383
16	3,345	0,414	15,175	290,736	115,418	80,837	71,019	66,482	29,617	669,699
17	2,818	0,349	12,694	244,550	96,666	66,473	60,580	58,297	29,617	569,226
18	2,349	0,291	10,694	204,567	81,310	55,673	49,816	49,728	29,617	481,695
19	1,954	0,242	8,915	172,338	68,016	46,829	41,722	40,892	29,617	408,571
20	1,614	0,200	7,415	143,666	57,300	39,173	35,094	34,248	29,617	346,713
21	1,315	0,163	6,126	119,494	47,767	33,001	29,357	28,807	29,617	294,333
22	1,104	0,137	4,988	98,727	39,730	27,511	24,732	24,098	29,617	249,540
23	0,932	0,115	4,188	80,389	32,826	22,882	20,617	20,301	29,617	210,936
24	0,783	0,097	3,535	67,498	26,728	18,905	17,148	16,924	29,617	180,453
25	0,680	0,084	2,971	56,973	22,442	15,394	14,168	14,076	29,617	155,725
26	0,577	0,071	2,581	47,875	18,943	12,925	11,536	11,630	29,617	135,179
27	0,475	0,059	2,191	41,590	15,918	10,910	9,686	9,470	29,617	119,441
28	0,375	0,046	1,801	35,306	13,828	9,168	8,176	7,951	29,617	105,893

Lanjutan Tabel 5.48 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,124	P <sub>c2</sub> =3,795	P <sub>c3</sub> =61,153	P <sub>c4</sub> =20,333	P <sub>c5</sub> =11,710	P <sub>c6</sub> =8,776	P <sub>c7</sub> =7,204		
29	0,328	0,041	1,425	29,021	11,739	7,964	6,870	6,711	29,617	93,388
30	0,281	0,035	1,245	22,959	9,649	6,761	5,968	5,640	29,617	81,874
31	0,233	0,029	1,065	20,059	7,634	5,557	5,067	4,899	29,617	73,926
32	0,187	0,023	0,885	17,158	6,669	4,396	4,165	4,159	29,617	67,073
33	0,164	0,020	0,711	14,258	5,705	3,841	3,295	3,419	29,617	60,866
34	0,140	0,017	0,621	11,466	4,740	3,286	2,879	2,705	29,617	55,331
35	0,116	0,014	0,531	10,016	3,812	2,730	2,462	2,363	29,617	51,547
36	0,094	0,012	0,442	8,565	3,330	2,196	2,046	2,021	29,617	48,229
37	0,080	0,010	0,355	7,115	2,848	1,918	1,645	1,680	29,617	45,188
38	0,067	0,008	0,305	5,719	2,366	1,640	1,437	1,351	29,617	42,444
39	0,054	0,007	0,255	4,914	1,902	1,362	1,229	1,180	29,617	40,466
40			0,205	4,108	1,634	1,095	1,021	1,009	29,617	38,689
41				3,302	1,366	0,941	0,821	0,838	29,617	36,885
42					1,098	0,787	0,705	0,674	29,617	32,881
43						0,632	0,590	0,579	29,617	31,418
44							0,474	0,484	29,617	30,575
45								0,389	29,617	30,006

## 2. Distribusi Hujan Metode Tadashi Tanimoto

### a. Kondisi Lahan Tahun 2014

Untuk analisis perhitungan debit banjir metode HSS *SCS* dengan distribusi hujan Tadashi Tanimoto pada kondisi lahan tahun 2014 caranya yaitu sama seperti analisis perhitungan debit banjir pada HSS *SCS* dengan distribusi *ABM*, nilai hidrograf satuan sintetis (HSS) yang digunakan masih tetap HSS metode *SCS* dengan lahan tahun 2014 (Tabel 5.40). Tetapi nilai hujan efektif ( $P_e$ ) yang dipakai yaitu nilai  $P_e$  dengan distribusi Tadashi Tanimoto tahun 2014 selama 8 jam seperti pada Tabel 5.35. Pada tabel tersebut nilai hujan efektif ( $P_e$ ) dimulai pada saat jam ke-1. Sehingga nilai debit *surface runoff* pada jam tersebut memiliki nilai, kondisi tersebut terjadi karena nilai kedalaman hujan pada jam ke-1 lebih besar dari pada nilai *initial abstraction* ( $I_a$ ). Keadaan serupa berlaku untuk perhitungan debit banjir lain di dalam penelitian ini. Hasil dari perhitungan debit banjir memakai data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.49.

### b. Kondisi Lahan Tahun 2019

Untuk analisis perhitungan debit banjir metode HSS *SCS* dengan distribusi hujan Tadashi Tanimoto pada kondisi lahan tahun 2019 caranya yaitu sama seperti analisis perhitungan debit banjir pada HSS *SCS* dengan distribusi Tadashi Tanimoto tahun 2014 diatas. Nilai hidrograf satuan sintetis (HSS) yang digunakan masih tetap HSS metode *SCS* dengan lahan tahun 2014 (Tabel 5.40). Tetapi Tetapi nilai hujan efektif ( $P_e$ ) yang dipakai yaitu nilai  $P_e$  dengan distribusi Tadashi Tanimoto tahun 2014 selama 8 jam seperti pada Tabel 5.36. Dan hasil dari perhitungan debit banjir memakai data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.50.



**Tabel 5.49 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>8</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =8,342	P <sub>c2</sub> =27,396	P <sub>c3</sub> =24,298	P <sub>c4</sub> =20,055	P <sub>c5</sub> =11,170	P <sub>c6</sub> =8,923	P <sub>c7</sub> =6,560	P <sub>c8</sub> =5,785		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,317	2,647	0	0	0	0	0	0	0	29,617	32,265
2	1,241	10,351	8,693	0	0	0	0	0	0	29,617	48,662
3	2,640	22,024	33,994	7,710	0	0	0	0	0	29,617	93,345
4	4,522	37,721	72,325	30,150	6,364	0	0	0	0	29,617	176,178
5	6,783	56,581	123,875	64,148	24,885	3,545	0	0	0	29,617	302,652
6	8,750	72,996	185,812	109,870	52,946	13,860	2,831	0	0	29,617	467,933
7	10,007	83,481	239,717	164,805	90,683	29,490	11,072	2,082	0	29,617	650,947
8	10,511	87,682	274,151	212,616	136,025	50,508	23,557	8,140	1,836	29,617	824,132
9	10,131	84,513	287,945	243,157	175,486	75,762	40,347	17,319	7,178	29,617	961,325
10	9,229	76,990	277,540	255,391	200,694	97,741	60,520	29,664	15,272	29,617	1043,429
11	8,093	67,510	252,833	246,162	210,792	111,781	78,077	44,496	26,156	29,617	1067,425
12	6,903	57,587	221,703	224,248	203,175	117,405	89,293	57,404	39,235	29,617	1039,667
13	5,677	47,355	189,116	196,638	185,088	113,163	93,786	65,650	50,617	29,617	971,028
14	4,754	39,661	155,512	167,735	162,299	103,089	90,397	68,953	57,887	29,617	875,150
15	3,999	33,360	130,246	137,931	138,443	90,396	82,349	66,461	60,800	29,617	769,604
16	3,345	27,906	109,555	115,521	113,844	77,109	72,210	60,545	58,603	29,617	664,910
17	2,818	23,510	91,643	97,169	95,347	63,408	61,596	53,090	53,386	29,617	568,767
18	2,349	19,598	77,205	81,282	80,200	53,106	50,651	45,287	46,813	29,617	483,760
19	1,954	16,301	64,360	68,477	67,088	44,669	42,422	37,240	39,932	29,617	410,107
20	1,614	13,468	53,532	57,084	56,519	37,366	35,683	31,189	32,837	29,617	347,295
21	1,315	10,966	44,229	47,480	47,115	31,479	29,849	26,235	27,502	29,617	294,472
22	1,104	9,208	36,013	39,228	39,188	26,242	25,146	21,945	23,133	29,617	249,721
23	0,932	7,772	30,238	31,942	32,378	21,827	20,963	18,488	19,351	29,617	212,575
24	0,783	6,531	25,523	26,820	26,364	18,034	17,436	15,412	16,302	29,617	182,038
25	0,680	5,674	21,447	22,637	22,136	14,684	14,406	12,819	13,590	29,617	157,010
26	0,577	4,816	18,632	19,023	18,684	12,329	11,730	10,591	11,303	29,617	136,726
27	0,475	3,959	15,817	16,525	15,701	10,407	9,849	8,624	9,339	29,617	119,837
28	0,375	3,132	13,001	14,028	13,640	8,745	8,313	7,241	7,604	29,617	105,322

Lanjutan Tabel 5.49 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>8</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,342	P <sub>e2</sub> =27,396	P <sub>e3</sub> =24,298	P <sub>e4</sub> =20,055	P <sub>e5</sub> =11,170	P <sub>e6</sub> =8,923	P <sub>e7</sub> =6,560	P <sub>e8</sub> =5,785		
29	0,328	2,736	10,285	11,531	11,579	7,597	6,986	6,112	6,385	29,617	92,828
30	0,281	2,341	8,986	9,123	9,518	6,449	6,069	5,136	5,389	29,617	82,627
31	0,233	1,945	7,687	7,970	7,530	5,301	5,152	4,462	4,529	29,617	74,191
32	0,187	1,564	6,387	6,818	6,578	4,194	4,235	3,788	3,934	29,617	67,115
33	0,164	1,366	5,137	5,665	5,627	3,664	3,350	3,113	3,340	29,617	60,879
34	0,140	1,168	4,487	4,556	4,676	3,134	2,927	2,463	2,745	29,617	55,774
35	0,116	0,971	3,837	3,980	3,760	2,604	2,504	2,152	2,172	29,617	51,597
36	0,094	0,780	3,188	3,403	3,285	2,094	2,080	1,841	1,897	29,617	48,186
37	0,080	0,670	2,562	2,827	2,809	1,829	1,673	1,530	1,623	29,617	45,141
38	0,067	0,560	2,201	2,273	2,333	1,565	1,461	1,230	1,349	29,617	42,590
39	0,054	0,450	1,840	1,952	1,876	1,300	1,250	1,074	1,085	29,617	40,445
40			1,479	1,632	1,611	1,045	1,038	0,919	0,947	29,617	38,290
41				1,312	1,347	0,898	0,835	0,763	0,810	29,617	35,582
42					1,083	0,750	0,717	0,614	0,673	29,617	33,454
43						0,603	0,599	0,527	0,541	29,617	31,888
44							0,482	0,441	0,465	29,617	31,005
45								0,354	0,389	29,617	30,360
46									0,312	29,617	29,930

**Tabel 5.50 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>8</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,492	P <sub>e2</sub> =27,579	P <sub>e3</sub> =24,395	P <sub>e4</sub> =20,115	P <sub>e5</sub> =11,198	P <sub>e6</sub> =8,943	P <sub>e7</sub> =6,574	P <sub>e8</sub> =5,796		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,317	2,695	0	0	0	0	0	0	0	29,617	32,312
2	1,241	10,537	8,751	0	0	0	0	0	0	29,617	48,906
3	2,640	22,420	34,221	7,741	0	0	0	0	0	29,617	93,999
4	4,522	38,399	72,808	30,270	6,383	0	0	0	0	29,617	177,478
5	6,783	57,598	124,702	64,404	24,959	3,553	0	0	0	29,617	304,835
6	8,750	74,308	187,053	110,307	53,104	13,895	2,838	0	0	29,617	471,123
7	10,007	84,982	241,318	165,461	90,954	29,564	11,097	2,086	0	29,617	655,080
8	10,511	89,258	275,982	213,462	136,431	50,635	23,611	8,158	1,839	29,617	828,994
9	10,131	86,032	289,868	244,125	176,010	75,953	40,439	17,356	7,192	29,617	966,594
10	9,229	78,373	279,394	256,407	201,293	97,988	60,659	29,727	15,303	29,617	1048,761
11	8,093	68,724	254,521	247,142	211,421	112,063	78,256	44,591	26,209	29,617	1072,545
12	6,903	58,622	223,184	225,141	203,781	117,701	89,497	57,527	39,314	29,617	1044,385
13	5,677	48,206	190,379	197,421	185,640	113,448	94,000	65,790	50,719	29,617	975,221
14	4,754	40,374	156,551	168,403	162,783	103,349	90,604	69,100	58,005	29,617	878,786
15	3,999	33,960	131,116	138,480	138,857	90,624	82,538	66,603	60,923	29,617	772,718
16	3,345	28,408	110,287	115,981	114,184	77,304	72,376	60,674	58,722	29,617	667,551
17	2,818	23,932	92,255	97,556	95,632	63,568	61,737	53,204	53,494	29,617	570,996
18	2,349	19,951	77,721	81,606	80,440	53,240	50,767	45,384	46,908	29,617	485,633
19	1,954	16,594	64,790	68,749	67,288	44,782	42,519	37,319	40,013	29,617	411,673
20	1,614	13,710	53,889	57,311	56,687	37,460	35,765	31,256	32,903	29,617	348,600
21	1,315	11,163	44,524	47,669	47,256	31,559	29,917	26,291	27,557	29,617	295,554
22	1,104	9,373	36,254	39,384	39,305	26,308	25,204	21,992	23,180	29,617	250,618
23	0,932	7,912	30,440	32,069	32,474	21,882	21,011	18,528	19,390	29,617	213,322
24	0,783	6,648	25,693	26,926	26,442	18,079	17,476	15,445	16,335	29,617	182,663
25	0,680	5,776	21,591	22,728	22,202	14,721	14,439	12,846	13,617	29,617	157,536
26	0,577	4,903	18,756	19,098	18,740	12,360	11,757	10,614	11,326	29,617	137,172
27	0,475	4,030	15,922	16,591	15,748	10,433	9,871	8,642	9,358	29,617	120,213
28	0,375	3,188	13,088	14,084	13,680	8,767	8,332	7,256	7,620	29,617	105,633

Lanjutan Tabel 5.50 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS SCS Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>8</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =8,492	P <sub>c2</sub> =27,579	P <sub>c3</sub> =24,395	P <sub>c4</sub> =20,115	P <sub>c5</sub> =11,198	P <sub>c6</sub> =8,943	P <sub>c7</sub> =6,574	P <sub>c8</sub> =5,796		
29	0,328	2,786	10,354	11,577	11,613	7,616	7,002	6,125	6,398	29,617	93,088
30	0,281	2,383	9,046	9,159	9,546	6,465	6,082	5,147	5,400	29,617	82,846
31	0,233	1,980	7,738	8,002	7,552	5,314	5,163	4,471	4,538	29,617	74,376
32	0,187	1,592	6,430	6,845	6,598	4,204	4,244	3,796	3,942	29,617	67,268
33	0,164	1,391	5,171	5,688	5,644	3,673	3,358	3,120	3,346	29,617	61,008
34	0,140	1,189	4,517	4,574	4,690	3,142	2,934	2,468	2,751	29,617	55,882
35	0,116	0,988	3,863	3,995	3,772	2,611	2,509	2,156	2,176	29,617	51,688
36	0,094	0,794	3,209	3,417	3,294	2,100	2,085	1,845	1,901	29,617	48,262
37	0,080	0,682	2,579	2,838	2,817	1,834	1,677	1,533	1,626	29,617	45,205
38	0,067	0,570	2,216	2,282	2,340	1,569	1,465	1,233	1,351	29,617	42,643
39	0,054	0,459	1,853	1,960	1,881	1,303	1,253	1,077	1,087	29,617	40,489
40			1,489	1,639	1,616	1,047	1,041	0,921	0,949	29,617	38,320
41				1,317	1,351	0,900	0,836	0,765	0,812	29,617	35,599
42					1,086	0,752	0,719	0,615	0,674	29,617	33,464
43						0,605	0,601	0,528	0,542	29,617	31,893
44							0,483	0,442	0,466	29,617	31,008
45								0,355	0,389	29,617	30,362
46									0,313	29,617	29,930

### 5.9.3 Analisis Debit Banjir Metode HSS Nakayasu

Analisis debit banjir didapatkan menggunakan persamaan 3.29. Untuk perhitungan analisis debit banjir metode HSS Nakayasu caranya sama seperti pada metode HSS SCS, yang membedakan yaitu hanya bentuk satuan hidrograf yang dipakai harus HSS Nakayasu. Untuk hujan efektif yang dipakai sama seperti pada HSS SCS yaitu hujan efektif *ABM* dan Tadashi Tanimoto dengan tahun pengamatan pada tahun 2014 dan 2019. Untuk lebih jelasnya perhitungan debit banjir dengan metode HSS Nakayasu adalah sebagai berikut.

#### 1. Distribusi Hujan Metode *ABM*

##### a. Kondisi Lahan Tahun 2014

Analisis perhitungan sama seperti pada HSS SCS. Pada perhitungan ini yang dipakai satuan HSS Nakayasu (Tabel 5.46) dengan hujan efektif distribusi hujan metode *ABM* tahun 2014 (Tabel 5.32). Hasil dari perhitungan debit banjir memakai parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.51.

##### b. Kondisi Lahan Tahun 2019

Pada perhitungan ini yang dipakai satuan hidrograf sintetis yaitu HSS Nakayasu (Tabel 5.46) dengan hujan efektif distribusi hujan metode *ABM* tahun 2019 (Tabel 5.33). Hasil dari perhitungan debit banjir memakai nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.52.

#### 2. Distribusi Hujan Metode Tadashi Tanimoto

##### a. Kondisi Lahan 2014

Pada perhitungan ini yang dipakai satuan HSS Nakayasu (Tabel 5.46) dan hujan efektif distribusi hujan metode Tadashi Tanimoto tahun 2014 (Tabel 5.35). Hasil dari perhitungan debit banjir memakai data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.53.

##### b. Kondisi Lahan 2019

Pada perhitungan ini yang dipakai satuan HSS Nakayasu (Tabel 5.46) dengan hujan efektif distribusi hujan Tadashi Tanimoto tahun 2019 (Tabel 5.36). Hasil perhitungan debit banjir dengan nilai tersebut berada pada Tabel 5.54.

**Tabel 5.51 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,110	P <sub>c2</sub> =3,713	P <sub>c3</sub> =60,804	P <sub>c4</sub> =20,275	P <sub>c5</sub> =11,682	P <sub>c6</sub> =8,757	P <sub>c7</sub> =7,189		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,087	0,009	0	0	0	0	0	0	29,617	29,627
2	0,457	0,050	0,322	0	0	0	0	0	29,617	29,989
3	1,210	0,133	1,697	5,266	0	0	0	0	29,617	36,713
4	2,413	0,264	4,491	27,796	1,756	0	0	0	29,617	63,924
5	4,122	0,452	8,958	73,553	9,268	1,012	0	0	29,617	122,859
6	6,385	0,699	15,303	146,707	24,526	5,340	0,758	0	29,617	222,951
7	9,243	1,013	23,703	250,631	48,919	14,131	4,003	0,623	29,617	372,641
8	9,335	1,023	34,315	388,213	83,573	28,186	10,593	3,286	29,617	578,805
9	8,181	0,896	34,656	562,008	129,449	48,153	21,128	8,696	29,617	834,603
10	7,171	0,786	30,374	567,600	187,401	74,586	36,094	17,345	29,617	943,804
11	6,285	0,688	26,621	497,470	189,265	107,977	55,908	29,633	29,617	937,179
12	5,508	0,603	23,332	436,004	165,880	109,051	80,937	45,899	29,617	891,324
13	4,828	0,529	20,449	382,133	145,385	95,577	81,742	66,447	29,617	821,880
14	4,231	0,464	17,923	334,918	127,422	83,768	71,642	67,109	29,617	732,862
15	3,708	0,406	15,708	293,536	111,678	73,418	62,790	58,817	29,617	645,971
16	3,250	0,356	13,767	257,268	97,879	64,347	55,032	51,550	29,617	569,817
17	2,921	0,320	12,066	225,481	85,786	56,396	48,233	45,180	29,617	503,079
18	2,675	0,293	10,843	197,621	75,186	49,428	42,273	39,598	29,617	444,860
19	2,450	0,268	9,930	177,580	65,897	43,321	37,050	34,705	29,617	398,369
20	2,243	0,246	9,094	162,634	59,214	37,968	32,472	30,417	29,617	361,663
21	2,055	0,225	8,329	148,945	54,230	34,118	28,460	26,659	29,617	330,584
22	1,882	0,206	7,628	136,409	49,666	31,246	25,574	23,365	29,617	303,711
23	1,723	0,189	6,986	124,928	45,485	28,616	23,421	20,996	29,617	280,238
24	1,578	0,173	6,398	114,413	41,657	26,208	21,450	19,229	29,617	259,144
25	1,445	0,158	5,859	104,783	38,151	24,002	19,645	17,610	29,617	239,825
26	1,324	0,145	5,366	95,964	34,940	21,982	17,991	16,128	29,617	222,133
27	1,212	0,133	4,914	87,887	31,999	20,132	16,477	14,770	29,617	205,929
28	1,110	0,122	4,501	80,489	29,306	18,437	15,090	13,527	29,617	191,089

**Lanjutan Tabel 5.51 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,110	P <sub>c2</sub> =3,713	P <sub>c3</sub> =60,804	P <sub>c4</sub> =20,275	P <sub>c5</sub> =11,682	P <sub>c6</sub> =8,757	P <sub>c7</sub> =7,189		
29	1,017	0,111	4,122	73,715	26,839	16,885	13,820	12,389	29,617	177,499
30	0,931	0,102	3,775	67,510	24,580	15,464	12,657	11,346	29,617	165,052
31	0,869	0,095	3,457	61,828	22,511	14,163	11,592	10,391	29,617	153,654
32	0,814	0,089	3,228	56,624	20,616	12,971	10,616	9,516	29,617	143,278
33	0,762	0,083	3,022	52,864	18,881	11,879	9,722	8,715	29,617	134,785
34	0,713	0,078	2,829	49,491	17,627	10,879	8,904	7,982	29,617	127,408
35	0,668	0,073	2,648	46,332	16,503	10,157	8,155	7,310	29,617	120,795
36	0,625	0,068	2,479	43,376	15,449	9,508	7,613	6,695	29,617	114,807
37	0,585	0,064	2,321	40,608	14,464	8,902	7,127	6,250	29,617	109,353
38	0,548	0,060	2,173	38,016	13,541	8,334	6,672	5,851	29,617	104,265
39	0,513	0,056	2,034	35,590	12,677	7,802	6,247	5,478	29,617	99,501
40	0,480	0,053	1,905	33,319	11,868	7,304	5,848	5,128	29,617	95,042
41	0,450	0,049	1,783	31,193	11,110	6,838	5,475	4,801	29,617	90,867
42	0,421	0,046	1,669	29,202	10,401	6,402	5,126	4,495	29,617	86,958
43	0,394	0,043	1,563	27,339	9,737	5,993	4,798	4,208	29,617	83,299
44	0,369	0,040	1,463	25,594	9,116	5,611	4,492	3,939	29,617	79,873
45	0,345	0,038	1,370	23,961	8,534	5,253	4,206	3,688	29,617	76,666
46	0,323	0,035	1,282	22,432	7,990	4,917	3,937	3,453	29,617	73,664
47	0,303	0,033	1,200	21,000	7,480	4,604	3,686	3,232	29,617	70,853
48	0,283	0,031	1,124	19,660	7,003	4,310	3,451	3,026	29,617	68,222
49	0,265	0,029	1,052	18,406	6,556	4,035	3,231	2,833	29,617	65,758
50	0,248	0,027	0,985	17,231	6,137	3,777	3,024	2,652	29,617	63,452
51	0,233	0,025	0,922	16,132	5,746	3,536	2,831	2,483	29,617	61,293
52	0,218	0,024	0,863	15,102	5,379	3,311	2,651	2,324	29,617	59,271
53	0,204	0,022	0,808	14,138	5,036	3,099	2,482	2,176	29,617	57,379
54	0,191	0,021	0,757	13,236	4,714	2,902	2,323	2,037	29,617	55,607
55	0,179	0,020	0,708	12,392	4,414	2,716	2,175	1,907	29,617	53,949
56	0,167	0,018	0,663	11,601	4,132	2,543	2,036	1,786	29,617	52,396
57	0,157	0,017	0,621	10,860	3,868	2,381	1,906	1,672	29,617	50,943



**Lanjutan Tabel 5.51 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,110	P <sub>c2</sub> =3,713	P <sub>c3</sub> =60,804	P <sub>c4</sub> =20,275	P <sub>c5</sub> =11,682	P <sub>c6</sub> =8,757	P <sub>c7</sub> =7,189		
58	0,147	0,016	0,581	10,167	3,621	2,229	1,785	1,565	29,617	49,582
59	0,137	0,015	0,544	9,519	3,390	2,087	1,671	1,465	29,617	48,308
60	0,128	0,014	0,509	8,911	3,174	1,953	1,564	1,372	29,617	47,115
61	0,120	0,013	0,477	8,342	2,971	1,829	1,464	1,284	29,617	45,998
62	0,113	0,012	0,446	7,810	2,782	1,712	1,371	1,202	29,617	44,953
63	0,105	0,012	0,418	7,312	2,604	1,603	1,283	1,125	29,617	43,974
64	0,099	0,011	0,391	6,845	2,438	1,501	1,201	1,054	29,617	43,058
65	0,092	0,010	0,366	6,408	2,282	1,405	1,125	0,986	29,617	42,200
66	0,086	0,009	0,343	5,999	2,137	1,315	1,053	0,923	29,617	41,397
67	0,081	0,009	0,321	5,617	2,000	1,231	0,986	0,864	29,617	40,646
68	0,076	0,008	0,301	5,258	1,873	1,153	0,923	0,809	29,617	39,942
69	0,071	0,008	0,281	4,923	1,753	1,079	0,864	0,758	29,617	39,283
70	0,066	0,007	0,263	4,608	1,641	1,010	0,809	0,709	29,617	38,666
71			0,247	4,314	1,537	0,946	0,757	0,664	29,617	38,082
72				4,039	1,439	0,885	0,709	0,622	29,617	37,311
73					1,347	0,829	0,664	0,582	29,617	33,039
74						0,776	0,621	0,545	29,617	31,560
75							0,582	0,510	29,617	30,709
76								0,478	29,617	30,095



**Tabel 5.52 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,124	P <sub>c2</sub> =3,795	P <sub>c3</sub> =61,153	P <sub>c4</sub> =20,333	P <sub>c5</sub> =11,710	P <sub>c6</sub> =8,776	P <sub>c7</sub> =7,204		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,087	0,011	0	0	0	0	0	0	29,617	29,628
2	0,457	0,057	0,329	0	0	0	0	0	29,617	30,003
3	1,210	0,150	1,735	5,296	0	0	0	0	29,617	36,798
4	2,413	0,298	4,590	27,955	1,761	0	0	0	29,617	64,222
5	4,122	0,510	9,156	73,974	9,295	1,014	0	0	29,617	123,566
6	6,385	0,790	15,641	147,548	24,595	5,353	0,760	0	29,617	224,304
7	9,243	1,143	24,227	252,067	49,058	14,165	4,012	0,624	29,617	374,914
8	9,335	1,155	35,073	390,437	83,809	28,254	10,616	3,293	29,617	582,254
9	8,181	1,012	35,422	565,228	129,816	48,269	21,174	8,714	29,617	839,251
10	7,171	0,887	31,046	570,853	187,931	74,765	36,173	17,381	29,617	948,653
11	6,285	0,777	27,210	500,320	189,802	108,236	56,030	29,693	29,617	941,685
12	5,508	0,681	23,848	438,502	166,350	109,313	81,114	45,993	29,617	895,418
13	4,828	0,597	20,901	384,322	145,797	95,807	81,921	66,583	29,617	825,545
14	4,231	0,523	18,319	336,837	127,783	83,969	71,799	67,245	29,617	736,092
15	3,708	0,459	16,055	295,218	111,994	73,594	62,928	58,937	29,617	648,803
16	3,250	0,402	14,072	258,742	98,157	64,501	55,153	51,655	29,617	572,298
17	2,921	0,361	12,333	226,773	86,029	56,532	48,338	45,272	29,617	505,255
18	2,675	0,331	11,082	198,754	75,399	49,547	42,366	39,679	29,617	446,774
19	2,450	0,303	10,149	178,598	66,083	43,425	37,131	34,776	29,617	400,083
20	2,243	0,277	9,295	163,566	59,382	38,059	32,543	30,479	29,617	363,220
21	2,055	0,254	8,513	149,799	54,384	34,200	28,522	26,713	29,617	332,002
22	1,882	0,233	7,796	137,191	49,806	31,321	25,630	23,413	29,617	305,007
23	1,723	0,213	7,140	125,644	45,614	28,685	23,473	21,038	29,617	281,425
24	1,578	0,195	6,539	115,068	41,775	26,271	21,497	19,268	29,617	260,231
25	1,445	0,179	5,989	105,383	38,259	24,060	19,688	17,646	29,617	240,820
26	1,324	0,164	5,485	96,513	35,039	22,035	18,031	16,161	29,617	223,044
27	1,212	0,150	5,023	88,390	32,090	20,180	16,513	14,801	29,617	206,764
28	1,110	0,137	4,600	80,951	29,389	18,481	15,123	13,555	29,617	191,854

**Lanjutan Tabel 5.52 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,124	P <sub>c2</sub> =3,795	P <sub>c3</sub> =61,153	P <sub>c4</sub> =20,333	P <sub>c5</sub> =11,710	P <sub>c6</sub> =8,776	P <sub>c7</sub> =7,204		
29	1,017	0,126	4,213	74,137	26,915	16,926	13,850	12,414	29,617	178,199
30	0,931	0,115	3,859	67,897	24,650	15,501	12,685	11,369	29,617	165,693
31	0,869	0,108	3,534	62,182	22,575	14,197	11,617	10,412	29,617	154,242
32	0,814	0,101	3,299	56,949	20,675	13,002	10,639	9,536	29,617	143,817
33	0,762	0,094	3,089	53,167	18,935	11,907	9,744	8,733	29,617	135,286
34	0,713	0,088	2,891	49,774	17,677	10,905	8,924	7,998	29,617	127,876
35	0,668	0,083	2,707	46,598	16,549	10,181	8,172	7,325	29,617	121,233
36	0,625	0,077	2,534	43,624	15,493	9,531	7,630	6,708	29,617	115,216
37	0,585	0,072	2,372	40,840	14,505	8,923	7,143	6,263	29,617	109,736
38	0,548	0,068	2,221	38,234	13,579	8,354	6,687	5,863	29,617	104,623
39	0,513	0,063	2,079	35,794	12,712	7,821	6,260	5,489	29,617	99,837
40	0,480	0,059	1,947	33,510	11,901	7,322	5,861	5,139	29,617	95,356
41	0,450	0,056	1,822	31,372	11,142	6,854	5,487	4,811	29,617	91,161
42	0,421	0,052	1,706	29,370	10,431	6,417	5,137	4,504	29,617	87,234
43	0,394	0,049	1,597	27,496	9,765	6,007	4,809	4,216	29,617	83,557
44	0,369	0,046	1,495	25,741	9,142	5,624	4,502	3,947	29,617	80,115
45	0,345	0,043	1,400	24,098	8,559	5,265	4,215	3,696	29,617	76,892
46	0,323	0,040	1,311	22,560	8,012	4,929	3,946	3,460	29,617	73,875
47	0,303	0,037	1,227	21,121	7,501	4,615	3,694	3,239	29,617	71,051
48	0,283	0,035	1,149	19,773	7,022	4,320	3,458	3,032	29,617	68,407
49	0,265	0,033	1,075	18,511	6,574	4,044	3,238	2,839	29,617	65,932
50	0,248	0,031	1,007	17,330	6,155	3,786	3,031	2,658	29,617	63,614
51	0,233	0,029	0,942	16,224	5,762	3,545	2,838	2,488	29,617	61,445
52	0,218	0,027	0,882	15,189	5,394	3,319	2,656	2,329	29,617	59,414
53	0,204	0,025	0,826	14,219	5,050	3,107	2,487	2,181	29,617	57,512
54	0,191	0,024	0,773	13,312	4,728	2,908	2,328	2,041	29,617	55,732
55	0,179	0,022	0,724	12,463	4,426	2,723	2,180	1,911	29,617	54,066
56	0,167	0,021	0,678	11,667	4,144	2,549	2,041	1,789	29,617	52,506
57	0,157	0,019	0,635	10,923	3,879	2,386	1,910	1,675	29,617	51,045

**Lanjutan Tabel 5.52 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan ABM**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>c1</sub> =0,124	P <sub>c2</sub> =3,795	P <sub>c3</sub> =61,153	P <sub>c4</sub> =20,333	P <sub>c5</sub> =11,710	P <sub>c6</sub> =8,776	P <sub>c7</sub> =7,204		
58	0,147	0,018	0,594	10,226	3,632	2,234	1,788	1,568	29,617	49,678
59	0,137	0,017	0,556	9,573	3,400	2,092	1,674	1,468	29,617	48,397
60	0,128	0,016	0,521	8,962	3,183	1,958	1,567	1,374	29,617	47,199
61	0,120	0,015	0,487	8,390	2,980	1,833	1,467	1,287	29,617	46,077
62	0,113	0,014	0,456	7,855	2,790	1,716	1,374	1,205	29,617	45,027
63	0,105	0,013	0,427	7,354	2,612	1,607	1,286	1,128	29,617	44,043
64	0,099	0,012	0,400	6,884	2,445	1,504	1,204	1,056	29,617	43,123
65	0,092	0,011	0,374	6,445	2,289	1,408	1,127	0,988	29,617	42,261
66	0,086	0,011	0,351	6,034	2,143	1,318	1,055	0,925	29,617	41,454
67	0,081	0,010	0,328	5,649	2,006	1,234	0,988	0,866	29,617	40,699
68	0,076	0,009	0,307	5,288	1,878	1,155	0,925	0,811	29,617	39,992
69	0,071	0,009	0,288	4,951	1,758	1,082	0,866	0,759	29,617	39,330
70	0,066	0,008	0,269	4,635	1,646	1,013	0,811	0,711	29,617	38,710
71			0,252	4,339	1,541	0,948	0,759	0,665	29,617	38,122
72				4,062	1,443	0,888	0,710	0,623	29,617	37,343
73					1,351	0,831	0,665	0,583	29,617	33,047
74						0,778	0,623	0,546	29,617	31,564
75							0,583	0,511	29,617	30,711
76								0,479	29,617	30,096

**Tabel 5.53 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,342	P <sub>e2</sub> =27,396	P <sub>e3</sub> =24,298	P <sub>e4</sub> =20,055	P <sub>e5</sub> =11,170	P <sub>e6</sub> =8,923	P <sub>e7</sub> =6,560	P <sub>e8</sub> =5,785		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,087	0,723	0	0	0	0	0	0	0	29,617	30,340
2	0,457	3,814	2,373	0	0	0	0	0	0	29,617	35,804
3	1,210	10,091	12,524	2,105	0	0	0	0	0	29,617	54,337
4	2,413	20,128	33,139	11,108	1,737	0	0	0	0	29,617	95,729
5	4,122	34,386	66,099	29,393	9,168	0,967	0	0	0	29,617	169,631
6	6,385	53,262	112,923	58,626	24,260	5,106	0,773	0	0	29,617	284,567
7	9,243	77,106	174,911	100,156	48,388	13,512	4,079	0,568	0	29,617	448,338
8	9,335	77,873	253,215	155,136	82,666	26,951	10,794	2,999	0,501	29,617	639,752
9	8,181	68,251	255,735	224,587	128,044	46,043	21,529	7,936	2,644	29,617	784,387
10	7,171	59,819	224,137	226,822	185,367	71,317	36,780	15,829	6,997	29,617	856,685
11	6,285	52,428	196,443	198,797	187,212	103,244	56,970	27,041	13,957	29,617	865,709
12	5,508	45,950	172,172	174,234	164,081	104,272	82,474	41,885	23,844	29,617	838,528
13	4,828	40,272	150,899	152,706	143,807	91,388	83,294	60,636	36,933	29,617	789,554
14	4,231	35,296	132,254	133,838	126,039	80,097	73,003	61,240	53,467	29,617	724,851
15	3,708	30,935	115,913	117,302	110,466	70,200	63,983	53,673	53,999	29,617	646,089
16	3,250	27,113	101,591	102,808	96,817	61,527	56,077	47,041	47,327	29,617	569,920
17	2,921	24,364	89,039	90,106	84,855	53,925	49,149	41,229	41,479	29,617	503,762
18	2,675	22,313	80,010	78,973	74,371	47,262	43,076	36,135	36,354	29,617	448,110
19	2,450	20,435	73,275	70,964	65,182	41,422	37,754	31,670	31,862	29,617	402,182
20	2,243	18,715	67,108	64,991	58,571	36,304	33,089	27,757	27,926	29,617	364,079
21	2,055	17,140	61,460	59,521	53,642	32,623	29,001	24,328	24,475	29,617	331,805
22	1,882	15,697	56,287	54,511	49,127	29,877	26,060	21,322	21,451	29,617	303,949
23	1,723	14,376	51,549	49,923	44,992	27,362	23,866	19,160	18,801	29,617	279,646
24	1,578	13,166	47,210	45,721	41,205	25,059	21,857	17,547	16,894	29,617	258,278
25	1,445	12,058	43,237	41,873	37,737	22,950	20,018	16,070	15,472	29,617	239,032
26	1,324	11,043	39,598	38,349	34,561	21,018	18,333	14,717	14,170	29,617	221,406
27	1,212	10,113	36,265	35,121	31,652	19,249	16,790	13,479	12,977	29,617	205,263
28	1,110	9,262	33,212	32,165	28,988	17,629	15,377	12,344	11,885	29,617	190,480

Lanjutan Tabel 5.53 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,342	P <sub>e2</sub> =27,396	P <sub>e3</sub> =24,298	P <sub>e4</sub> =20,055	P <sub>e5</sub> =11,170	P <sub>e6</sub> =8,923	P <sub>e7</sub> =6,560	P <sub>e8</sub> =5,785		
29	1,017	8,483	30,417	29,458	26,548	16,145	14,082	11,305	10,885	29,617	176,940
30	0,931	7,769	27,857	26,978	24,313	14,786	12,897	10,354	9,969	29,617	164,540
31	0,869	7,253	25,512	24,707	22,267	13,542	11,812	9,482	9,129	29,617	153,322
32	0,814	6,790	23,818	22,628	20,393	12,402	10,818	8,684	8,361	29,617	143,511
33	0,762	6,357	22,298	21,125	18,676	11,358	9,907	7,953	7,657	29,617	134,950
34	0,713	5,951	20,875	19,777	17,436	10,402	9,073	7,284	7,013	29,617	127,429
35	0,668	5,571	19,543	18,515	16,324	9,711	8,310	6,671	6,423	29,617	120,685
36	0,625	5,216	18,296	17,334	15,282	9,092	7,758	6,109	5,882	29,617	114,585
37	0,585	4,883	17,128	16,227	14,307	8,512	7,263	5,704	5,387	29,617	109,028
38	0,548	4,571	16,035	15,192	13,394	7,968	6,799	5,340	5,029	29,617	103,946
39	0,513	4,280	15,012	14,222	12,539	7,460	6,365	4,999	4,708	29,617	99,203
40	0,480	4,006	14,054	13,315	11,739	6,984	5,959	4,680	4,408	29,617	94,762
41	0,450	3,751	13,157	12,465	10,990	6,538	5,579	4,381	4,127	29,617	90,605
42	0,421	3,511	12,318	11,670	10,288	6,121	5,223	4,102	3,863	29,617	86,713
43	0,394	3,287	11,532	10,925	9,632	5,730	4,890	3,840	3,617	29,617	83,070
44	0,369	3,078	10,796	10,228	9,017	5,365	4,578	3,595	3,386	29,617	79,659
45	0,345	2,881	10,107	9,575	8,442	5,022	4,285	3,365	3,170	29,617	76,465
46	0,323	2,697	9,462	8,964	7,903	4,702	4,012	3,151	2,968	29,617	73,476
47	0,303	2,525	8,858	8,392	7,399	4,402	3,756	2,950	2,778	29,617	70,677
48	0,283	2,364	8,293	7,857	6,927	4,121	3,516	2,761	2,601	29,617	68,057
49	0,265	2,213	7,764	7,355	6,485	3,858	3,292	2,585	2,435	29,617	65,604
50	0,248	2,072	7,268	6,886	6,071	3,612	3,082	2,420	2,280	29,617	63,307
51	0,233	1,940	6,804	6,446	5,683	3,381	2,885	2,266	2,134	29,617	61,157
52	0,218	1,816	6,370	6,035	5,321	3,165	2,701	2,121	1,998	29,617	59,145
53	0,204	1,700	5,964	5,650	4,981	2,963	2,529	1,986	1,870	29,617	57,260
54	0,191	1,592	5,583	5,289	4,663	2,774	2,367	1,859	1,751	29,617	55,496
55	0,179	1,490	5,227	4,952	4,366	2,597	2,216	1,740	1,639	29,617	53,845
56	0,167	1,395	4,893	4,636	4,087	2,432	2,075	1,629	1,535	29,617	52,299
57	0,157	1,306	4,581	4,340	3,826	2,276	1,942	1,525	1,437	29,617	50,851

Lanjutan Tabel 5.53 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2014 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,342	P <sub>e2</sub> =27,396	P <sub>e3</sub> =24,298	P <sub>e4</sub> =20,055	P <sub>e5</sub> =11,170	P <sub>e6</sub> =8,923	P <sub>e7</sub> =6,560	P <sub>e8</sub> =5,785		
58	0,147	1,223	4,289	4,063	3,582	2,131	1,818	1,428	1,345	29,617	49,496
59	0,137	1,145	4,015	3,804	3,354	1,995	1,702	1,337	1,259	29,617	48,228
60	0,128	1,072	3,759	3,561	3,140	1,868	1,594	1,252	1,179	29,617	47,040
61	0,120	1,003	3,519	3,334	2,939	1,749	1,492	1,172	1,104	29,617	45,928
62	0,113	0,939	3,294	3,121	2,752	1,637	1,397	1,097	1,033	29,617	44,888
63	0,105	0,879	3,084	2,922	2,576	1,533	1,308	1,027	0,967	29,617	43,913
64	0,099	0,823	2,887	2,735	2,412	1,435	1,224	0,961	0,906	29,617	43,001
65	0,092	0,771	2,703	2,561	2,258	1,343	1,146	0,900	0,848	29,617	42,147
66	0,086	0,721	2,531	2,397	2,114	1,257	1,073	0,843	0,794	29,617	41,347
67	0,081	0,675	2,369	2,244	1,979	1,177	1,005	0,789	0,743	29,617	40,599
68	0,076	0,632	2,218	2,101	1,853	1,102	0,940	0,739	0,696	29,617	39,898
69	0,071	0,592	2,076	1,967	1,734	1,032	0,880	0,691	0,651	29,617	39,242
70	0,066	0,554	1,944	1,842	1,624	0,966	0,824	0,647	0,610	29,617	38,628
71			1,820	1,724	1,520	0,904	0,772	0,606	0,571	29,617	37,534
72				1,614	1,423	0,847	0,722	0,567	0,534	29,617	35,325
73					1,332	0,793	0,676	0,531	0,500	29,617	33,450
74						0,742	0,633	0,497	0,468	29,617	31,958
75							0,593	0,465	0,438	29,617	31,114
76								0,436	0,410	29,617	30,464
77									0,384	29,617	30,002

**Tabel 5.54 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto**

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,492	P <sub>e2</sub> =27,579	P <sub>e3</sub> =24,395	P <sub>e4</sub> =20,115	P <sub>e5</sub> =11,198	P <sub>e6</sub> =8,943	P <sub>e7</sub> =6,574	P <sub>e8</sub> =5,796		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,617	29,617
1	0,087	0,736	0	0	0	0	0	0	0	29,617	30,353
2	0,457	3,882	2,389	0	0	0	0	0	0	29,617	35,888
3	1,210	10,273	12,607	2,113	0	0	0	0	0	29,617	54,610
4	2,413	20,490	33,361	11,152	1,742	0	0	0	0	29,617	96,362
5	4,122	35,004	66,541	29,510	9,195	0,970	0	0	0	29,617	170,837
6	6,385	54,219	113,677	58,860	24,332	5,119	0,775	0	0	29,617	286,599
7	9,243	78,492	176,079	100,555	48,533	13,546	4,088	0,569	0	29,617	451,480
8	9,335	79,273	254,906	155,753	82,913	27,019	10,818	3,005	0,502	29,617	643,807
9	8,181	69,478	257,443	225,481	128,427	46,159	21,578	7,953	2,650	29,617	788,785
10	7,171	60,894	225,634	227,725	185,921	71,497	36,864	15,862	7,012	29,617	861,026
11	6,285	53,370	197,755	199,588	187,771	103,505	57,100	27,099	13,985	29,617	869,791
12	5,508	46,776	173,321	174,928	164,571	104,535	82,663	41,975	23,892	29,617	842,277
13	4,828	40,996	151,906	153,314	144,237	91,619	83,485	60,766	37,007	29,617	792,948
14	4,231	35,931	133,137	134,371	126,415	80,299	73,170	61,371	53,575	29,617	727,887
15	3,708	31,491	116,687	117,769	110,796	70,377	64,129	53,788	54,108	29,617	648,763
16	3,250	27,600	102,270	103,218	97,106	61,682	56,206	47,142	47,423	29,617	572,264
17	2,921	24,801	89,634	90,464	85,108	54,061	49,261	41,317	41,563	29,617	505,828
18	2,675	22,714	80,544	79,287	74,593	47,381	43,175	36,212	36,428	29,617	449,951
19	2,450	20,802	73,765	71,246	65,376	41,527	37,840	31,738	31,927	29,617	403,839
20	2,243	19,051	67,556	65,250	58,746	36,396	33,165	27,817	27,982	29,617	365,580
21	2,055	17,448	61,870	59,758	53,802	32,705	29,067	24,380	24,525	29,617	333,171
22	1,882	15,979	56,663	54,728	49,273	29,952	26,119	21,367	21,495	29,617	305,194
23	1,723	14,634	51,893	50,122	45,126	27,431	23,921	19,201	18,839	29,617	280,785
24	1,578	13,403	47,526	45,903	41,328	25,122	21,908	17,584	16,928	29,617	259,320
25	1,445	12,275	43,526	42,040	37,849	23,008	20,064	16,104	15,504	29,617	239,986
26	1,324	11,241	39,862	38,501	34,664	21,071	18,375	14,749	14,199	29,617	222,280
27	1,212	10,295	36,507	35,261	31,746	19,298	16,828	13,508	13,004	29,617	206,064
28	1,110	9,429	33,434	32,293	29,074	17,674	15,412	12,371	11,909	29,617	191,213



Lanjutan Tabel 5.54 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,492	P <sub>e2</sub> =27,579	P <sub>e3</sub> =24,395	P <sub>e4</sub> =20,115	P <sub>e5</sub> =11,198	P <sub>e6</sub> =8,943	P <sub>e7</sub> =6,574	P <sub>e8</sub> =5,796		
29	1,017	8,635	30,620	29,575	26,627	16,186	14,115	11,329	10,907	29,617	177,612
30	0,931	7,908	28,043	27,086	24,386	14,824	12,927	10,376	9,989	29,617	165,155
31	0,869	7,383	25,683	24,806	22,333	13,576	11,839	9,503	9,148	29,617	153,888
32	0,814	6,912	23,977	22,718	20,454	12,433	10,842	8,703	8,378	29,617	144,035
33	0,762	6,471	22,447	21,209	18,732	11,387	9,930	7,970	7,673	29,617	135,437
34	0,713	6,058	21,015	19,856	17,488	10,428	9,094	7,299	7,027	29,617	127,883
35	0,668	5,671	19,674	18,589	16,372	9,736	8,329	6,685	6,436	29,617	121,109
36	0,625	5,309	18,418	17,403	15,327	9,115	7,776	6,122	5,894	29,617	114,982
37	0,585	4,971	17,243	16,292	14,349	8,533	7,279	5,716	5,398	29,617	109,398
38	0,548	4,653	16,142	15,252	13,434	7,989	6,815	5,351	5,039	29,617	104,293
39	0,513	4,357	15,112	14,279	12,576	7,479	6,380	5,010	4,718	29,617	99,528
40	0,480	4,079	14,148	13,368	11,774	7,001	5,973	4,690	4,417	29,617	95,067
41	0,450	3,818	13,245	12,515	11,023	6,555	5,592	4,391	4,135	29,617	90,890
42	0,421	3,575	12,400	11,716	10,319	6,136	5,235	4,110	3,871	29,617	86,980
43	0,394	3,346	11,609	10,969	9,661	5,745	4,901	3,848	3,624	29,617	83,319
44	0,369	3,133	10,868	10,269	9,044	5,378	4,588	3,603	3,393	29,617	79,892
45	0,345	2,933	10,174	9,613	8,467	5,035	4,295	3,373	3,176	29,617	76,684
46	0,323	2,746	9,525	9,000	7,927	4,714	4,021	3,157	2,974	29,617	73,681
47	0,303	2,571	8,917	8,426	7,421	4,413	3,765	2,956	2,784	29,617	70,869
48	0,283	2,407	8,348	7,888	6,947	4,131	3,524	2,767	2,606	29,617	68,236
49	0,265	2,253	7,815	7,384	6,504	3,868	3,299	2,591	2,440	29,617	65,772
50	0,248	2,109	7,317	6,913	6,089	3,621	3,089	2,425	2,284	29,617	63,465
51	0,233	1,975	6,850	6,472	5,700	3,390	2,892	2,271	2,138	29,617	61,305
52	0,218	1,849	6,413	6,059	5,337	3,173	2,707	2,126	2,002	29,617	59,283
53	0,204	1,731	6,003	5,672	4,996	2,971	2,534	1,990	1,874	29,617	57,390
54	0,191	1,620	5,620	5,310	4,677	2,781	2,373	1,863	1,755	29,617	55,617
55	0,179	1,517	5,262	4,972	4,379	2,604	2,221	1,744	1,643	29,617	53,958
56	0,167	1,420	4,926	4,654	4,099	2,438	2,080	1,633	1,538	29,617	52,405
57	0,157	1,329	4,612	4,357	3,838	2,282	1,947	1,529	1,440	29,617	50,951

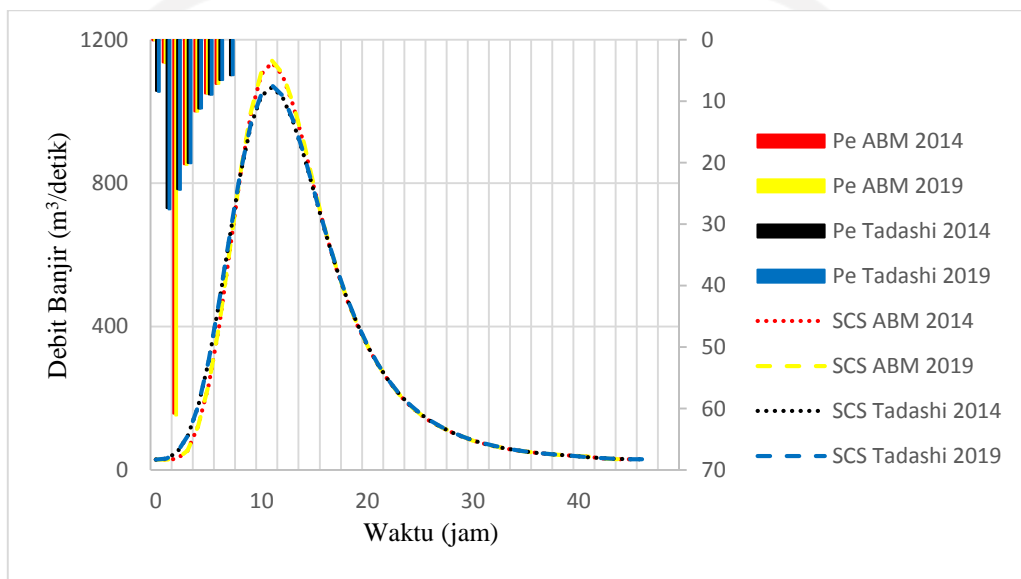


Lanjutan Tabel 5.54 Perhitungan Debit Banjir Metode HSS Nakayasu Tahun 2019 Dengan Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

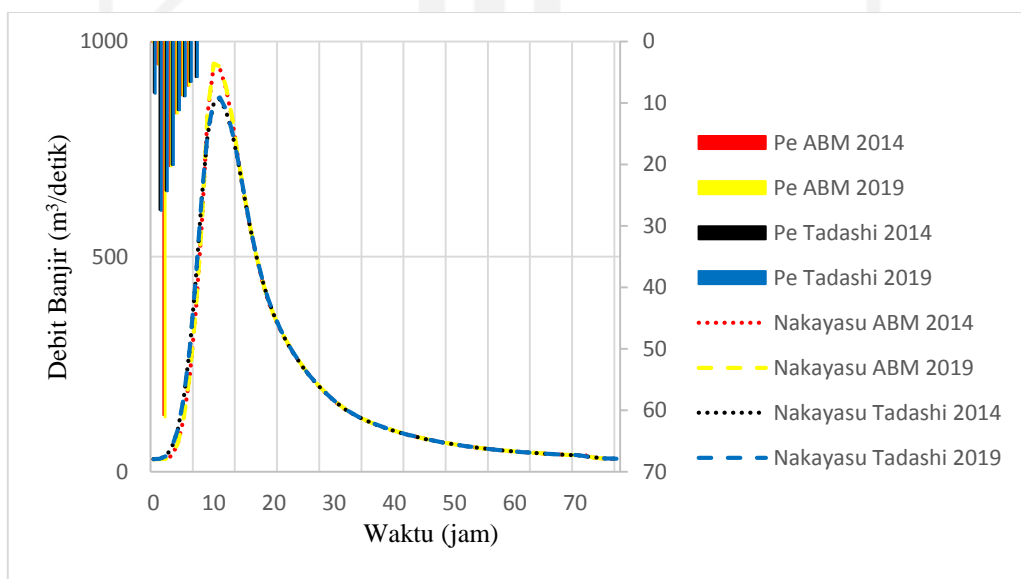
t (jam ke-)	UH (m <sup>3</sup> /detik /mm)	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>baseflow</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Jumlah Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)
		P <sub>e1</sub> =8,492	P <sub>e2</sub> =27,579	P <sub>e3</sub> =24,395	P <sub>e4</sub> =20,115	P <sub>e5</sub> =11,198	P <sub>e6</sub> =8,943	P <sub>e7</sub> =6,574	P <sub>e8</sub> =5,796		
58	0,147	1,245	4,317	4,079	3,593	2,137	1,823	1,431	1,348	29,617	49,589
59	0,137	1,165	4,042	3,819	3,364	2,000	1,706	1,340	1,262	29,617	48,315
60	0,128	1,091	3,784	3,575	3,149	1,873	1,597	1,254	1,181	29,617	47,122
61	0,120	1,021	3,542	3,347	2,948	1,753	1,495	1,174	1,106	29,617	46,005
62	0,113	0,956	3,316	3,133	2,760	1,641	1,400	1,099	1,035	29,617	44,959
63	0,105	0,895	3,105	2,934	2,584	1,536	1,311	1,029	0,969	29,617	43,980
64	0,099	0,838	2,907	2,746	2,419	1,438	1,227	0,963	0,907	29,617	43,063
65	0,092	0,784	2,721	2,571	2,264	1,347	1,149	0,902	0,849	29,617	42,205
66	0,086	0,734	2,547	2,407	2,120	1,261	1,075	0,844	0,795	29,617	41,402
67	0,081	0,688	2,385	2,253	1,985	1,180	1,007	0,791	0,745	29,617	40,650
68	0,076	0,644	2,233	2,110	1,858	1,105	0,943	0,740	0,697	29,617	39,946
69	0,071	0,603	2,090	1,975	1,739	1,034	0,882	0,693	0,653	29,617	39,287
70	0,066	0,564	1,957	1,849	1,628	0,968	0,826	0,649	0,611	29,617	38,670
71		0	1,832	1,731	1,525	0,907	0,773	0,607	0,572	29,617	37,564
72		0	0	1,620	1,427	0,849	0,724	0,569	0,535	29,617	35,342
73		0	0	0	1,336	0,795	0,678	0,532	0,501	29,617	33,459
74		0	0	0	0	0,744	0,635	0,498	0,469	29,617	31,963
75		0	0	0	0	0	0,594	0,466	0,439	29,617	31,117
76		0	0	0	0	0	0	0,437	0,411	29,617	30,465
77		0	0	0	0	0	0	0	0,385	29,617	30,002

#### 5.9.4 Perbandingan Nilai Debit Banjir Metode HSS SCS dan HSS Nakayasu

Berdasarkan hasil analisis debit banjir diatas dilakukan perbandingan untuk mengetahui nilai debit banjir paling besar dihasilkan dari sebuah metode HSS. Untuk mengetahui perbandingan dapat dilihat pada Gambar 5.24 sampai Gambar 5.25 dibawah berikut.



**Gambar 5.24 Grafik Debit Banjir Metode HSS SCS**



**Gambar 5.25 Grafik Debit Banjir Metode HSS Nakayasu**

### 5.9.5 Rekapitulasi Nilai Debit Banjir

Berdasarkan semua hasil analisis nilai debit banjir pada setiap jam dengan metode hidrograf satuan sintetis (HSS) *SCS* dan Nakayasu dengan memakai distribusi hujan metode *ABM* dan Tadashi Tanimoto, diambil hasil nilai debit banjir yang paling besar (maksimum) pada jam terpilih. Rekapitulasi dari nilai debit banjir maksimum pada periode ulang 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.55 berikut.

**Tabel 5.55 Rekapitulasi Debit Banjir Periode Ulang 20 Tahun**

Metode HSS	Distribusi <i>ABM</i>				Distribusi Tadashi Tanimoto			
	2014		2019		2014		2019	
	$T_p$	$Q_p$	$T_p$	$Q_p$	$T_p$	$Q_p$	$T_p$	$Q_p$
	(jam)	(m <sup>3</sup> /detik)	(jam)	(m <sup>3</sup> /detik)	(jam)	(m <sup>3</sup> /detik)	(jam)	(m <sup>3</sup> /detik)
SCS	11	1136,155	11	1141,708	11	1067,425	11	1072,545
Nakayasu	10	943,804	10	948,653	11	865,709	11	869,791

### 5.10 Pembahasan

Pada analisis curah hujan kawasan terdapat 5 bentuk *polygon Thiessen* yang berbeda. Hal ini disebabkan karena terdapat kekosongan data pada stasiun tertentu dan tahun tertentu. Nilai curah hujan kawasan terkecil sebesar 57,621 mm pada tahun 2011 dan nilai curah hujan kawasan terkecil sebesar 170,209 mm pada tahun 2020. Berdasarkan hasil analisis frekuensi, pengujian Chi-Kuadrat dan pengujian Smirnov Kolmogorov yang sesuai dengan parameter statistik bahwa data curah hujan menunjukkan kecenderungan termasuk ke dalam jenis distribusi probabilitas Log Pearson III. Periode ulang dipilih 20 tahun berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tahun 2014 (PerMenPU). Berdasarkan jenis distribusi Log Pearson III menghasilkan hujan rencana untuk periode ulang 20 tahun sebesar 187,145 mm. Waktu konsentrasi menggunakan metode *ARR (Australian Rainfall-Runoff)* sebesar 7,469 jam. Dalam hal ini waktu konsentrasi dijadikan untuk intensitas hujan yang dibulatkan menjadi selama 8 jam. Sedangkan untuk distribusi hujan menggunakan metode *ABM* dan Tadashi Tanimoto sama-sama menggunakan durasi 8 jam.

Berdasarkan hasil analisis tutupan lahan pada DAS Cilangla pada tahun 2014 dan tahun 2019 mengalami perubahan luasan di semua jenis lahan. Luas jenis lahan

tubuh air berkurang sebesar 0,085%, luas jenis lahan pemukiman bertambah sebesar 0,395%, luas jenis lahan vegetasi padi bertambah sebesar 1,78%, luas jenis lahan vegetasi kebun campuran bertambah sebesar 0,15%, dan pada jenis lahan vegetasi hutan berkurang sebesar 2,240%. Jenis tanah secara hidrologi pada DAS Cilangla termasuk kelompok Tanah C dan D. Akibat adanya perubahan luasan dan pengaruh jenis tanah mempengaruhi terhadap nilai *curve number* (CN) komposit. Nilai *curve number* (CN) komposit pada tahun 2014 sebesar 74,595 dan pada tahun 2019 sebesar 74,795, sehingga nilai *curve number* (CN) komposit mengalami kenaikan. Perubahan jenis lahan tersebut akibatnya yaitu semakin besar nilai *curve number* komposit maka akan menghasilkan nilai retensi potensial yang kecil, begitu sebaliknya. Hasil analisis untuk kemampuan proses meresapnya air hujan ke dalam tanah atau nilai retensi potensial maksimum yang didapatkan pada tahun 2014 sebesar 86,506 mm dan tahun 2019 sebesar 85,594 mm. Akibat nilai retensi potensial maksimum sebesar itu mempengaruhi nilai hujan efektif yang dihasilkan.

Hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan debit banjir yaitu semakin banyak lahan yang tidak dapat menyerap air mengakibatkan debit limpasan atau debit banjir semakin besar dikarenakan curah hujan menjadi limpasan langsung. Berdasarkan hasil analisis tutupan lahan, perubahan lahan pada tahun 2014 dan 2019 tidak berubah secara signifikan, karena persentase perubahan lahan terbesar yaitu sebesar 2,240% pada jenis lahan vegetasi hutan lebat. Semakin besar nilai *curve number* komposit maka akan menghasilkan nilai retensi potensial yang kecil, begitu sebaliknya. Pengaruh nilai retensi potensial yang kecil akan menghasilkan nilai debit banjir yang besar dan sebaliknya. Nilai hujan efektif yang dihasilkan pada tahun 2019 menjadi lebih besar dibanding tahun 2014, itu disebabkan karena pada rentang tahun 2014 dan 2019 luasan tanah (permukaan) yang dapat menyerap air (vegetasi) berkurang sedangkan luasan tanah (permukaan) yang tidak dapat menyerap air (bangunan) bertambah meluas. Pengaruh nilai retensi potensial yang kecil akan menghasilkan nilai debit banjir yang besar dan sebaliknya.

Analisis perhitungan debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) *Soil Conservation Service (SCS)* dan metode HSS Nakayasu dengan memakai distribusi hujan metode *Alternating Block Method (ABM)* dan

metode Tadashi Tanimoto. Hal ini dilakukan sebagai pembandingan terhadap nilai yang akan dihasilkan dari setiap jenis metode HSS dan jenis metode distribusi hujan terpilih. Hasil analisis Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) metode *Soil Conservation Service (SCS)* didapatkan debit puncak banjir sebesar 10,029 m<sup>3</sup>/detik/mm dan Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) metode Nakayasu mendapatkan debit puncak banjir sebesar 10,035 m<sup>3</sup>/detik/mm.

Hasil analisis debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) *Soil Conservation Service (SCS)* dengan jenis distribusi hujan metode *Alternating Block Method (ABM)* didapatkan pada tahun 2014 sebesar 1136,155 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun 2019 sebesar 1141,708 m<sup>3</sup>/detik. Nilai debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) *Soil Conservation Service (SCS)* dengan jenis distribusi hujan metode Tadashi Tanimoto didapatkan pada tahun 2014 sebesar 1067,425 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun 2019 sebesar 1072,545 m<sup>3</sup>/detik. Nilai debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) Nakayasu dengan jenis distribusi hujan metode *Alternating Block Method (ABM)* didapatkan pada tahun 2014 sebesar 943,804 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun 2019 sebesar 948,653 m<sup>3</sup>/detik. Nilai debit banjir puncak menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintentis (HSS) Nakayasu dengan jenis distribusi hujan metode Tadashi Tanimoto didapatkan pada tahun 2014 sebesar 865,709 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun 2019 sebesar 869,791 m<sup>3</sup>/detik.

Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa akibat adanya perubahan tutupan lahan pada tahun 2014 dan tahun 2019 yang dari asalnya lahan bisa menyerap air menjadi yang tidak bisa menyerap air (hutan jadi lahan yang lain) menyebabkan nilai retensi potensial maksimum (*S*) mengalami kenaikan. Akibatnya yang mengalami limpasan langsung ke sungai pada tahun 2014 dan tahun 2019 tersebut menjadi bertambah. Hal itu sesuai dengan teori yang ada, yaitu jika nilai *CN* suatu kawasan semakin kecil maka debit banjir yang terjadi juga akan semakin kecil, begitu sebaliknya. Perubahan-perubahan yang terjadi nilainya tidak berbeda jauh sehingga penambahan nilai debit banjir yang dihasilkan di tahun 2014 dan tahun 2019 mengalami kenaikan yang tidak signifikan atau sedikit penambahan nilai debit banjir.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai curah hujan kawasan terkecil sebesar 57,621 mm pada tahun 2011, nilai curah hujan kawasan terkecil sebesar 170,209 mm pada tahun 2020 dan nilai hujan rencana menggunakan jenis distribusi Log Pearson III dan periode ulang 20 tahun didapatkan nilai sebesar 187,145 mm.
2. Pada DAS Cilangla tahun 2014 dengan tahun 2019 mengalami perubahan luas jenis lahan yang tidak signifikan, luas jenis lahan tubuh air berkurang sebesar 0,085%, luas jenis lahan pemukiman bertambah sebesar 0,395%, luas jenis lahan vegetasi padi bertambah sebesar 1,78%, luas jenis lahan vegetasi kebun campuran bertambah sebesar 0,15%, dan luas jenis lahan vegetasi hutan bertambah sebesar 2,240%. Perubahan jenis lahan tersebut menghasilkan nilai *Curve Number (CN)* komposit pada tahun 2014 sebesar 74,595 dan tahun 2019 sebesar 74,795.
3. Hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan debit banjir pada DAS Cilangla yaitu perubahan tutupan lahan yang tidak berubah terlalu banyak (tidak signifikan) menghasilkan selisih *Curve Number (CN)* komposit sebesar 0,2, menyebabkan perbedaan nilai debit banjir pada tahun 2014 dan tahun 2019 tidak terlalu besar yaitu sebesar 5 m<sup>3</sup>/detik. Semakin berkurang jenis lahan yang dapat menyerap air mengakibatkan debit limpasan atau debit banjir semakin besar dikarenakan curah hujan menjadi limpasan langsung. Semakin besar nilai *Curve Number* komposit maka menghasilkan nilai retensi potensial yang kecil, begitu sebaliknya. Pengaruh nilai retensi potensial yang kecil akan menghasilkan nilai debit banjir yang besar dan sebaliknya.
4. Nilai debit puncak banjir terpilih yaitu menggunakan metode hidrograf satuan sintesis *Soil Conservation Service (SCS)* dengan distribusi hujan metode *ABM*

pada tahun 2014 sebesar 1136,155 m<sup>3</sup>/detik dan tahun 2019 sebesar 1141,708 m<sup>3</sup>/detik.

## 6.2 Saran

Dengan memperhatikan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis merasa masih banyak yang perlu dilengkapi di masa yang akan datang untuk penelitian selanjutnya sehingga. Beberapa saran penelitian serupa agar dapat lebih lengkap antara lain sebagai berikut.

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari debit banjir dengan metode hidrograf satuan sintetis yang lain seperti seperti Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder, Limantara, GAMA 1, HSS ITB 1, HSS ITB 2, dan lain-lain ataupun menggunakan pemodelan seperti HEC-HMS dan SWAT.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh perubahan tutupan lahan menggunakan metode lain seperti *unsupervised classification* dan *supervised classification* dengan menambahkan *training sample* menjadi lebih banyak, ataupun dengan menambahkan jenis lahan yang lain.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya pada tahun selanjutnya seperti pada tahun 2024 ataupun 2029 dengan Landsat 8.



## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, T., & Aris, M. (2020). *Analisis Debit Limpasan Akibat Adanya Perubahan Tata Guna Lahan (Studi Kasus DAS Jenelata Kabupaten Gowa). Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan)*. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Tasikmalaya. (2016). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Tahun 2016-2021*. Tasikmalaya: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Tasikmalaya.
- Badan Pusat Statistik. (2021, Januari 21). *Jumlah Penduduk Tiap Kecamatan di Kabupaten Tasikmalaya*. Retrieved from Jurnal Online Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya: <http://tasikmalayakab.bps.go.id/.com>
- Barus, B., & Wiradisastira. (2000). *Sistem Informasi Geografi Sarana Manajemen Sumberdaya*. . Bogor: Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. Singapore: Mc Graw Hill Book Company.
- Gunawan, G. (2011). Delineasi DAS Berbasis Sistem Informasi Geografis Dalam Rangka Mendukung Pengelolaan DAS Terpadu. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, Vol. 3 No.1 .
- Haan, C. T. (1997). *Statistical Methods in Hydrology*. Ames: The Iowa States University Press.
- Harto, S. (2000). *Hidrologi*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Kaimana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurnia, D. (2017). *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Puncak Banjir DAS Winongo Di Selatan Jembatan Kretek. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Leedy, P. D. (1997). *Practical Research : Planning and Design (6th Edition)*. New Jersey: Pretince-Hall.
- Lestari, Anugrah, & Sarino. (2019). Analysis of Flood Hydrograph to the Land Use Change on Flood Peak Discharge in The Sekanak Watershed. *Journal of Physics : Conference Series*, Vol. 1198 No.8 1-10.

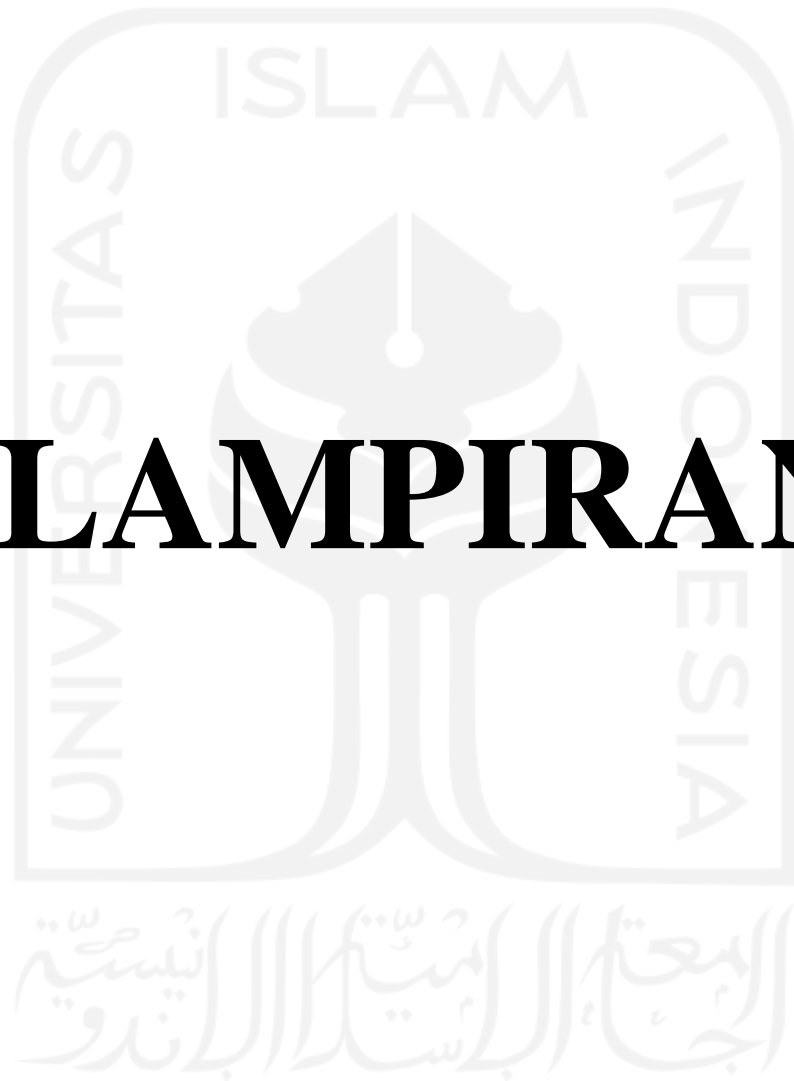


- Lillesand , & Kiefer. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Terjemahan Oleh Universitas Gadjah Mada.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Indonesia: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 12/PRT/M. .
- National Aeronautics and Space Administration. (2020, April 22). *Global Hydrologic Soil Groups*. Retrieved from Global Hydrologic Soil Groups: <http://daac.ornl.gov>
- Rahman, A., Haddad , K., Haque, M. M., Kuczera, G., & Weinmann, E. (2016). *Australian Rainfall and Runoff Project 5 : Regional Flood Methods : Stage 3 Report*. Sydney: University of Western Sydney.
- Ramadhan, A., Nurmayadi, D., Sadili, A., Solihin, R., & Sumardi, Z. (2020). Studi Penentuan Nilai Curve Number DAS Pataruman Berdasarkan Satuan Peta Tanah Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. XXVI No.2:258-266.
- Saputra, I. F. (2021). *Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit (Sub DAS Batang Lembang, Kabupaten Solok, Sumatera Utara). Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan)*. Padang: Universitas Bung Hatta.
- Sari, N. F. (2014). *Ensiklopedia Geografi : Penginderaan Jauh*. Klaten: Cempaka Putih.
- Septiana, E. (2017, July 14). *Geosis Kombinasi Band Landsat 8*. Retrieved from Geosis ID: <http://Geosis.id>
- Siahaan, F. A. (2018). *Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Synder dan SCS (Soil Conservation Servise) DAS Deli. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan)*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Suherman, & Firmansyah. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke. *Jurnal Kontruksia*, Vol. 8 No. 2 : 79-85.
- Sumiyadi. (2017). Analisis Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Sub DAS Beringin di Bukit Semarang Baru Terhadap Peningkatan Debit Sungai Beringin Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan UNNES*, Vol. 19 No. 1:31-38.
- Syahbana, M. I. (2013). Identifikasi Tutupan Lahan dengan Metode Object Based Image Analysis. *Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung*, Vol. 10 No. 1 : 24-29.

- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- United States Geological Survey. (2013, February 11). *USGS GOV Landsat-Missions Landsat-8*. Retrieved from USGS Web Site: <http://USGS.gov>
- Utama, Amrizal, Berd, & Suherna. (2019). Flood Debit Analysis Based on Land Use : A Case Batang Arau Watershed, Padang. *Journal Earth and Environmental Science*, Vol. 343 No. 1:1-5.
- Wirosoedarmo, Anugroho, Sari, & Gustinasari. (2018). The Study of Land Use Change To Flood Discharge in Gunting Sub-Watershed Of Jombang Regency, East Java-Indonesia. *Journal Pollution Research*, Vol. 37 No.2:355-361.



# LAMPIRAN







Lanjutan Tabel L-2.2 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
12	2	1	0	24	0	0	0	0	0	67	0	32
13	43	1	0	29	15	0	0	0	0	0	0	26
14	3	0	0	5	7	0	0	0	0	12	0	6
15	3	5	0	0	4	0	0	0	0	5	0	3
16	2	0	0	1	0	0	0	0	0	18	37	35
17	34	3	1	0	1	0	0	0	0	10	1	49
18	60	0	10	16	4	0	0	0	0	38	17	27
19	5	6	0	0	0	0	4	0	0	15	29	1
20	22	8	0	0	3	1	1	0	0	0	30	0
21	10	61	3	0	0	2	0	0	0	0	41	8
22	14	30	0	0	0	0	0	0	0	0	27	2
23	9	7	0	0	7	0	0	0	0	0	73	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0
25	0	34	51	0	0	0	0	0	0	0	3	0
26	0	3	11	1	0	0	0	0	0	7	1	13
27	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
28	0	4	4	0	0	0	0	2	0	13	23	10
29	16	0	0	23	0	0	0	0	0	0	1	19
30	4		0	46	0	0	1	0	0	31	0	6
31	0		4		12		0	0		0		79

Tabel L-2.3 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	32	0	0	29	16	0	0	0	0	0	0	0
2	11	9	45	0	0	2	0	0	0	0	0	0
3	45	0	31	3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	11	51	9	61	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	5	1	37	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	43	0	10	0	4	0	0	0	0	0	0
7	15	1	0	42	30	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	25	4	2	8	0	0	0	0	0	0
9	0	12	0	19	5	0	0	0	0	1	0	0
10	0	1	30	20	0	3	0	0	0	0	0	0
11	0	1	8	18	79	0	0	0	0	0	0	0
12	0	9	5	4	0	42	0	0	0	0	0	0
13	1	53	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
14	1	12	7	10	26	0	0	6	27	0	0	0
15	31	0	1	10	6	0	0	1	2	0	0	0
16	3	2	0	1	11	32	0	1	1	0	0	0
17	0	56	0	49	63	2	0	1	0	0	0	0
18	0	3	41	19	61	0	0	2	0	37	0	0
19	1	12	7	4	1	0	0	0	0	18	0	0
20	0	3	10	9	5	33	0	0	0	6	0	0
21	4	62	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
22	13	13	1	0	24	19	0	0	0	0	0	0
23	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
24	10	1	0	0	26	7	0	0	0	18	0	0

Lanjutan Tabel L-2.3 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
25	7	5	58	3	2	6	0	0	0	1	0	0
26	53	12	45	1	32	0	0	0	0	1	0	0
27	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
28	16	0	43	0	15	2	0	0	0	8	0	0
29	5		26	0	42	1	0	3	7	3	0	0
30	0		52	3	44	0	0	2	3	39	0	0
31	0		6		11		0	0		0		0

Tabel L-2.4 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9	12	4	0	48	0	19	0	0	0	0	0
2	0	4	3	0	2	0	5	6	0	0	0	0
3	0	3	7	4	0	0	0	21	0	0	0	1
4	0	3	36	3	0	4	9	4	0	0	0	0
5	0	35	19	32	0	25	7	0	0	0	26	2
6	0	7	23	71	0	0	41	0	0	5	3	6
7	19	10	40	0	0	0	10	0	0	0	20	8
8	8	0	16	0	22	0	2	5	0	0	0	92
9	0	0	15	0	0	0	0	3	0	0	0	31
10	0	0	53	14	0	0	0	15	0	0	14	0
11	6	0	11	7	10	0	26	104	0	0	42	0
12	21	0	8	35	0	0	108	1	0	0	0	8
13	0	0	1	34	46	0	14	0	0	0	24	7
14	21	22	18	31	12	0	9	2	0	0	26	11
15	5	9	0	33	0	0	13	0	0	0	20	26
16	3	7	60	1	0	7	0	0	0	0	1	13
17	5	0	0	0	0	1	2	0	0	11	29	47
18	3	2	9	0	0	107	0	0	0	6	78	19
19	2	0	10	0	1	6	0	0	0	5	16	6
20	0	0	0	45	0	3	6	0	0	2	2	38
21	0	49	0	3	0	24	0	0	0	6	0	9
22	1	9	0	7	0	7	1	2	0	2	4	128
23	0	4	26	0	2	0	98	0	0	6	41	35
24	3	0	1	0	0	0	41	0	0	1	3	29
25	11	0	9	1	87	62	4	0	0	3	4	2
26	2	0	1	46	3	4	57	0	0	0	63	18
27	34	38	6	9	0	8	2	0	0	0	0	29
28	3	50	16	5	0	2	1	0	0	0	17	26
29	0		23	0	0	0	0	0	2	1	36	2
30	65		0	0	34	0	0	0	0	0	1	8
31	5		0		0		0	0		0		0

Tabel L-2.5 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	14	64	0	15	23	0	0	0	0	0	0
2	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	6
3	0	0	1	0	2	4	0	0	0	0	0	21
4	1	2	1	1	23	0	0	0	0	0	0	2
5	2	17	0	0	10	1	0	0	0	0	3	7
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
7	0	1	9	4	0	5	1	0	0	0	27	1
8	0	34	0	9	0	13	4	0	0	0	1	0
9	5	4	14	30	0	0	0	0	0	0	63	17
10	0	2	37	0	0	0	0	0	0	0	2	22
11	0	3	32	4	0	0	0	0	0	0	1	1
12	0	13	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	31	0	23	13	0	0	0	0	0	0	59
14	0	14	0	8	0	0	0	0	0	0	21	0
15	0	99	0	7	0	0	0	0	0	0	0	17
16	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
17	0	21	0	19	0	0	0	0	0	0	0	31
18	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	5
21	0	0	14	37	0	0	0	0	0	0	9	0
22	0	0	27	34	0	0	0	0	0	0	10	0
23	0	25	0	10	0	0	0	0	0	0	8	17
24	0	14	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0
25	5	4	0	9	0	0	0	0	0	0	5	0
26	0	3	26	11	0	0	0	0	0	0	78	0
27	0	0	29	10	0	0	0	0	0	0	3	0
28	0	91	3	0	11	0	0	0	0	0	22	0
29	1		0	14	0	0	0	0	0	0	31	0
30	0		16	1	0	0	0	0	0	0	2	0
31	0		5		0		0	0		0		0

Tabel L-2.6 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	42	6	2	0	4	0	0	19	3	0	1	7
2	2	3	0	5	0	15	39	0	1	3	0	1
3	0	29	0	67	1	2	0	0	0	5	0	0
4	0	0	6	11	2	0	3	0	0	3	24	0
5	0	2	27	8	0	0	0	5	26	29	26	5
6	6	9	5	46	0	0	0	0	0	7	8	11
7	0	23	53	2	32	0	0	0	2	0	4	13
8	0	36	30	1	53	21	0	0	4	6	0	47
9	0	21	62	8	6	0	0	0	15	18	35	8
10	0	0	25	1	25	2	31	0	82	27	43	9
11	2	23	4	4	21	0	2	0	27	2	23	0
12	21	76	2	21	1	0	15	0	1	32	51	34
13	0	78	13	6	5	2	13	58	2	0	4	18



Lanjutan Tabel L-2.6 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	35	0	0	0	12	8	0	42	1	0	38	1
15	9	0	0	0	3	26	0	30	14	16	13	13
16	0	12	0	0	23	0	7	0	12	2	1	2
17	0	14	3	1	16	3	6	0	27	0	1	6
18	0	25	27	0	14	4	55	4	4	3	8	7
19	6	0	3	0	1	14	1	0	18	0	7	0
20	2	0	18	18	0	0	0	0	42	20	0	0
21	7	11	12	0	0	0	0	0	4	9	8	0
22	6	0	0	0	3	0	4	2	2	2	1	0
23	14	42	59	0	8	0	1	7	6	2	15	0
24	0	18	26	0	0	0	0	0	15	5	13	0
25	0	68	5	0	0	0	2	6	3	1	7	0
26	3	12	34	0	7	1	0	4	48	12	6	1
27	1	5	74	0	0	0	0	0	5	4	108	10
28	0	23	0	1	6	22	0	17	21	27	69	0
29	85	8	22	6	0	1	22	21	0	3	23	8
30	4		2	0	9	27	3	29	37	1	21	8
31	2		43		0		4	1		39		17

Tabel L-2.7 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9	17	13	18	5	7	0	0	1	17	0	0
2	0	13	3	39	10	13	0	1	0	7	0	0
3	20	24	1	7	0	1	0	4	0	4	0	0
4	114	2	23	30	2	0	0	0	0	38	0	0
5	1	18	32	9	0	0	0	0	0	34	4	0
6	13	0	4	1	12	0	1	0	0	5	8	0
7	15	0	0	4	2	0	0	0	0	46	73	0
8	12	33	31	18	1	0	0	0	0	20	20	31
9	4	6	8	66	32	2	5	0	0	98	37	1
10	12	5	2	57	31	0	12	0	6	12	13	1
11	19	5	0	43	0	0	0	0	0	9	8	1
12	0	0	27	6	0	0	0	0	0	1	24	0
13	1	10	7	1	0	0	2	0	0	0	1	1
14	0	6	3	0	0	1	3	0	0	0	17	19
15	9	53	0	0	0	0	3	0	0	0	96	4
16	10	5	0	0	0	9	0	0	0	12	2	70
17	12	8	1	0	0	0	0	0	0	6	2	65
18	36	0	1	0	0	0	0	0	0	7	62	19
19	7	6	2	25	0	0	0	1	0	41	17	12
20	6	112	0	1	0	8	0	2	0	8	8	23
21	0	14	5	0	0	4	1	1	0	0	19	6
22	1	6	0	0	0	6	0	0	0	0	36	11
23	78	6	0	8	0	5	0	0	0	0	1	0
24	27	0	0	71	0	31	0	1	4	0	0	0
25	43	3	21	0	0	0	0	0	55	0	0	0
26	49	51	7	0	0	0	0	0	34	18	3	0

Lanjutan Tabel L-2.7 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
27	0	0	3	2	0	1	5	0	44	3	4	9
28	2	95	4	26	2	25	5	0	4	0	9	0
29	19		0	17	106	0	4	0	9	0	0	18
30	18		0	4	1	0	2	0	8	0	2	14
31	9		0		0		3	1		1		11

Tabel L-2.8 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0
3	1	19	0	20	0	0	0	4	12	0	0	2
4	16	0	2	5	2	0	0	0	0	0	38	44
5	2	28	35	0	0	0	1	0	0	0	0	26
6	0	16	7	19	0	0	0	0	4	0	23	8
7	0	1	21	0	29	0	0	0	1	0	39	4
8	27	3	3	39	0	0	0	0	22	0	10	19
9	16	6	26	0	0	0	0	2	0	0	7	17
10	0	0	95	2	0	0	0	0	0	0	12	0
11	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
12	3	8	2	2	0	1	0	0	1	0	30	0
13	1	29	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0
14	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2
15	7	6	0	5	0	0	0	0	0	0	9	0
16	0	23	0	6	11	0	0	0	0	0	0	24
17	0	1	48	0	10	0	0	0	0	4	0	1
18	0	0	28	1	8	0	0	0	0	0	0	0
19	8	33	14	22	51	0	0	0	2	0	0	0
20	0	19	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1
21	0	3	0	0	26	42	0	0	0	0	0	0
22	5	61	0	1	46	2	0	0	17	0	0	0
23	9	22	19	34	29	3	0	0	0	43	0	0
24	0	26	0	15	0	12	0	0	0	9	0	0
25	9	46	6	0	5	14	0	0	2	0	0	8
26	0	115	16	26	0	19	0	0	0	1	18	14
27	7	2	0	0	2	0	0	0	0	1	9	7
28	9	3	0	0	1	0	0	0	0	9	76	0
29	1		0	3	0	0	0	0	0	0	4	0
30	1		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
31	3		0		0		0	0		0		0

Tabel L-2.9 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	1	22	13	6	0	0	0	0	0	6	0
2	0	43	5	0	5	0	0	0	0	0	11	0
3	0	2	33	0	24	0	0	0	0	0	4	20
4	0	42	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0
5	1	21	18	66	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	1	102	0	0	4	0	0	0	0	0
7	0	0	17	3	0	0	0	0	0	0	0	21
8	16	0	0	33	45	0	0	0	0	0	0	12
9	23	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	4	6	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	76	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	45
12	0	8	7	13	0	0	0	0	0	0	0	14
13	0	22	5	16	2	0	0	0	0	0	0	0
14	5	10	5	28	0	2	0	0	0	0	4	11
15	0	3	0	0	0	25	0	0	0	0	0	75
16	0	18	28	3	0	7	0	0	0	0	0	3
17	12	9	8	5	0	0	0	0	0	0	0	4
18	3	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
19	3	49	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	73	89	0	13	0	0	1	0	0	0	4	4
21	60	4	19	8	0	0	11	0	0	0	0	0
22	0	54	23	0	1	0	1	0	0	0	0	0
23	17	27	11	7	0	0	0	0	0	0	3	8
24	26	0	9	31	0	0	0	0	0	0	0	0
25	9	1	3	1	0	0	0	0	0	0	3	140
26	5	41	60	0	0	0	0	0	0	0	0	4
27	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
29	0		0	6	0	0	0	0	0	0	0	4
30	0		0	5	0	0	0	0	1	0	0	23
31	1		0		0		0	0		0		57

Tabel L-2.10 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5	35	22	0	0	4	0	0	0	10	106	13
2	3	11	28	40	10	0	0	0	0	5	0	9
3	0	9	0	15	0	0	12	0	4	26	5	29
4	0	0	14	66	0	0	0	0	18	79	0	52
5	6	13	23	15	4	0	0	0	1	2	2	11
6	3	1	5	1	0	3	0	0	0	12	18	0
7	7	8	0	2	0	5	25	0	0	19	6	1
8	4	4	1	1	0	0	1	0	0	4	0	0
9	26	0	1	0	1	26	5	0	0	0	0	0
10	18	7	0	2	0	69	2	0	0	2	0	0
11	17	0	0	14	9	0	7	0	0	26	0	8
12	10	0	6	23	3	0	0	2	0	79	6	10
13	0	45	0	0	0	0	0	10	0	5	1	28

Lanjutan Tabel L-2.10 Data Curah Hujan Stasiun Kawalu Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	0	0	15	0	0	0	0	11	0	17	0	95
15	28	0	0	22	0	0	1	5	0	0	7	19
16	36	13	0	0	0	1	4	0	0	0	1	0
17	7	17	4	0	0	2	0	7	0	1	29	0
18	5	5	0	19	10	7	0	0	0	1	45	4
19	0	17	0	20	3	83	0	0	0	0	1	0
20	0	0	7	21	0	10	1	0	0	11	12	0
21	0	0	1	3	11	0	0	0	8	56	2	0
22	35	0	6	1	0	4	1	0	7	0	31	11
23	29	2	0	11	0	96	0	0	11	0	1	0
24	11	37	0	5	0	3	0	0	0	0	9	0
25	11	2	8	0	0	0	0	0	0	7	1	0
26	47	10	0	10	1	0	0	0	0	2	0	48
27	0	44	19	14	0	0	0	0	1	16	0	3
28	55	7	4	8	60	0	0	0	12	1	0	4
29	21	9	27	10	1	0	0	0	8	3	12	2
30	89		3	0	7	0	0	0	5	4	0	44
31	33		0		19		0	0		3		2



### Lampiran 3 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya

**Tabel L-3.1 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2010**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	27	8	0	74	0	6	68	29	17	2	16	63
2	0	25	0	0	0	0	14	0	0	8	1	14
3	0	0	0	37	0	0	0	6	49	3	0	15
4	1	0	0	3	0	62	0	5	11	0	13	27
5	0	3	136	0	0	2	0	46	8	0	32	32
6	0	33	0	0	0	6	5	29	13	7	2	44
7	0	24	7	0	0	0	0	18	34	7	0	35
8	11	53	8	9	28	0	2	0	3	0	0	37
9	19	43	4	0	18	0	28	0	30	2	2	1
10	58	29	17	2	2	0	5	25	0	0	0	20
11	0	12	11	13	80	0	0	5	45	0	0	64
12	8	0	7	6	28	9	12	7	15	0	0	0
13	0	37	0	0	9	8	5	0	49	0	0	0
14	4	102	0	33	4	5	0	105	8	43	20	0
15	0	63	31	9	14	0	0	0	7	6	14	1
16	0	15	32	48	57	16	18	18	44	9	14	52
17	0	35	12	70	33	0	0	16	7	19	11	0
18	0	57	58	2	0	12	45	18	2	7	0	1
19	12	0	3	0	6	12	8	0	6	26	0	6
20	11	0	0	4	1	0	0	0	18	29	1	2
21	59	6	21	77	31	0	0	1	63	9	0	30
22	0	0	28	63	0	0	0	47	7	16	0	13
23	22	0	0	7	4	0	0	32	2	10	0	33
24	0	0	0	30	36	65	0	0	12	24	4	50
25	0	4	0	0	0	19	3	0	81	48	17	24
26	46	14	6	0	5	6	42	53	8	3	10	2
27	18	4	45	0	0	3	17	2	2	0	5	23
28	0	0	0	0	0	40	24	0	7	26	0	5
29	12		12	0	72	5	0	0	0	36	35	11
30	32		3	0	7	0	8	0	0	9	21	0
31	15		2		3		0	0		14		0

**Tabel L-3.2 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2011**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	3	0	10	0	50	0	1	0	0	0	0	7
2	2	2	3	0	54	4	0	0	0	0	7	29
3	10	4	0	1	1	0	0	4	0	7	64	17
4	37	4	2	5	4	2	0	3	0	2	58	7
5	3	11	0	24	12	0	0	0	0	0	37	1
6	0	3	15	0	7	0	0	0	0	0	0	1
7	0	2	0	0	59	0	0	0	0	2	35	0
8	4	17	7	0	11	0	0	0	0	0	37	0
9	24	0	18	0	17	0	0	0	0	4	12	0
10	61	0	2	4	0	0	0	0	0	22	4	0
11	0	41	36	0	2	0	0	0	0	1	4	0

Lanjutan Tabel L-3.2 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
12	0	14	29	10	0	0	0	0	0	0	4	5
13	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	1
14	0	12	0	0	4	0	8	0	0	0	1	1
15	0	46	0	10	37	0	0	0	0	0	17	13
16	2	10	0	0	12	0	0	0	0	0	15	5
17	0	9	0	4	0	0	0	2	0	0	0	17
18	11	2	5	0	7	1	0	0	0	0	6	60
19	30	0	7	0	11	0	3	0	0	0	22	1
20	0	39	1	10	4	1	2	0	4	11	4	0
21	0	0	0	25	26	0	14	0	0	9	8	0
22	0	4	0	2	44	0	14	0	0	0	20	0
23	18	2	4	3	4	0	28	0	0	0	35	0
24	13	2	0	57	0	0	0	0	0	2	20	0
25	0	5	4	19	0	0	0	0	0	0	0	23
26	0	33	18	55	0	0	0	0	0	0	0	16
27	0	30	0	19	0	5	0	0	0	4	0	5
28	51	4	1	47	0	8	0	0	0	10	0	0
29	6		3	0	0	23	3	0	0	11	12	0
30	5		0	0	0	1	0	0	0	0	34	0
31	3		20		3		0	0		6		0

Tabel L-3.3 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	2	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	15
2	13	0	0	3	28	7	0	0	0	0	2	2
3	3	1	6	19	0	3	0	0	0	0	0	8
4	38	2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	10	29	3	0	0	0	0	0	0	0
6	2	50	0	20	0	0	0	0	1	0	24	0
7	4	9	0	52	52	10	0	0	0	5	25	28
8	2	0	3	12	0	0	0	0	0	0	4	0
9	18	9	6	2	4	0	0	0	0	2	56	9
10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
11	4	2	0	0	0	27	0	0	0	0	11	14
12	0	88	0	0	2	0	0	0	0	0	7	0
13	3	0	0	8	2	10	0	0	1	0	0	15
14	25	2	0	46	27	0	0	0	0	0	0	10
15	11	0	0	22	6	0	0	0	0	2	0	14
16	6	0	0	0	1	0	0	0	0	34	0	3
17	16	70	14	25	24	0	0	0	0	6	21	8
18	24	8	5	6	0	2	0	0	0	3	0	11
19	12	0	0	34	0	0	0	0	0	32	15	2
20	0	23	10	0	0	0	0	0	0	14	21	0
21	0	24	8	0	22	0	0	0	0	0	4	2
22	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	31	0
23	21	27	3	0	0	0	0	0	0	0	29	4
24	2	10	0	0	23	0	0	0	0	0	34	0

**Lanjutan L-3.3 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2012**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
26	0	3	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	37	0	12	0	0	0	0	0	2	3	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0
29	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	22	32
30	8		0	4	0	0	0	0	0	4	32	5
31	21		0		0		0	0		14		35

**Tabel L-3.4 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2013**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	31	0	0	2	4	4	43	0	0	26	0	0
2	7	0	0	20	4	2	0	0	0	0	0	0
3	8	37	0	0	0	27	20	0	0	0	0	0
4	51	68	42	7	31	5	16	0	0	0	0	0
5	13	17	56	16	0	1	0	0	0	0	0	0
6	1	14	9	23	0	2	0	0	0	0	0	0
7	8	4	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0
8	7	5	0	29	11	16	0	0	0	0	0	0
9	0	6	0	52	1	7	19	0	0	0	0	0
10	0	1	0	61	5	0	88	0	0	0	0	0
11	0	0	2	49	1	0	12	0	0	2	0	0
12	0	12	0	27	8	2	33	0	0	0	0	0
13	0	24	21	7	15	6	18	0	0	0	0	0
14	31	6	0	0	0	14	14	0	0	0	0	0
15	15	10	0	4	21	13	0	0	34	1	0	0
16	11	14	0	2	3	0	0	31	0	0	0	0
17	9	0	0	0	4	14	8	3	3	0	0	0
18	7	55	0	4	6	8	11	1	0	1	0	0
19	7	5	0	39	0	0	0	0	0	13	0	0
20	104	3	15	13	0	0	0	0	0	9	0	0
21	0	0	0	3	2	14	2	0	5	0	0	0
22	25	0	0	5	72	18	39	0	0	1	0	0
23	53	2	2	0	10	7	0	0	0	0	0	0
24	86	0	22	0	0	37	14	0	2	33	0	0
25	21	0	0	6	0	0	72	0	0	0	0	0
26	15	0	0	2	6	0	6	0	0	0	0	0
27	36	6	5	0	16	4	9	0	0	5	0	0
28	15	0	0	0	3	0	15	0	0	0	0	0
29	46		7	0	30	21	0	0	0	0	0	0
30	0		5	0	19	1	0	24	67	21	0	0
31	0		75		42		0	11		9		0





Lanjutan Tabel L-3.6 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	46	35	0	38	0	0	0	0	0	0	1	5
15	3	23	0	19	0	0	0	0	0	0	17	0
16	0	10	4	15	0	0	0	0	0	0	0	3
17	14	10	0	13	0	0	0	0	0	0	0	96
18	20	9	0	11	0	0	0	0	0	0	5	17
19	4	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	5	10	4	0	0	0	0	0	0	0	18	55
21	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	28
22	0	0	8	44	0	0	0	0	0	0	0	6
23	21	0	22	51	0	0	0	0	0	0	14	8
24	6	25	3	0	0	0	0	0	0	0	37	0
25	0	11	5	3	0	0	0	0	0	0	3	0
26	0	0	0	11	53	0	0	0	0	0	18	0
27	8	0	9	5	0	0	0	0	0	0	44	0
28	7	8	18	5	0	0	0	0	0	0	1	0
29	0		29	0	8	0	0	0	0	0	4	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
31	23		2		0		0	6		0		0

Tabel L-3.7 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	71	58	61	1	0	2	38	11	19	95	11	101
2	1	7	0	47	0	20	4	2	0	18	6	2
3	29	77	8	7	19	0	0	0	0	85	6	13
4	0	0	1	3	2	7	0	0	28	20	19	0
5	0	4	25	0	0	16	6	0	92	49	106	0
6	8	21	4	23	0	23	0	0	0	0	0	30
7	1	0	0	103	52	7	0	0	103	0	0	3
8	0	58	38	0	3	29	8	0	3	85	25	5
9	12	46	49	28	49	52	0	0	7	77	137	11
10	0	0	13	0	27	61	56	0	74	113	134	20
11	14	18	27	1	1	49	23	0	213	41	120	2
12	22	32	42	27	0	27	14	62	57	12	213	107
13	37	16	6	24	0	7	12	145	3	86	22	21
14	2	1	0	11	14	0	39	156	0	14	31	6
15	0	0	0	1	10	4	0	9	10	151	74	40
16	7	4	0	3	43	2	0	0	1	2	9	7
17	0	25	22	1	7	0	4	0	106	6	0	17
18	8	12	30	4	5	4	0	61	13	0	28	18
19	0	0	3	0	4	39	0	6	87	0	107	0
20	10	0	4	22	0	13	0	0	84	9	1	0
21	4	0	6	0	0	3	0	0	91	19	37	0
22	49	3	1	0	0	5	8	8	2	3	5	0
23	36	0	45	1	17	0	18	20	98	0	6	6
24	1	0	92	0	0	0	36	0	54	71	68	0
25	1	0	13	2	2	6	0	15	30	68	4	0
26	3	11	43	4	7	2	0	6	40	39	40	2

Lanjutan Tabel L-3.7 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
27	0	0	28	57	0	0	0	3	6	99	44	109
28	0	0	0	3	0	0	0	74	93	95	13	2
29	0	33	0	0	0	0	39	82	0	6	82	11
30	0		0	1	0	0	4	17	15	9	123	43
31	38		13		0		0	21		11		2

Tabel L-3.8 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	10	90	87	0	0	0	0	244	0	47
2	2	0	52	8	5	39	0	7	0	64	0	25
3	8	5	26	40	0	2	17	12	0	0	0	0
4	29	3	62	17	0	0	0	16	0	19	0	0
5	0	17	0	99	0	3	0	0	0	59	144	0
6	113	0	2	22	3	0	0	0	0	6	44	0
7	0	0	7	42	8	60	0	0	0	52	130	0
8	49	0	40	0	55	0	0	0	0	33	64	0
9	12	0	0	2	65	1	34	0	0	95	90	0
10	10	19	0	36	41	0	7	0	8	73	30	0
11	95	33	0	22	1	0	0	0	0	0	97	0
12	2	32	30	40	0	25	0	0	0	0	5	0
13	0	52	0	0	0	0	7	0	0	0	18	41
14	2	80	7	5	0	0	15	0	0	0	18	0
15	0	5	17	0	0	0	40	0	0	0	33	0
16	2	7	4	0	0	18	0	0	0	50	2	2
17	28	0	68	0	0	0	0	0	0	12	7	41
18	26	0	12	0	0	0	0	0	0	12	147	142
19	5	0	39	29	0	0	0	0	0	96	5	44
20	5	17	2	16	0	32	0	13	0	19	69	62
21	0	119	23	2	0	0	0	0	0	0	8	42
22	38	2	10	0	0	85	0	0	0	0	54	3
23	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	9	0
24	8	0	0	56	0	0	0	0	4	0	5	0
25	8	0	32	0	0	0	0	0	29	61	8	0
26	30	0	93	27	0	0	0	0	32	22	3	0
27	0	55	1	9	0	38	19	0	41	32	25	32
28	3	57	0	31	0	35	11	0	48	0	0	0
29	36		0	7	118	0	70	4	0	5	9	0
30	17		0	15	1	0	39	0	15	2	15	0
31	28		0		0		10	0		0		0



Lanjutan Tabel L-3.10 Data Curah Hujan Stasiun Singajaya Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
15	82	0	0	33	0	23	0	0	0	0	0	11
16	15	0	85	2	0	2	0	0	0	2	0	6
17	0	64	27	0	0	0	0	0	0	0	0	7
18	70	0	21	46	0	0	0	0	0	0	0	8
19	5	4	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0
20	237	6	0	27	0	0	0	0	0	0	20	0
21	30	16	7	0	0	0	22	0	0	0	0	0
22	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	10	144	107	0	31	0	0	0	0	0	0	0
24	78	51	0	129	0	0	0	0	0	0	11	0
25	47	38	0	23	0	0	0	0	0	0	3	6
26	2	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	42
27	0	0	37	0	0	0	0	0	2	0	0	0
28	0	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0	94
29	0		0	15	0	0	0	0	0	0	0	162
30	0		0	57	0	0	0	0	0	0	0	2
31	66		0		0		0	0		0		0





Lanjutan Tabel L-4.2 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	21	0	0	21	0	0	0	4	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	2	45	0	0	10	0	0	13	12
18	0	7	4	2	22	0	10	0	0	0	9	0
19	0	0	0	2	28	0	0	0	0	83	36	0
20	0	0	0	0	14	0	0	0	0	52	50	3
21	0	0	0	2	19	0	20	0	0	46	77	10
22	17	0	0	0	37	0	0	0	0	52	11	0
23	14	0	0	2	17	0	40	0	0	0	27	0
24	21	0	0	0	21	0	0	0	0	0	11	0
25	8	0	0	0	3	0	18	0	0	0	17	0
26	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	18	14
27	0	4	0	0	0	12	21	0	0	0	6	6
28	0	2	0	0	0	20	0	0	0	28	0	0
29	22		0	3	0	0	0	0	0	49	0	0
30	0		0	7	0	0	0	0	0	16	2	0
31	0		0		0		0	0		2		0

Tabel L-4.3 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	43	0	53	27	18	2	0	0	0	0	0	15
2	27	0	7	0	0	0	0	0	0	0	40	10
3	0	6	10	21	3	0	3	0	0	0	0	19
4	0	0	0	20	0	0	5	0	0	0	9	0
5	0	0	0	38	0	0	0	0	2	0	39	0
6	4	0	0	18	2	0	0	0	2	0	72	0
7	26	0	0	63	0	75	0	0	5	1	30	39
8	3	0	0	103	27	0	0	0	0	0	7	0
9	0	3	0	0	7	0	0	0	0	4	19	51
10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	2	0	9
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	44
12	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	3	3	0	9	7	8	0	0	2	0	0	12
14	1	0	0	37	38	0	0	0	0	0	0	31
15	11	3	0	23	23	0	0	0	0	0	0	19
16	0	4	0	0	0	0	0	0	2	54	0	0
17	2	4	6	7	21	8	0	0	0	6	3	0
18	7	6	1	0	0	0	0	0	0	22	0	0
19	7	4	3	3	17	10	5	0	0	14	2	5
20	22	7	16	4	8	0	8	0	0	120	60	0
21	44	7	2	2	73	1	1	0	0	14	32	0
22	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	55	16
23	0	4	4	0	0	0	0	0	1	0	39	33
24	7	11	0	0	3	0	0	0	0	0	22	0

Lanjutan L-4.3 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
25	14	0	0	0	7	0	0	0	0	0	114	0
26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4
27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	59	0
28	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4	0
29	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	9	0
30	2	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	8
31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3

Tabel L-4.4 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	2	1	0	2	16	9	2	0	0	0	0	0
2	0	0	0	4	7	0	30	0	0	0	0	0
3	8	49	0	0	0	4	42	10	0	0	0	0
4	36	54	6	1	0	0	23	0	0	1	0	0
5	9	17	29	0	0	0	40	0	0	0	0	0
6	0	7	1	2	0	4	6	0	0	0	0	0
7	4	0	0	20	0	19	0	0	0	0	0	0
8	2	20	0	16	24	0	3	0	0	0	0	0
9	2	3	0	8	0	25	135	0	0	0	0	0
10	0	1	0	63	0	0	87	0	0	0	0	0
11	0	5	0	16	0	0	27	0	0	0	0	0
12	0	0	0	6	0	0	37	0	0	0	0	0
13	0	2	1	0	33	42	4	0	0	3	0	0
14	10	7	0	0	0	45	79	0	0	1	0	0
15	6	8	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
16	29	0	4	0	0	0	5	3	0	0	0	0
17	4	0	3	0	0	0	99	7	0	0	0	0
18	17	24	0	3	0	11	4	0	0	0	0	0
19	9	1	0	39	1	0	0	0	0	0	0	0
20	3	2	9	3	26	0	8	1	0	3	0	0
21	0	11	16	0	1	3	0	0	0	46	0	0
22	2	0	0	7	1	30	44	0	0	4	0	0
23	0	2	1	6	61	0	5	0	0	0	0	0
24	39	0	8	0	0	0	23	0	0	1	0	0
25	18	0	0	20	0	0	54	0	0	1	0	0
26	0	0	45	2	5	0	22	0	0	0	0	0
27	5	8	26	1	0	12	0	0	0	14	0	0
28	0	0	0	6	0	40	4	1	0	0	0	0
29	0	0	0	0	96	7	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	76	12	0	16	0	11	0	0
31	0	0	3	0	2	0	0	1	0	8	0	0





**Lanjutan Tabel L-4.6 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2015**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	7	4	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	12
17	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
18	22	12	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2
21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	28
22	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
24	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
25	3	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	15	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0
28	0	0	48	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0		70	0	0	0	0	0	0	0	2	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
31	42		0		0		5	4		0		0

**Tabel L-4.7 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2016**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	8	29	12	7	24	0	3	1	5	53	0	0
2	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	5
3	0	25	0	24	11	0	2	0	0	48	0	0
4	0	0	19	9	13	3	0	0	0	9	6	4
5	4	0	19	0	16	2	15	3	63	2	5	0
6	10	22	0	27	6	0	0	0	0	0	0	4
7	23	0	0	2	7	10	2	0	9	0	0	0
8	0	37	0	0	5	0	16	0	0	11	4	2
9	0	7	0	2	4	1	0	0	27	26	34	5
10	0	0	0	0	19	0	17	1	17	89	12	15
11	0	18	4	3	9	0	18	2	8	45	0	0
12	0	35	25	13	0	0	3	3	0	36	24	0
13	16	2	21	5	0	0	27	38	0	71	26	2
14	2	0	0	7	6	6	10	31	6	3	18	4
15	0	0	0	3	4	3	0	7	26	12	9	0
16	10	18	0	0	28	0	0	19	1	72	0	0
17	7	2	5	2	10	10	6	6	60	0	0	0
18	5	3	17	4	20	0	0	0	12	0	29	0
19	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2
20	0	0	0	3	0	0	0	0	70	2	0	0
21	15	0	7	0	2	0	0	1	3	11	15	0
22	10	0	0	0	0	1	6	0	15	1	9	0
23	42	0	10	10	0	0	21	0	0	11	0	0
24	3	0	5	22	3	0	0	2	28	0	70	0
25	13	0	1	0	5	4	0	3	0	8	7	0
26	33	0	21	18	8	0	0	0	4	31	10	0

**Lanjutan Tabel L-4.7 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2016**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
27	1	0	19	3	0	0	5	0	0	24	2	5
28	42	3	0	5	0	19	7	21	49	16	13	0
29	15	2	19	0	3	0	189	13	0	3	12	0
30	0		0	2	1	2	2	0	0	0	0	7
31	0		56		0		0	2		22		8

**Tabel L-4.8 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2017**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	27	0	40	0	4	0	0	0	0	0	7
2	2	2	0	0	5	15	0	1	0	0	0	0
3	2	0	0	20	4	0	0	2	0	0	0	0
4	5	0	26	27	14	0	0	2	0	0	7	0
5	1	0	0	38	0	0	0	0	0	0	12	0
6	38	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
7	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	37	0
8	25	0	0	0	8	0	7	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	16	3	15	0	0	0	15	0
10	22	7	0	0	0	1	3	0	0	0	6	2
11	32	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	0	45	0	9	0	0	1	0	0	0	27	2
13	0	25	0	0	0	7	3	0	0	0	54	3
14	0	59	7	0	0	0	8	0	0	0	17	7
15	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	3
16	4	0	0	0	0	17	0	0	0	0	13	0
17	2	0	0	2	4	20	0	0	0	0	3	2
18	2	0	8	0	0	7	0	0	0	0	45	13
19	0	2	0	3	0	11	0	2	0	0	25	3
20	0	20	0	2	0	0	0	2	0	0	28	59
21	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	8	26
22	8	2	16	0	0	1	0	0	0	0	14	11
23	25	1	3	3	0	5	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0
25	0	2	0	1	0	2	0	0	34	0	16	0
26	29	0	5	95	0	3	0	0	91	0	35	0
27	0	0	0	8	4	12	4	0	18	0	5	0
28	0	33	0	66	10	1	6	0	8	0	14	0
29	2		0	5	80	1	10	0	2	0	0	0
30	3		0	2	3	0	17	0	24	0	15	0
31	1		0		2		7	0		0		0

Tabel L-4.9 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	12	0	2	0	38	0	0	0	0	0	32	0
2	0	1	56	0	6	0	0	0	0	0	42	0
3	4	0	37	0	0	0	0	0	0	0	3	2
4	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	5	0
5	3	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	2	0	45	58	0	0	2	0	0	0	0	0
7	0	3	37	6	0	0	0	0	0	0	0	2
8	2	9	0	0	39	0	0	0	0	0	0	29
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	4	3	19	0	1	0	0	0	0	0	0	15
11	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17
12	0	7	36	0	8	0	0	0	0	0	0	1
13	0	0	50	60	6	0	0	0	0	0	0	0
14	0	9	0	0	0	10	0	0	0	0	2	6
15	9	13	1	0	0	5	0	0	0	6	2	0
16	1	0	54	3	0	0	0	0	0	3	0	0
17	0	9	22	18	0	0	0	0	0	0	0	15
18	10	1	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	8	10	1	0	0	0	0	0	0	10
20	2	15	0	16	0	0	1	0	0	0	0	5
21	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	1
22	0	10	0	3	3	0	1	0	0	0	1	0
23	0	8	4	2	0	0	0	0	0	0	19	0
24	26	0	0	85	2	0	0	0	0	0	1	0
25	8	56	0	18	0	0	0	0	0	0	0	26
26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	22
27	0	2	25	0	5	0	0	0	0	0	0	0
28	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	42	5	0	0	0	1	0	0	35
30	1		0	2	0	0	0	0	0	0	0	12
31	10		0		0		0	0		0		0

Tabel L-4.10 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	11	13	2	0	0	30	12	0	0	40	25	53
2	31	15	3,5	1	0	0	3,5	0	0	34	2	38
3	6	8	2	4	0	9	3	0	5,5	20	3,5	63
4	2	0	7	3	0	24	0	0	52	162	0	15
5	6	24	46	2	0	0	0	0	3	19	4	32
6	0	24	2	0	66	2	0	0	0	12	81	2
7	28	0	36	1	10	1	15	0	0	5,5	0	3
8	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
9	6	22	0	6,5	0	3	3	0	0	0	4	1,5
10	44	13	1	30	0	1	2	0	0	5,5	14,5	1
11	13	0	20	7,5	36	0	1	0	0	14	10,5	0
12	2	3	15	0	1	0	0	0	0	97	34,5	57
13	0	5	19,5	0	0	0	0	2,5	0	5	0	22

Lanjutan Tabel L-4.10 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	0	27	0	0	5	19	5,5	35	0	1	0	45
15	0	17	0	1	39	1	17	3,5	0	0	20,5	23
16	0	34	1,5	6,5	1	2	0	8	0	0	9,5	3
17	0	2	0	0	11	0	0	1,5	0	0	21	0
18	0	3	12	4	61	22	0	1	0	8	3,5	2
19	0	18	5	4	39	76	0	1	0	3	27	1,5
20	0	0	0	0	0	35	1	0	0	0	1	0
21	0	17	19	8	0	23	0	0	9	68	9,5	0
22	0	3	6	5,5	0	0	1	0	35	0	16	0
23	1	10	4	4	0	14	0	0	11	2	0	0
24	22	2	0	1,5	0	15	0	0	0	3	0	0
25	10	32	0	7	0	0	0	1	0	46	3	0
26	0	51	0	9	2	1	2	0	0	17	0	0
27	1	0	0	6	8	0	0	0	3,5	145	0	4
28	20	8	2	7	0	1	0	0	11	0,5	0	0
29	7	5	10	16	6	0	0	5	1	1	2	0
30	6		26,5	0	0	0	0	1	6,5	4	1	1
31	3		3		12		0	0		4,5		0



### Lampiran 5 Data Curah Hujan Stasiun Bojongsambir

**Tabel L-5.1 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2010**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	30	40	40	40	0	40	0	80	0	0	40	80
2	20	60	20	11	0	83	0	60	0	20	75	60
3	30	85	25	0	0	20	0	42	0	40	18	42
4	15	0	0	0	0	0	0	37	19	49	0	37
5	0	75	0	90	0	0	68	0	11	15	0	0
6	0	80	0	70	0	0	0	30	30	11	0	30
7	0	60	0	60	0	63	0	89	81	0	0	89
8	20	120	0	0	80	72	30	0	0	29	0	0
9	40	0	19	0	35	8	10	0	0	21	0	0
10	0	0	80	0	27	0	15	0	16	0	0	0
11	28	60	0	0	0	50	0	104	30	30	0	104
12	17	54	30	0	0	30	40	80	21	25	0	80
13	0	80	32	84	0	22	12	0	15	15	0	0
14	0	20	12	90	0	0	22	21	0	46	0	21
15	0	0	0	0	14	0	8	30	0	70	0	30
16	0	0	40	18	28	0	0	90	0	69	0	90
17	0	0	0	23	0	40	0	20	8	21	0	20
18	0	30	0	54	0	8	0	0	16	0	0	0
19	70	60	0	0	30	12	0	10	35	0	0	10
20	75	40	54	30	11	11	10	0	0	0	0	0
21	80	0	20	84	0	30	30	0	40	13	18	0
22	65	20	11	105	0	0	20	0	108	30	0	0
23	18	110	23	90	0	0	12	0	90	59	50	0
24	0	70	0	80	50	18	18	0	102	60	40	0
25	0	60	0	0	80	12	0	0	120	62	31	0
26	0	0	0	0	30	0	0	30	80	73	29	30
27	21	0	30	31	11	0	0	45	113	80	0	45
28	20	20	82	39	0	0	0	22	45	35	0	22
29	0		0	40	0	40	0	0	20	48	0	0
30	0		0	0	22	120	0	0	31	0	0	0
31	0		12		23		15	20		0		20

**Tabel L-5.2 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2011**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	28	30	20	0	0	0	0	0	0	19
2	0	20	13	39	21	0	0	0	0	0	65	21
3	0	45	104	8	15	0	0	0	0	0	30	30
4	0	15	31	15	17	0	0	0	0	0	51	11
5	0	11	0	21	24	0	0	0	0	0	20	0
6	0	0	10	0	30	0	0	0	0	0	18	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
8	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
9	18	29	11	90	11	0	0	0	0	0	14	22
10	21	0	0	100	39	0	0	0	0	0	13	0
11	30	30	0	0	23	0	0	0	0	0	18	0

Lanjutan Tabel L-5.2 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
12	48	25	0	0	49	0	0	0	0	0	16	0
13	20	15	0	0	60	0	0	0	0	0	40	0
14	0	45	0	0	51	0	0	0	0	0	10	0
15	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	12	0
16	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	11
17	27	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	30
18	20	0	18	27	14	0	0	0	0	0	28	50
19	31	0	19	42	80	0	0	0	0	18	20	0
20	0	10	13	31	91	0	39	0	0	11	30	0
21	30	10	18	0	34	0	42	0	0	0	30	0
22	20	22	10	0	30	0	71	0	0	0	24	0
23	0	0	21	0	0	0	89	0	0	0	21	0
24	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	19	25
25	21	0	0	95	0	0	0	0	0	20	0	17
26	15	0	8	140	0	0	0	0	0	35	0	35
27	8	0	0	68	0	0	0	0	0	11	24	11
28	0	0	0	80	15	10	0	0	0	41	29	0
29	0		0	45	11	16	0	0	0	0	19	0
30	0		20	50	19	0	0	0	0	0	43	0
31	21		13		0		0	0		0		0

Tabel L-5.3 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	10	54	45	0	22	0	0	0	0	0	0	20
2	18	21	54	10	30	0	0	0	0	0	0	32
3	12	79	78	15	22	0	0	0	0	0	0	53
4	35	21	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	24	39	18	0	18	0	0	0	0	14	0
6	0	0	60	32	15	0	0	0	0	0	50	13
7	25	59	22	39	11	0	0	0	0	0	10	21
8	19	0	50	45	31	0	0	0	0	0	22	0
9	0	0	25	20	0	0	0	0	0	15	85	15
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	22	69	0	52	50	0	0	0	0	0	0	0
13	12	31	0	14	45	0	0	0	0	0	0	48
14	45	18	0	28	29	0	0	0	0	0	0	72
15	21	0	0	49	30	0	0	0	0	0	0	39
16	33	0	0	50	0	0	0	0	0	18	0	27
17	40	0	0	72	0	0	0	0	0	5	0	33
18	74	0	18	60	0	21	0	0	0	0	25	54
19	22	0	21	21	0	32	0	0	0	20	32	62
20	0	49	29	39	0	27	0	0	0	24	40	0
21	48	25	0	0	21	0	0	0	0	0	61	0
22	32	29	0	0	11	0	0	0	0	0	34	0
23	0	48	0	22	19	0	0	0	0	0	23	11
24	0	52	0	59	20	0	0	0	0	0	72	0

Lanjutan L-5.3 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
25	0	79	0	31	19	0	0	0	0	0	89	0
26	0	62	0	18	0	0	0	0	0	0	57	181
27	0	81	0	0	0	0	0	0	0	21	40	50
28	33	39	0	0	0	0	0	0	0	0	61	47
29	39	30	24	0	0	0	0	0	0	0	29	32
30	27		31	0	0	0	0	0	0	7	50	29
31	18		45		0		0	0		0		30

Tabel L-5.4 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2013

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	17	18	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0
2	21	22	0	0	0	21	0	0	0	22	0	0
3	29	39	0	0	0	0	74	0	0	0	0	0
4	54	42	15	0	70	0	0	0	0	0	0	0
5	72	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	62	5	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
8	50	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0
9	59	0	0	75	0	0	56	0	0	0	0	0
10	22	0	0	22	0	15	42	0	0	0	0	0
11	39	50	0	88	79	0	29	0	0	0	0	0
12	61	62	0	70	100	0	11	0	0	0	0	0
13	72	79	0	22	44	0	21	0	0	0	0	0
14	32	22	0	59	22	0	18	0	0	0	0	0
15	49	15	0	0	0	18	0	0	12	0	0	0
16	50	0	0	81	0	5	0	15	0	0	0	0
17	61	0	52	79	69	0	0	8	0	0	0	0
18	0	0	18	100	20	0	0	0	0	10	0	0
19	39	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
20	43	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	39	11	30	0	77	0	14	0	0	0	0	0
22	102	21	28	0	86	0	21	0	0	0	0	0
23	97	29	16	0	20	22	0	0	0	0	0	0
24	53	15	0	15	0	18	51	0	8	0	0	0
25	0	8	0	20	0	13	82	0	0	22	0	0
26	72	32	0	39	0	0	39	0	0	29	0	0
27	40	40	0	0	90	0	15	0	0	11	0	0
28	30	0	0	0	46	0	21	0	0	0	0	0
29	0		0	0	39	0	0	12	0	15	0	0
30	24		62	0	21	11	0	0	0	11	0	0
31	18		78		19		0	0		8		0





Lanjutan Tabel L-5.6 Data Hujan Stasiun Bojoggambir Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	0	21	0	15	80	0	0	0	0	0	8	0
15	0	0	0	40	22	0	0	0	0	0	0	69
16	34	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	82
17	0	32	76	0	0	0	0	0	0	0	18	30
18	64	24	39	0	0	0	0	0	0	0	21	18
19	92	31	31	0	0	0	0	0	0	0	39	15
20	140	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	59	0	0	32	0	0	0	0	0	0	12	24
22	12	0	0	21	0	0	0	0	0	0	19	19
23	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	39	0
24	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	72	0
25	0	0	62	24	7	0	0	0	0	0	0	0
26	11	0	59	0	5	0	0	0	0	0	0	0
27	0	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	22	15	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	61		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	82		0	0	0	0	0	0	0	0	46	0
31	90		0		0		0	0		0		0

Tabel L-5.7 Data Hujan Stasiun Bojoggambir Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	8	7	0	0	8	0	0	0	7	40	29
2	0	5	16	0	0	5	0	0	0	29	75	30
3	0	4	21	0	0	4	0	0	0	18	18	12
4	0	7	9	0	0	12	0	0	0	31	0	8
5	0	20	0	0	0	19	0	0	0	15	0	0
6	41	9	0	0	0	22	4	0	0	16	0	0
7	38	17	0	0	0	0	11	0	0	20	0	0
8	60	16	0	0	0	0	3	0	0	39	0	0
9	22	22	0	0	0	0	5	0	0	6	0	0
10	0	9	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0
11	0	4	40	0	0	0	0	0	0	11	0	0
12	0	12	22	0	0	0	0	0	0	6	0	0
13	29	9	14	0	0	6	0	0	0	29	0	0
14	90	7	5	5	0	15	8	0	0	8	0	0
15	20	30	11	8	0	20	12	0	0	12	0	0
16	11	0	8	0	0	9	0	0	0	0	0	0
17	22	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	21	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	30	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	20	12	0	0	0	0	0	24	0	18	0
22	0	29	40	10	0	0	0	0	60	0	0	0
23	0	22	61	0	8	5	0	0	8	0	50	0
24	0	30	22	0	4	0	0	0	12	0	40	0
25	0	21	9	0	5	0	0	0	20	0	31	0
26	0	17	16	0	0	0	0	0	29	0	29	0

Lanjutan Tabel L-5.7 Data Hujan Stasiun Bojongsambir Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
27	0	9	7	0	0	20	22	0	40	3	0	0
28	0	5	0	0	0	11	39	0	0	5	0	0
29	0		0	0	0	16	16	0	0	0	0	0
30	0		0	18	0	31	19	0	0	11	0	0
31	0		0		0		5	0		8		0

Tabel L-5.8 Data Hujan Stasiun Karangnunggal Bojongsambir 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	22	19	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	29	33	11	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	42	23	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	79	6	0	0	0	0	0	0	0	0
5	37	0	69	5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	29	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	12	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	19	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	45	2	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	38	8	49	10	0	0	0	0	0	0	0	0
23	72	10	40	32	0	0	0	0	0	0	0	0
24	55	5	97	12	0	0	0	0	0	0	0	0
25	29	41	67	14	0	0	0	0	0	0	0	0
26	32	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

## Lampiran 6 Data Curah Hujan Stasiun Padawaras

Tabel L-6.1 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2010

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	6	0	0	0	0	39	36	27	5	0	0
2	1	3	0	0	38	0	1	1	46	19	0	13
3	0	0	0	28	0	22	0	11	40	9	0	1
4	0	4	2	5	40	57	0	4	19	13	11	13
5	0	0	113	0	4	32	0	109	2	16	17	0
6	0	13	17	0	0	8	0	45	127	23	1	3
7	2	0	2	0	1	1	28	8	9	14	0	19
8	0	2	8	2	1	0	3	24	5	0	0	22
9	16	35	0	0	81	7	7	0	29	2	0	0
10	27	30	20	2	6	0	4	0	92	0	0	2
11	0	11	0	2	5	0	0	3	0	0	14	10
12	1	5	0	0	1	0	35	0	6	0	0	19
13	7	5	0	2	5	2	26	0	0	0	27	0
14	0	0	2	0	1	0	39	195	44	2	1	0
15	0	67	9,5	58	13	5	0	17	0	5	0	11
16	0	0	24	27	20	4	39	25	0	0	2	17
17	0	4	23,5	14	28	18	9	9	38	11	0	1
18	0	0	27	0	0	9	45	0	0	0	9	3
19	4	3	1	0	40	78	4	0	23	12	0	0
20	9	5	9	0	1	28	43	37	26	28	0	0
21	1	0	4,5	66	0	13	0	0	79	0	39	13
22	0	0	46	16	0	0	4	3	22	34	0	3
23	0	0	0	62	2	2	7	53	45	33	0	56
24	0	0	0	0	44	10	1	0	16	23	34	4
25	0	0	0	0	17	25	0	0	14	49	30	0
26	2	9	20,5	0	12	29	45	49	8	15	1	0
27	14	4	0	0	11	14	56	0	10	1	1	0
28	0	1	3,5	0	0	85	81	3	6	5	8	4
29	0		14	0	96	0	0	0	0	2	19	3
30	10		0	0	13	0	5	5	0	30	0	0
31	49		3,5		3		5	0		12		0

Tabel L-6.2 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	3	0	14	0	0	0	0	0	2	20
2	0	0	0	0	3	8	0	4	0	3	15	1
3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	37
4	3	7	0	3	0	19	0	0	0	2	38	0
5	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	79	3
6	0	4	0	2	44	0	0	0	0	0	1	1
7	5	0	0	0	45	0	0	0	2	0	7	0
8	1	9	18	0	49	0	0	0	0	0	0	0
9	3	0	8	0	11	0	0	0	0	1	80	0
10	21	0	0	0	0	0	0	0	8	4	3	0
11	0	1	20	19	0	0	0	0	8	0	17	9

Lanjutan Tabel L-6.2 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2011

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
12	0	0	7	33	0	0	2	0	0	0	1	4
13	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	35	13
14	0	0	1	0	19	0	0	0	0	0	5	0
15	0	22	1	15	13	0	0	0	1	0	24	0
16	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	20	0
17	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
18	2	0	0	4	23	0	1	0	0	27	0	0
19	0	0	18	0	17	0	1	0	0	35	30	0
20	0	0	0	3	37	0	0	0	0	107	0	8
21	0	0	0	0	20	0	8	0	0	8	19	14
22	0	0	0	0	6	0	26	0	0	0	17	1
23	30	0	0	5	60	0	36	0	0	0	24	0
24	14	0	0	40	3	0	0	0	0	7	2	2
25	13	2	0	6	0	0	0	0	0	0	1	58
26	0	3	0	36	0	0	0	0	0	6	0	22
27	0	0	0	2	0	3	11	0	0	7	20	0
28	1	3	3	5	0	17	5	0	0	78	0	0
29	30		0	4	0	1	2	0	0	10	1	0
30	0		0	5	0	0	0	0	0	13	6	0
31	0		0		0		1	0		20		0

Tabel L-6.3 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2012

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	0	45	50	1	0	0	0	0	0	30
2	5	0	69	0	0	0	0	0	0	0	36	10
3	1	15	0	53	1	0	2	0	0	0	0	29
4	54	0	0	33	0	0	11	0	3	0	8	0
5	0	1	4	30	0	0	0	0	0	0	27	0
6	0	0	105	9	19	0	0	0	3	0	62	0
7	5	0	0	122	0	72	0	0	7	1	34	115
8	2	0	52	58	54	0	0	0	0	0	2	0
9	11	13	4	0	0	0	0	0	0	4	28	39
10	2	0	5	10	0	0	0	0	0	1	0	9
11	6	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	38
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	39	0
13	4	0	0	38	0	10	0	0	0	0	0	10
14	5	0	0	76	26	0	0	0	0	0	0	8
15	0	0	0	37	18	0	0	0	0	0	0	16
16	0	0	0	11	0	0	0	0	1	72	0	0
17	6	7	0	0	33	8	0	0	0	4	7	0
18	20	16	6	0	0	13	0	0	0	27	0	0
19	4	12	1	1	39	0	5	0	0	42	8	6
20	1	8	1	6	4	0	6	0	0	109	53	0
21	0	11	5	0	11	1	1	0	2	5	46	0
22	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	52	24
23	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	22
24	2	6	0	0	6	0	0	0	0	0	21	0

**Lanjutan L-6.3 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2012**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	2
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
28	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0
29	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	18	0
30	0	0	0	9	0	0	2	3	0	0	0	5
31	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8

**Tabel L-6.4 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2013**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	2	7	0	2	49	12	2	1	0	0	0	0
2	0	0	0	1	2	0	24	0	0	0	0	0
3	3	63	0	0	0	3	33	14	0	0	0	0
4	22	46	9	6	0	0	18	2	0	0	0	0
5	7	7	37	5	0	0	44	0	0	0	0	0
6	0	8	0	0	1	3	5	0	0	0	0	0
7	3	0	0	2	0	16	0	0	0	0	0	0
8	3	15	0	16	11	0	3	0	0	2	0	0
9	2	7	0	8	0	20	99	0	0	0	0	0
10	0	0	0	53	0	0	100	0	0	0	0	0
11	0	8	0	12	0	0	27	1	0	0	0	0
12	0	0	0	10	0	1	66	0	0	0	0	0
13	0	3	1	0	13	32	2	0	0	1	0	0
14	4	6	0	0	0	24	77	0	0	2	0	0
15	5	19	1	1	8	0	0	0	0	0	0	0
16	28	3	6	0	1	0	4	5	0	0	0	0
17	5	0	2	0	0	0	128	5	0	0	0	0
18	38	41	0	3	0	24	10	0	0	1	0	0
19	10	34	0	39	1	0	0	0	0	0	0	0
20	5	1	29	10	41	0	5	0	0	4	0	0
21	0	13	51	0	0	5	5	1	0	45	0	0
22	3	2	0	2	1	63	45	0	0	0	0	0
23	2	0	0	30	51	0	2	0	0	0	0	0
24	20	0	3	0	0	1	21	0	0	5	0	0
25	14	0	0	24	0	0	66	0	0	0	0	0
26	0	0	38	2	0	0	22	0	0	5	0	0
27	3	9	13	2	0	9	1	2	0	16	0	0
28	0	0	0	19	0	3	3	0	0	2	0	0
29	0	0	0	0	91	62	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	37	13	0	16	0	45	0	0
31	0	0	3	0	1	0	0	1	0	9	0	0

**Tabel L-6.5 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2014**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	25	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	14	2	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
3	0	5	0	28	18	0	6	0	0	0	0	4
4	1	2	19	0	0	0	30	19	0	0	0	15
5	0	4	12	0	1	57	7	76	0	0	0	4
6	1	1	0	0	0	10	35	0	0	11	0	5
7	0	0	0	0	0	0	16	40	0	10	1	0
8	1	0	0	1	2	0	9	2	0	0	57	33
9	47	9	1	11	27	0	2	9	0	0	0	1
10	0	135	1	3	0	0	2	0	0	0	2	0
11	0	5	0	0	0	0	0	59	2	0	52	0
12	51	2	5	89	1	0	138	10	3	0	35	12
13	22	0	0	8	0	1	45	2	0	0	0	6
14	16	0	2	8	104	0	18	14	0	0	20	2
15	0	0	5	51	0	4	13	3	0	0	18	3
16	6	0	30	29	13	1	5	0	0	0	28	61
17	0	16	0	0	0	3	0	0	0	2	65	2
18	17	0	0	2	1	0	0	0	0	47	49	18
19	98	30	2	0	2	59	0	0	0	16	37	5
20	0	0	9	0	0	26	0	0	4	7	1	3
21	0	0	0	0	0	33	32	0	0	16	8	28
22	0	14	7	0	2	3	14	0	4	37	0	0
23	1	82	0	0	2	0	4	2	1	1	3	93
24	9	60	1	0	0	16	10	0	7	1	21	0
25	8	23	0	0	0	0	130	0	0	0	0	17
26	8	0	11	0	3	31	122	0	0	2	17	0
27	0	18	6	7	1	4	2	0	0	0	15	11
28	2	0	9	6	0	20	3	0	0	0	7	68
29	56		0	0	0	0	8	0	0	0	0	5
30	20		0	0	0	0	0	0	4	2	34	9
31	3		61		0		0	0		10		7

**Tabel L-6.6 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2015**

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	3	22	4	0	0	0	8	0	0	0	2
2	0	3	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5
4	2	0	2	0	0	11	0	0	0	0	0	21
5	1	6	0	4	5	4	0	0	0	0	18	10
6	0	0	1	0	3	46	0	0	0	0	75	15
7	0	7	5	4	0	37	0	0	0	0	23	10
8	0	5	0	32	0	4	0	0	0	0	15	0
9	0	3	29	0	0	50	0	0	0	0	38	10
10	0	47	2	26	5	2	0	0	0	0	48	9
11	0	12	4	0	5	2	0	1	0	0	4	2
12	0	0	6	0	18	0	0	5	0	0	0	10
13	2	9	29	0	0	0	0	0	3	0	0	3

Lanjutan Tabel L-6.6 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
14	10	6	0	16	0	0	0	0	0	0	70	0
15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	4	9
17	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
18	12	20	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
19	4	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2
21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	39
22	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	5
24	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20	0
25	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	17	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
28	2	0	30	0	1	0	0	0	0	0	0	16
29	0		42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
31	66		0		0		17	5		0		0

Tabel L-6.7 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5	90	44	4	48	0	3	1	8	47	2	1
2	0	0	17	31	0	0	0	0	0	0	3	7
3	5	49	11	20	6	0	0	0	0	42	0	1
4	2	0	30	2	15	0	0	0	0	20	14	9
5	0	2	1	0	0	0	16	3	78	1	0	0
6	20	33	0	38	12	0	0	0	1	0	12	11
7	56	59	9	0	5	20	0	1	15	0	0	1
8	10	12	8	13	2	4	1	0	0	15	0	2
9	0	0	3	31	15	0	0	0	24	33	23	9
10	0	1	4	0	13	0	16	23	28	98	11	19
11	0	46	4	5	36	0	0	1	17	58	4	0
12	1	4	6	0	16	0	42	6	0	21	0	11
13	29	2	5	42	0	0	2	46	3	76	0	6
14	0	3	10	0	14	8	28	49	2	2	0	0
15	1	0	0	2	1	7	0	3	52	5	5	3
16	3	0	0	32	29	0	12	5	1	57	8	0
17	0	12	59	6	1	3	7	6	78	0	2	0
18	0	8	21	37	7	0	0	1	10	0	0	2
19	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
20	2	0	1	0	0	0	0	0	103	6	0	0
21	2	0	3	2	1	0	0	1	3	1	0	0
22	9	1	0	0	1	0	3	1	12	2	9	0
23	30	0	42	0	26	0	55	1	0	24	52	0
24	1	0	17	0	4	0	0	0	56	1	34	0
25	24	3	1	0	0	10	0	3	0	4	20	0
26	40	1	54	1	0	2	0	0	6	53	1	0

Lanjutan Tabel L-6.7 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
27	0	0	0	67	7	0	4	1	0	17	0	13
28	0	3	0	0	0	15	6	3	47	23	24	0
29	46	1	0	15	0	0	217	5	0	1	2	0
30	0		1	8	7	2	0	0	1	3	0	12
31	5		37		0		0	0		3		13

Tabel L-6.8 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	34	0	7	0	8	1	3	0	0	0	2
2	2	5	0	0	4	25	0	1	0	0	0	0
3	5	0	0	61	13	0	0	2	0	0	0	0
4	14	0	13	11	12	0	0	0	0	0	23	0
5	11	0	0	55	2	0	2	1	0	0	5	0
6	45	1	0	0	7	11	0	0	0	0	37	0
7	0	0	0	27	1	0	4	0	0	0	0	0
8	10	0	1	0	7	1	16	0	0	0	18	0
9	0	1	0	0	13	0	4	0	3	0	8	0
10	5	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0	10
11	6	1	0	6	2	0	0	0	0	0	62	3
12	0	43	0	0	0	8	3	0	0	0	32	1
13	0	23	0	0	0	0	17	0	0	0	13	12
14	0	78	8	0	0	1	3	0	0	0	17	4
15	0	0	0	0	0	15	1	0	0	0	5	0
16	4	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	3
17	5	0	4	0	0	40	0	0	0	0	58	15
18	1	0	15	2	2	0	0	0	0	0	15	2
19	0	0	5	1	0	13	0	7	0	0	43	37
20	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	21	24
21	0	70	0	0	0	3	0	0	0	0	24	13
22	14	1	9	0	0	5	0	0	0	0	11	0
23	34	1	9	5	0	16	0	0	2	0	2	0
24	0	3	0	0	0	4	0	0	41	0	1	0
25	0	7	7	6	0	8	0	0	78	0	39	0
26	31	0	8	65	0	6	4	0	24	0	18	4
27	0	0	1	8	4	0	4	0	9	0	17	0
28	0	56	0	78	1	0	26	3	2	0	1	0
29	9		0	3	104	1	18	0	22	0	12	0
30	3		0	1	1	0	8	0	22	0	17	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Tabel L-6.9 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3	7	0	9	5	0	0	0	4	21	0	3	0





Lanjutan Tabel L-6.10 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2019

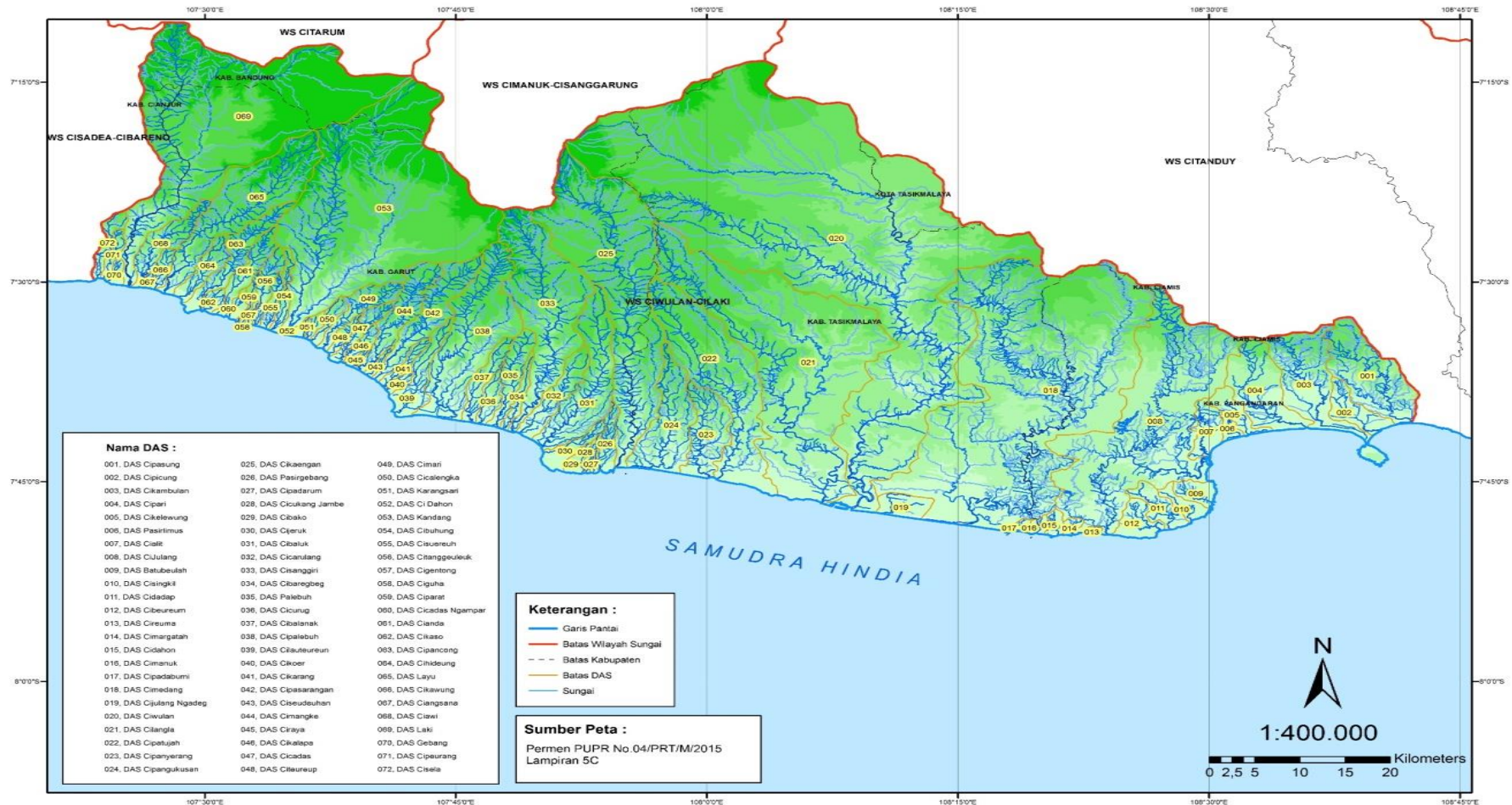
Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
18	12	0	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	1	5	13	0	0	0	0	0	0	0	1,5
20	0	19	0	16,5	0	0	1,5	0	0	0	0	1
21	21	0	0	0	7,5	0	2,5	0	0	0	0	0
22	0	1	0	0	7	0	1	0	0	0	0,5	26
23	0	15	10	2	0	0	0	0	0	0	2	0
24	23	4	0	93	4	0	0	0	0	0	1,5	0
25	0	35	0	31	0	0	0	0	0	0	0	14
26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
27	0	1	28	0	6,5	0	0	0	0	0	0	28,5
28	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	6	0	0	0	1	0	0	43
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5
31	25		0		0		0	0		0		1,5

Tabel L-6.11 Data Hujan Stasiun Padawaras Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	1,5	19	4	0	0	21	21	0	0	102	24	75
2	41	3	0,5	0	0	0	10	1,5	0	42	5	53
3	2,5	3	3,5	6	0	28	5	0	10,5	34	8	5
4	2	0	15	3	0	13	0	0	71	3	0	14
5	11	15	57	4,5	0	0	0	0	9,5	35	4,5	45
6	2,5	31	14	0	57	2	0	0	0	32	83	19
7	37	0	33	0,5	26	13	22	0	0	19,5	0	4,5
8	0	0	0	5	0	3,5	0	0	2	0	0	0
9	7	18,5	0	0	0	5	2	0	0	0	6,5	2,5
10	51	20	2,5	43	0	0	4	0	2,5	19	18,5	2,5
11	15	0,5	23,5	6,5	27	0	1	0	0	21,5	12	0
12	0	7,5	19,5	2,5	0	0	0	0	0	175	58	61
13	0	4,5	35	0	0	0	0,5	1,5	0	18	0	20
14	0	35,5	5	0	2	27	3,5	57,5	0	1,5	0	53
15	0	30	0	3,5	64	1	21	5,5	0	2,5	44	38
16	0	43	0	19	1	14	0	10	0	0	19,5	4
17	0	6,5	0	0	12	0	0	2,5	0	0	28	0
18	0	4	14	5	84	27	0	4,5	0	3	9	2
19	0	15	12	12	60	113	0	1	0	1	41	0
20	0	0	0	0	0	89	1	0,5	0	68	0	0
21	0	13,5	13,5	15	0	51	0	0	18,5	103	10	0
22	5	3	11	2	0	0	3	0,5	49	0	24	0
23	7	8	0	4,5	0	21	0	0	37	14	0	0
24	3	0	0	6	0	29	0	0	0	2	0	0
25	11	31	0	26	0	0	0	0	0	134	10	0
26	2	51	0	0	4	0	4	0	0	33	0,5	0
27	0	0	0	9,5	12	0	0	0	6,5	199	0	3,5
28	23	2,5	1	21,5	0	0	0	0	27	0	0	0
29	11	8	5	24	19	0	0	7	2	0	8,5	0
30	8,5		14,5	0	0	0	0	2,5	12,5	8	1	1,5
31	6,5		7		17		0	1,5		8,5		0

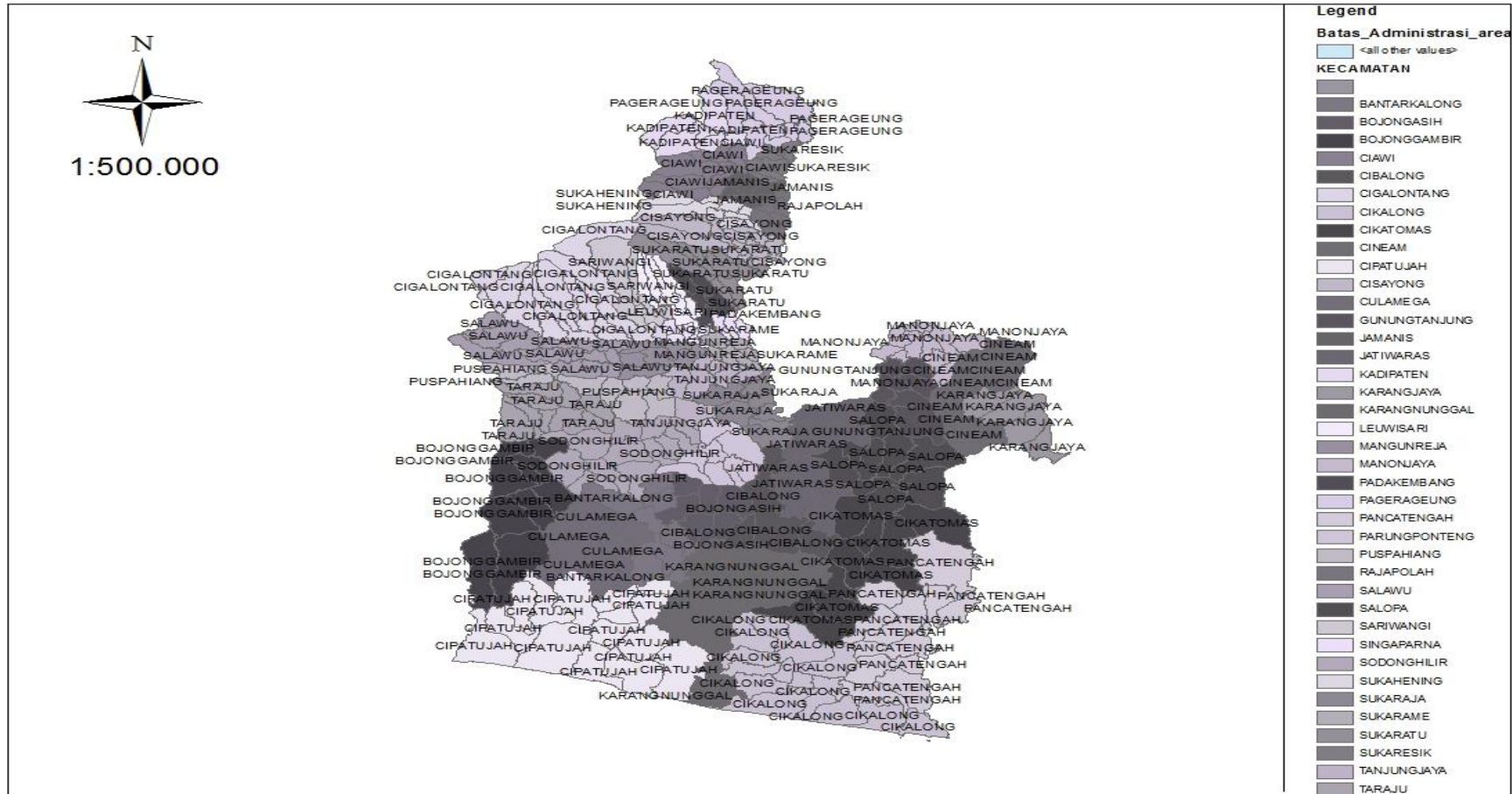
Lampiran 7 Peta Daerah Aliran Sungai Wilayah Sungai Ciwulan-Cilaki

PETA DAERAH ALIRAN SUNGAI DI WILAYAH SUNGAI CIWULAN-CILAKI



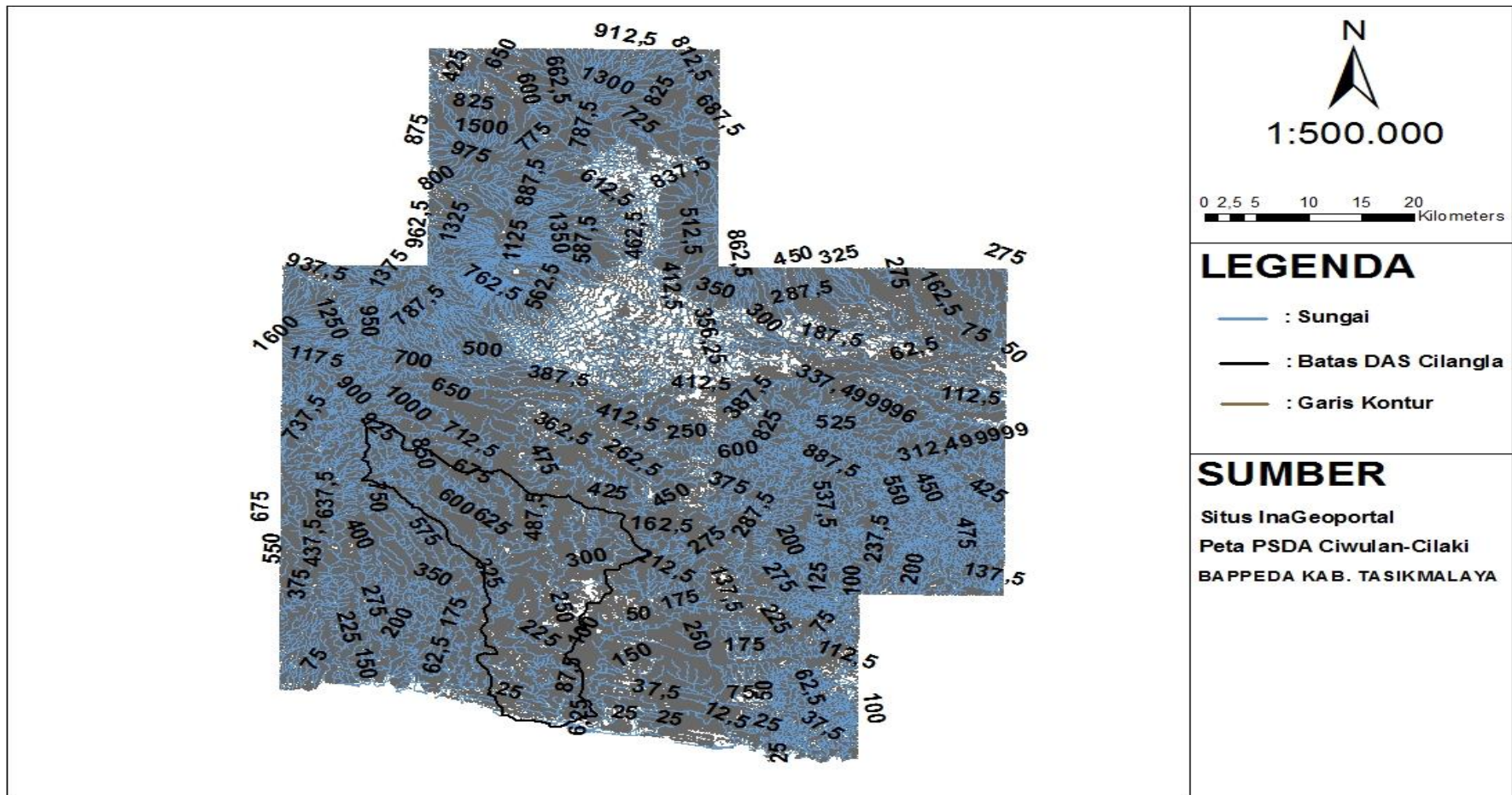
Gambar L-7.1 Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Pengembangan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Ciwulan-Cilaki

### Lampiran 8 Peta Administrasi dan Kontur Wilayah Kabupaten Tasikmalaya



Gambar L-8.1 Peta Administrasi Daerah Administrasi Kabupaten Tasikmalaya





Gambar L-8.2 Peta Kontur Daerah Administrasi Kabupaten Tasikmalaya

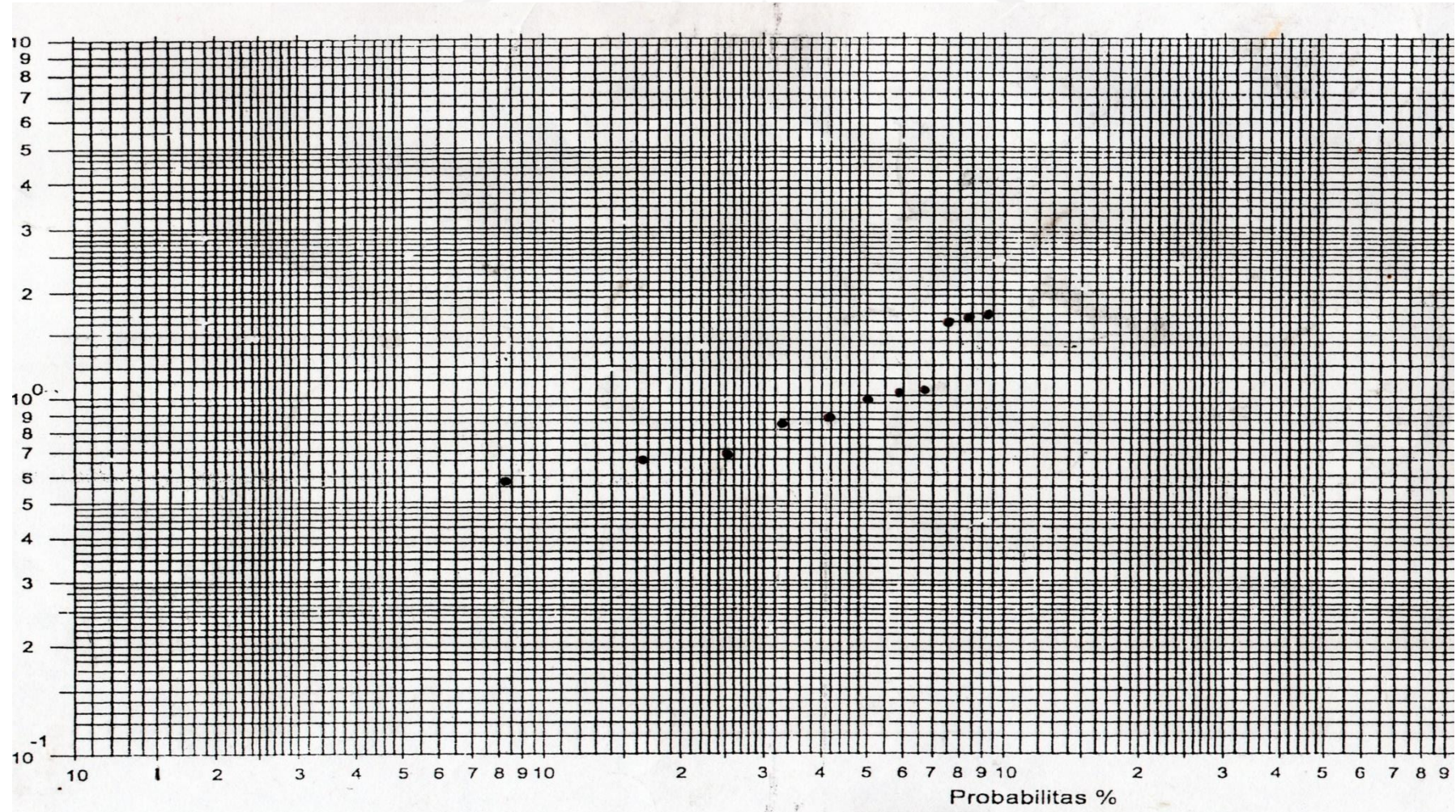
**Lampiran 9 Peta Landsat 8 DAS Cilangla****Gambar L-9.1 Peta Landsat 8 Tahun 2014**



**Gambar L-9.2 Peta Landsat 8 Tahun 2019**

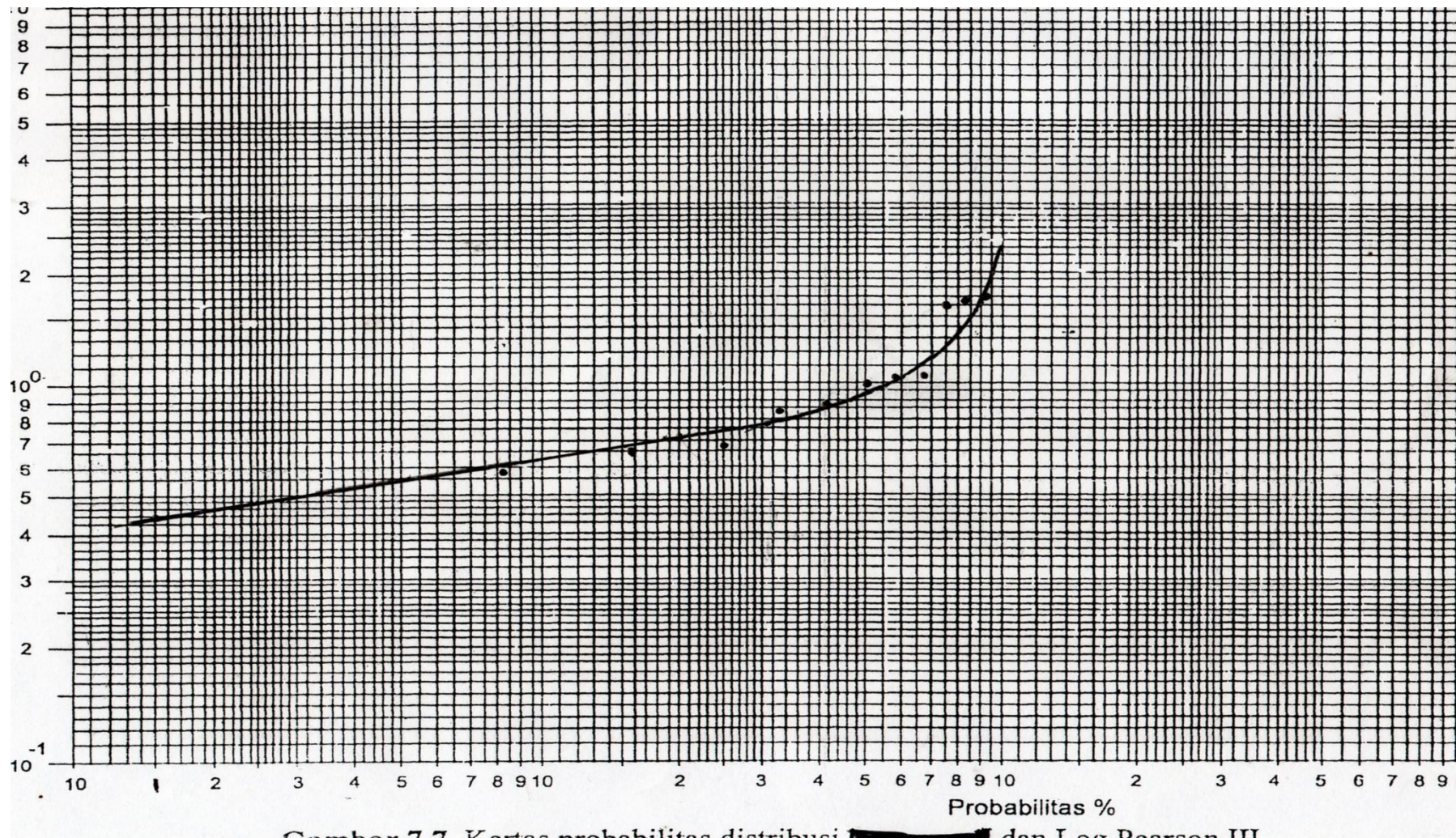


Lampiran 10 Grafik Probabilitas Uji Smirnov Kolmogorov



Gambar L-10.1 Langkah Pembuatan Titik Sebaran Peluang Empiris Pada Pengujian Smirnov Kolmogorov

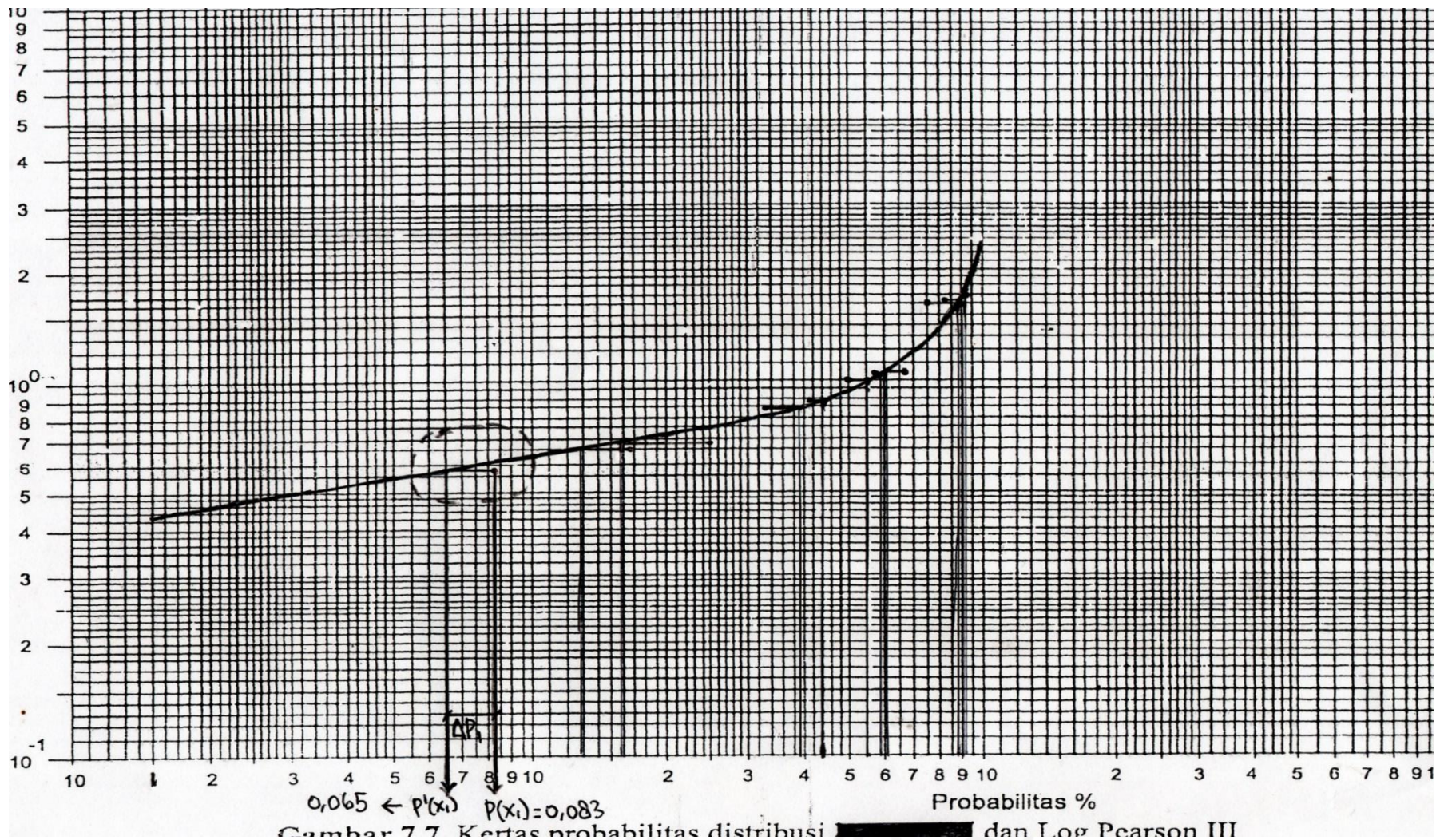




Gambar 7.7 Kertas probabilitas distribusi ~~Log Pearson III~~ dan Log Pearson III

Gambar L-10.2 Langkah Pembuatan Garis Teoritis Pada Pengujian Smirnov Kolmogorov





**Gambar L-10.3 Langkah Pembacaan Untuk Mencari Peluang Teoritis**

Lampiran 11 Tabel Frekuensi  $K_T$  untuk Distribusi Log Pearson III

G or Cs	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	3,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Sumber: Soemarto (1987)

Gambar L-11.1 Gambar Tabel Frekuensi  $K_T$  untuk Distribusi Log Pearson III dengan Nilai  $C_s$  Positif

G OR CS	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,995	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,059	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,725	0,795	0,823	0,826	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667

Sumber: Soemarto (1987)

Gambar L-11.2 Gambar Tabel Frekuensi  $K_T$  untuk Distribusi Log Pearson III dengan Nilai  $C_s$  Negatif



### Lampiran 12 Langkah-langkah Analisis Tutupan Lahan

1. Mengunduh data citra satelit Landsat 8 dari situs *United States Geological Survey* (USGS) dengan tahun pengamatan 2014 dan 2019.
2. Menyatukan data citra satelit yang sudah diunduh tetapi masih dalam bentuk data raster dengan cara meng-klik perintah *merge* pada *toolbars* di ArcGIS, kemudian memilih data raster dari *band 1* sampai *band 7*.
3. Mengubah sistem koordinat data raster yang sudah disatukan dan disamakan terhadap sistem koordinat DAS Cilangla yang sudah dibuat yaitu WGS 1984 UTM Zone 48S. Cara tersebut dilakukan dengan meng-klik *toolbars data management tools* pada *windows* ArcToolbox dan mengklik perintah *Add XY coordinates*.
4. Memotong data raster yang sudah disatukan sesuai luasan DAS Cilangla dengan cara meng-klik perintah *Clip* pada *toolbars* di ArcGIS.
5. Membuat *training sample* pada *toolbars image classification* sejumlah 50 titik untuk satu jenis lahan dengan klasifikasi lahan menggunakan kombinasi *band* seperti pada Tabel 3.2.
6. Meng-*create* hasil training sample ke dalam bentuk format file *gsg*.
7. Mengidentifikasi hasil *training sample* sesuai dengan jenis lahan. Cara yaitu meng-klik *maximum likelihood classification* pada *toolbars image classification* dengan memasukkan file *band* yang sudah disatukan dan memasukkan file *gsg* yang sudah dibuat.
8. Mengubah hasil identifikasi *training sample* yang masih dalam bentuk raster ke dalam bentuk poligon.
9. Menyatukan hasil poligon sesuai dengan jenis lahannya atau sesuai dengan jenis *gridcode* masing-masing dengan cara meng-klik dan *toolbars dissolve* pada *windows geoprocessing* di ArcGis.
10. Menambahkan field luasan pada attribute table, kemudian mencari luasan pada jenis lahan masing-masing dengan cara meng-klik perintah *calculate geometry* pada kolom luasan.
11. Menguji akurasi hasil training sample. Cara uji tersebut yaitu membandingkan hasil training sample dengan pengamatan secara langsung melalui citra

pengamatan *google earth* untuk memastikan jenis lahan yang dibuat oleh training sample sudah sesuai dengan di lapangan.

