

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN DI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI OPAK  
*HOURLY RAINFALL DISTRIBUTION PATTERN ANALYSIS  
IN OPAK WATERSHED***

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



**FAJAR FATTA ANNAJI**

**14511281**

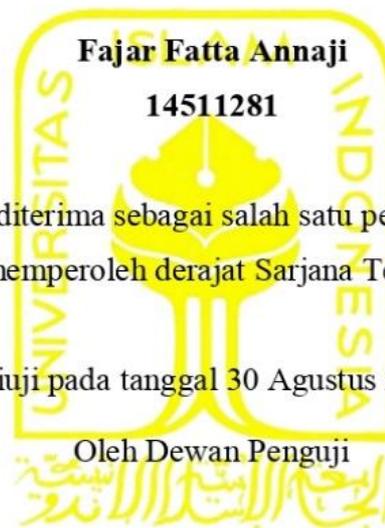
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2021**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN DI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI OPAK  
(HOURLY RAINFALL DISTRIBUTION PATTERN ANALYSIS IN  
OPAK WATERSHED)**

Disusun oleh



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 30 Agustus 2021

Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**

**Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.**

**NIK: 885110106**

**Penguji I**

**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**

**NIK: 885110101**

**Penguji II**

**Dina Anggraheni, S.T., M.Eng.**

**NIK: 165110105**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**

**NIK: 885110101**

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman / sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku

Yogyakarta, April 2021

Yang membuat pernyataan,



Fajar Fatta Annaji

(14 511 281)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Daerah Aliran Sungai Opak*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tentunya selama masa penulisan dan penyusunan laporan penulis menemui beberapa hambatan, tetapi berkat dorongan motivasi dari berbagai pihak penulis akhirnya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Untuk itu saya selaku penyusun ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Lalu Makrup, Dr. Ir. M.T., dan Ibu Dinia Anggraheni, S.T.,M.Eng., selaku dosen pembimbing tugas akhir,
2. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T., selaku dosen penguji 1.
3. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T., selaku Ketua Program Studi Strata Satu Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dan
4. Bapak dan Ibu saya tercinta beserta adik saya yang telah memberikan dukungan dan doa tiada henti hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Dengan ini saya berharap laporan Tugas Akhir saya ini dapat bermanfaat sebagai bahan pembelajaran di kemudian hari.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Yogyakarta, April 2021

Fajar Fatta Annaji  
14 511 281

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman dengan Metode Empiris dan Metode Observasi	4
2.2 Analisis Pola Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir	5
2.3 Analisis Hujan Dominan	6
2.4 Perbandingan Penelitian Yang Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan	6
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Karakteristik Hujan	9

3.2	Pola Distribusi Hujan Jam - Jaman	10
3.2.1	Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Metode Observasi	10
3.2.2	Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Metode Empiris	11
3.3	Analisis Frekuensi Curah Hujan	12
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		17
4.1	Lokasi Penelitian	17
4.2	Data yang Dibutuhkan	18
4.3	Alat yang digunakan	18
4.4	Tahapan Penelitian	18
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		21
5.1	Pengelompokkan Data Hujan	21
5.2	Distribusi Kejadian Hujan	33
5.3	Pola Distribusi Hujan Metode Observasi	35
5.4	Hujan Rancangan	49
5.4	Waktu Kosentrasi (tc)	45
5.5	Pola Distribusi Hujan Metode Empiris	52
5.5.1	Pola Distribusi Hujan Metode Mononobe	52
5.5.2	Pola Distribusi Hujan Alternating Block Method (ABM)	58
5.6	Uji Penyimpangan Metode Empiris terhadap Metode Observasi	63
5.6.1	Penyimpangan Metode Mononobe terhadap Metode Observasi	63
5.6.2	Penyimpangan Alternating Block Method terhadap Metode Observasi	67
5.6.3	Perbandingan Kesesuaian Metode ABM dan Metode Mononobe Terhadap Metode Observasi	71
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN PEMBAHASAN</b>		82
6.1	Kesimpulan	82
6.2	Saran	82
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		84
<b>LAMPIRAN</b>		85

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Yang Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan	7
Tabel 3.1	Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	9
Tabel 4.1	Stasiun Hujan di DAS Opak	18
Tabel 5.1	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun KempuT	21
Tabel 5.2	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Prumpung	22
Tabel 5.3	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Angin-Angin	22
Tabel 5.4	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Beran	23
Tabel 5.5	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Tanjung Tirto	24
Tabel 5.6	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Santan	25
Tabel 5.7	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Pundong	25
Tabel 5.8	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Silu	26
Tabel 5.9	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Karang Ploso	27
Tabel 5.10	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Terong	27
Tabel 5.11	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Wanagama	28
Tabel 5.12	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Kedung Keris	28
Tabel 5.13	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Gedangan	29
Tabel 5.14	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Beji Ngawen	30
Tabel 5.15	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Bedugan	30
Tabel 5.16	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Plataran	31
Tabel 5.17	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Gemawang	31
Tabel 5.18	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Nyemengan	32
Tabel 5.19	Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Bronggang	33
Tabel 5.20	Kejadian Hujan Dengan Kedalaman >50 mm	33
Tabel 5.21	Kejadian Hujan Dengan Kedalaman <50 mm	34
Tabel 5.22	Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi	36
Tabel 5.23	Data Hujan Harian Maksimum	50
Tabel 5.24	Hasil Parameter Statistik	50

Tabel 5.25	Uji Kesesuaian Metode Chi-kuadrat	51
Tabel 5.26	Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov	51
Tabel 5.27	Hasil Analisis Hujan Rancangan	52
Tabel 5.28	Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Metode Mononobe	53
Tabel 5.29	Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Metode ABM	59
Tabel 5.30	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	64
Tabel 5.31	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 3 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	64
Tabel 5.32	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 4 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	64
Tabel 5.33	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 5 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	65
Tabel 5.34	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 6 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	65
Tabel 5.35	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 7 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	66
Tabel 5.36	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 8 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi	67
Tabel 5.37	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	67
Tabel 5.38	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 3 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	68
Tabel 5.39	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 4 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	68
Tabel 5.40	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 5 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	69
Tabel 5.41	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 6 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	69
Tabel 5.42	Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 7 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi	70

Tabel 5.43 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 8 Jam Antara Metode  
ABM dengan Metode Observasi

70



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hyetograph Metode ABM	12
Gambar 4.1	Peta Daerah Aliran Sungai Opak	17
Gambar 5.1	Kejadian Hujan Dengan Kedalaman > 50 mm	34
Gambar 5.2	Kejadian Hujan Dengan Kedalaman < 50 mm	35
Gambar 5.3	Grafik Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi	39
Gambar 5.4	Grafik Distribusi Hujan 3 Jam Metode Observasi	40
Gambar 5.5	Grafik Distribusi Hujan 4 Jam Metode Observasi	41
Gambar 5.6	Grafik Distribusi Hujan 5 Jam Metode Observasi	42
Gambar 5.7	Grafik Distribusi Hujan 6 Jam Metode Observasi	43
Gambar 5.8	Grafik Distribusi Hujan 7 Jam Metode Observasi	44
Gambar 5.9	Grafik Distribusi Hujan 7 Jam Metode Observasi	45
Gambar 5.10	Pola Distribusi Kejadian Hujan 2 Jam Metode Observasi	46
Gambar 5.11	Pola Distribusi Kejadian Hujan 3 Jam Metode Observasi	46
Gambar 5.12	Pola Distribusi Kejadian Hujan 4 Jam Metode Observasi	47
Gambar 5.13	Pola Distribusi Kejadian Hujan 5 Jam Metode Observasi	47
Gambar 5.14	Pola Distribusi Kejadian Hujan 6 Jam Metode Observasi	48
Gambar 5.15	Pola Distribusi Kejadian Hujan 7 Jam Metode Observasi	48
Gambar 5.16	Pola Distribusi Kejadian Hujan 8 Jam Metode Observasi	49
Gambar 5.17	Pola Distribusi Hujan 2 Jam Metode Mononobe	54
Gambar 5.18	Pola Distribusi Hujan 3 Jam Metode Mononobe	54
Gambar 5.19	Pola Distribusi Hujan 4 Jam Metode Mononobe	55
Gambar 5.20	Pola Distribusi Hujan 5 Jam Metode Mononobe	56
Gambar 5.21	Pola Distribusi Hujan 6 Jam Metode Mononobe	56
Gambar 5.22	Pola Distribusi Hujan 7 Jam Metode Mononobe	57
Gambar 5.23	Pola Distribusi Hujan 8 Jam Metode Mononobe	58
Gambar 5.24	Pola Distribusi Hujan 2 Jam Metode ABM	60
Gambar 5.25	Pola Distribusi Hujan 3 Jam Metode ABM	60
Gambar 5.26	Pola Distribusi Hujan 4 Jam Metode ABM	61
Gambar 5.27	Pola Distribusi Hujan 5 Jam Metode ABM	61

Gambar 5.28	Pola Distribusi Hujan 6 Jam Metode ABM	62
Gambar 5.29	Pola Distribusi Hujan 7 Jam Metode ABM	62
Gambar 5.30	Pola Distribusi Hujan 8 Jam Metode ABM	63
Gambar 5.31	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 2 Jam	71
Gambar 5.32	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam	72
Gambar 5.33	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 3 Jam	73
Gambar 5.34	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 3 Jam	74
Gambar 5.35	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 4 Jam	74
Gambar 5.36	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 4 Jam	75
Gambar 5.37	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 5 Jam	76
Gambar 5.38	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 5 Jam	77
Gambar 5.39	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 6 Jam	77
Gambar 5.40	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 6 Jam	78
Gambar 5.41	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 7 Jam	79
Gambar 5.42	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 7 Jam	80
Gambar 5.43	Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 8 Jam	80
Gambar 5.44	Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 8 Jam	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode Observasi	86
Lampiran 2	Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode Mononobe	98
Lampiran 3	Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode ABM	99



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

DAS	= Daerah Aliran Sungai
ABM	= <i>Alternating Block Method</i>
AUHO	= Alat Ukur Hujan Otomatis
WRPLOT	= <i>Wind Rose Plot</i>
$R_t$	= Intensitas Hujan Rerata dalam T Jam (mm/jam)
$R_{24}$	= Curah Hujan Maksimum dalam 1 Hari (mm)
$t$	= Lamanya Curah Hujan
ARR	= <i>Automatic Rainfall Recorder</i>
$\sigma$	= Standar Deviasi
$C_k$	= Koefisien Kurtosis
$C_v$	= Koefisien Variasi
$C_s$	= Koefisien Kemelencengan
$n$	= Jumlah Data
$R_1$	= Hujan Maksimum Ke-i (mm)
$T$	= Kala Ulang
$p$	= Probabilitas
$K_T$	= Faktor Frekuensi
$\chi^2$	= Harga Chi-kuadrat Terhitung
$K$	= Banyaknya Kelas
$O_f$	= Frekuensi Terbaca pada Setiap Kelas
$E_f$	= Frekuensi yang Diharapkan Untuk Setiap Kelas
$X_T$	= Hujan Rencana
$\mu$	= Rerata
BBWS	= Balai Besar Wilayah Sungai

## ABSTRAK

Analisis data hujan merupakan masukan utama dalam perhitungan hidraulika konstruksi air seperti analisis pola distribusi hujan yang tercatat oleh Alat Ukur Hujan Otomatis (AUHO). Pola distribusi hujan jam-jaman sangat dibutuhkan dalam menganalisis debit banjir rancangan menggunakan hidrograf banjir, data hujan yang dibutuhkan dalam menganalisis pola distribusi hujan merupakan data hujan jam-jaman yang tercatat oleh AUHO. Tidak semua daerah di Indonesia memiliki fasilitas AUHO yang memadai sehingga ketersediaan data hujan jam-jaman sangatlah minim, sehingga untuk menganalisis pola distribusi hujan dapat dilakukan dengan menggunakan metode empiris seperti metode Mononobe dan *Alternating Block Method*.

Dalam penelitian ini pola distribusi hujan dianalisis menggunakan metode observasi dan metode empiris (Mononobe dan *Alternating Block Method*) dengan harapan melalui penelitian ini dapat diketahui seperti apa pola distribusi hujan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Opak melalui metode observasi dan mengetahui apakah pola distribusi metode observasi ini dapat didekati oleh pola distribusi hujan yang didapat dari hasil analisis metode empiris (Mononobe dan *Alternating Block Method*).

Dari hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan dengan durasi lama hujan 2 jam metode ABM memiliki hasil kesesuaian yang baik terhadap metode observasi karena nilai penyimpangan yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan dengan penyimpangan yang terjadi antara metode Mononobe terhadap metode observasi. Sedangkan untuk durasi lama hujan 3 dan 4 jam metode Mononobe memiliki hasil kesesuaian yang baik terhadap metode observasi karena nilai penyimpangan yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan dengan penyimpangan yang terjadi antara metode ABM terhadap metode observasi. Dan untuk pola distribusi hujan dengan durasi lama hujan 5, 6, 7, dan 8 jam pola distribusi hujan tidak bisa didekati oleh metode empiris karena besar penyimpangan yang terjadi terlalu besar.

**Kata kunci** : Pola Distribusi Hujan, Metode Observasi, Metode Empiris

## ABSTRACT

*Rain data analysis is the main input in hydraulic calculations of water construction such as analysis of rain distribution patterns recorded by the Automatic Rainfall Recorder (ARR). Hourly rainfall distribution patterns are needed in analyzing the design flood discharge using a flood hydrograph, the rain data needed to analyze the rain distribution pattern is hourly rain data recorded by ARR. Not all regions in Indonesia have adequate ARR facilities so that the availability of hourly rainfall data is very minimal, so that to analyze the hourly rainfall distribution pattern it can be done using empirical methods such as the Mononobe method and the Alternating Block Method.*

*In this study, the rain distribution patterns were analyzed using observational methods and empirical methods (Mononobe and Alternating Block Method) with the hope that through this research it can be seen what kind of rain distribution patterns that occur in the Opak River Basin through the observation method and determine whether the distribution patterns of this observation method can be approximated by the rainfall distribution pattern obtained from the analysis of the empirical method (Mononobe and the Alternating Block Method).*

*From the results of the analysis carried out, it is known that for the rain distribution pattern with a duration of 2 hours of rain, the ABM method has good compatibility results with the observation method because the deviation value that occurs is much smaller than the deviation that occurs between the Mononobe method and the observation method. Meanwhile, for the rain duration of 3 and 4 hours, the Mononobe method has good conformity to the observation method because the deviation value that occurs is much smaller than the deviation that occurs between the ABM method and the observation method. And for the rain distribution pattern with a rain duration of 5, 6, 7, and 8 hours, the rain distribution pattern cannot be approached by an empirical method because the magnitude of the deviation that occurs is too large.*

**Keywords :** *Rainfall Distribution Pattern, Observation Method, Empirical Method*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam, yang meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan bawah permukaan tanah (Soemarto. C.D, 1995). Bentuk pergerakan air secara kontinyu dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi biasa disebut sebagai siklus hidrologi (Triatmodjo. B, 2008).

Dalam siklus hidrologi terdapat beberapa kejadian yang menjadi unsur utama salah satunya yaitu presipitasi yang umumnya berbentuk hujan. Di Indonesia hampir tidak ditemui bentuk lain presipitasi selain hujan, sehingga presipitasi seringkali diartikan sebagai curah hujan (Limantara. L.M, 2010). Pentingnya curah hujan dalam ilmu hidrologi membuat banyak sekali penelitian yang dianalisis terkait oleh data curah hujan, seperti halnya dalam analisis hujan-aliran untuk memperkirakan debit banjir rencana diperlukan masukan hujan rencana ke dalam suatu sistem DAS. Hujan rencana tersebut dapat berupa kedalaman hujan di suatu titik atau hietograf hujan rencana yang merupakan distribusi hujan jam-jaman sebagai fungsi waktu selama hujan deras (Triatmodjo. B, 2008).

Distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh antara lain dengan pencermatan terhadap data hujan hasil rekaman Alat Ukur Hujan Otomatis (AUHO) / *Automatic Rainfall Recorder* (ARR). Meskipun demikian hendaknya disadari, bahwa jumlah AUHO dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) biasanya sangat terbatas, satu atau dua saja, atau bahkan tidak ada sama sekali (Harto Br. S, 2009). Distribusi hujan umumnya digunakan sebagai masukan untuk mendapatkan hidrograf aliran. Dalam analisis hidrograf banjir rencana dengan masukan hujan rencana dengan periode ulang tertentu yang diperoleh dari analisis frekuensi, biasanya parameter hujan seperti durasi dan pola distribusi tidak diketahui.

Parameter tersebut sangat diperlukan, sebagai solusi ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung pola distribusi hujan rencana yaitu dengan menggunakan metode empiris seperti Tadashi Tanimoto, Mononobe, dan *Alternating Block Method* (ABM) (Triatmodjo. B, 2008).

Pentingnya pola distribusi hujan sebagai parameter dalam menentukan hidrograf banjir rencana dan minimnya jumlah AUHO sehingga menyebabkan minimnya data hujan jam-jaman di Indonesia menjadi alasan peneliti ingin mengkaji pola distribusi hujan yang terjadi di DAS Progo menggunakan metode observasi dan metode empiris (Mononobe dan ABM).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan meninjau latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah seperti apa pola distribusi hujan DAS Opak berdasar metode observasi serta bagaimana kesesuaiannya dengan metode empiris.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pola distribusi hujan jam-jaman yang terjadi di DAS Opak melalui metode observasi dan empiris
2. Membandingkan pola distribusi hujan observasi terhadap pola distribusi hujan empiris untuk mendapatkan pola distribusi hujan empiris yang paling tepat

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Lokasi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak.
2. Data curah hujan menggunakan data hujan jam-jaman dari stasiun hujan yang ada di DAS Opak yang tersedia data hujan jam-jamannya yaitu Stasiun Kempot, Prumpung, Angin-angin, Beran, Tanjung Tirto, Santan, Pundong, Siluk, Karang Ploso, Terong, Wanagama, Tepus, Kedung

Keris, Gedangan, Beji, Ngawen, Bedugan, Plataran, Gemawang, Nyemengan, Bronggang.

3. Data curah hujan didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak Provinsi Yogyakarta.
4. Data hujan yang digunakan yaitu data hujan pada tahun 2009-2015.
5. Metode penelitian yang digunakan adalah Metode Observasi, Metode Empiris (ABM dan Mononobe)

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari analisis studi ini, ialah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi dan ilmu pengetahuan/edukasi tambahan bagi mahasiswa mengenai pola distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode observasi dan empiris
2. Hasil uji kesesuaian antara metode observasi dan empiris, dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan pola distribusi hujan rencana dan dapat digunakan sebagai masukan dalam analisis debit banjir rencana melalui analisis frekuensi ataupun hidrograf satuan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman dengan Metode Empiris dan Metode Observasi**

(Gustoro. D, 2019) melakukan penelitian di DAS Progo dengan tujuan studi untuk mengetahui pola distribusi hujan yang terjadi di DAS Progo dalam kurun waktu tahun 2013-2015. Analisis pola distribusi hujan jam-jaman dalam studi ini dilakukan dengan menggunakan analisis metode observasi dan juga metode empiris (*Modified Mononobe* dan *Alternating block Method*). Dalam penelitian ini dilakukan uji kesesuaian antara pola distribusi hujan metode observasi dengan pola distribusi hujan metode empiris, berdasarkan hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada studi kasus DAS Progo dengan data hujan pada tahun 2013-2015 untuk kelompok hujan dengan durasi 2 jam, 3 jam, dan 4 jam pola distribusi *Modified Mononobe* memiliki kedekatan yang lebih baik terhadap pola distribusi metode observasi sedangkan untuk kelompok hujan dengan durasi 5 jam, 6 jam, 7 jam, dan 8 jam pola distribusi hujan sebaiknya tidak dianalisis dengan menggunakan metode empiris hal ini dikarenakan penyimpangan yang terjadi antara metode observasi dan metode empiris terlalu besar.

(Sumarauw. J.S.F, 2016) melakukan penelitian mengenai pola distribusi hujan jam-jaman dengan studi kasus daerah Minahasa Selatan dan Tenggara yang bertujuan untuk mendapatkan pola distribusi hujan daerah Sulawesi Utara. Dalam penelitian ini peneliti menganalisis pola distribusi hujan dengan menggunakan metode observasi yaitu dengan melakukan pengamatan dari data kejadian hujan besar dari pos hujan otomatis. Dalam penelitian ini peneliti merata-ratakan pola dsitribusi hujan hasil pengamatan, sehingga kemudian didapatkan pola distribusi rata-rata yang selanjutnya dianggap mewakili kondisi hujan dan dapat dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rencana menjadi besaran hujan jam-jaman.

## **2.2 Analisis Pola Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir**

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Christian dkk, 2017) mengenai analisis pola distribusi hujan terhadap perhitungan debit banjir dengan studi kasus DAS Cikapundung Hulu menyatakan bahwa perhitungan debit banjir memerlukan data masukan berupa curah hujan rencana yang terdistribusi jam-jaman. Dalam penelitian ini peneliti melakukan analisis curah hujan rencana, analisis pola dsistribusi hujan, dan analisis debit banjir. Analisis debit banjir dalam penelitian ini menggunakan curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun. Data curah hujan jam-jaman dalam penelitian ini diperoleh dari stasiun Bandung dan kemudian dianalisis menjadi pola distribusi hujan berdasarkan data asli. Pemodelan debit banjir dalam penelitian ini menggunakan piranti lunak HEC-HMS yang menggunakan metode curah hujan wilayah polygon Thiessen dan metode pehitungan debit banjir SCS. Model yang sudah terkalibrasi diuji dengan menggunakan distribusi Bandung dan dibandingkan dengan pola distribusi yang lainnya (Tadashi Tanimoto, Wanny, PSA 005, Huff, dan SCS).

Hasil dari studi ini menunjukkan pada DAS Cikapundung Hulu pada tahun 1994, pola distribusi hujan memiliki bentuk genta dengan durasi 7 jam dan dengan menggunakan pola distribusi tersebut dari hasil pemodelan didapatkan hasil hidrograf yang menyerupai hidrograf aslinya. Pola distribusi hujan Bandung cenderung memiliki durasi pendek dalam tahun-tahun terakhir, dari skenario pola distribusi A dan B diketahui bahwa pola distribusi B lebih cocok untuk diaplikasikan pada DAS Cikapundung Hulu. Sebagai alternatif, pola distribusi hujan SCS tipe III dengan durasi 8 jam dapat digunakan untuk merepresentasikan pola distribusi hujan di DAS Cikapundung Hulu. Hasil hidrograf menggunakan pola distribusi tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil hidrograf menggunakan pola distribusi hujan Bandung tipe B, meskipun masih terdapat perbedaan puncak hidrograf kurang lebih  $14 \text{ m}^3/\text{s}$  dan waktu menuju puncak 90 menit.

## **2.3 Analisis Hujan Dominan**

(Sofia. D.A., 2016) melakukan penelitian dengan objek studi kasus Wilayah Gunung Merapi, dalam penelitian ini peneliti melakukan analisis terhadap karakteristik hujan di Wilayah Gunung Merapi sebagai informasi

hidrologi untuk bahan atau acuan dalam menganalisis kemungkinan terjadinya aliran lahar dingin. Pada kejadian banjir lahar dingin dimana hujan sebagai pemicunya, terjadi proses transformasi hujan menjadi aliran. Oleh karena itu, diperlukan analisis karakteristik curah hujan, seperti penentuan durasi hujan dominan dan pola distribusi curah hujan jam-jaman sebelum proses transformasi tersebut dilakukan. Durasi hujan dominan diperoleh dari frekuensi kejadian hujan lebat terbanyak yang dianalisis dengan bantuan *software* WRPLOT View. Selanjutnya, pola distribusi hujan rerata jam-jaman berdasarkan curah hujan terukur yang ada di lokasi penelitian dapat ditentukan.

Dari analisis ini diperoleh kesimpulan bahwa hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi elevasi stasiun hujan berpengaruh terhadap durasi hujan dominannya. Pola distribusi hujan rerata berdasarkan durasi hujan dominan selama 2 jam - 7 jam menunjukkan intensitas hujan yang tinggi pada satu jam pertama dan menurun pada jam berikutnya.

#### **2.4 Perbandingan Penelitian Yang Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan**

Untuk membuktikan keaslian penelitian ini berikut terlampir perbedaan dari penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Yang Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan**

<b>No</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Penelitian Terdahulu</b>	<b>Penelitian akan Dilakukan</b>
1	Analisis Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Daerah Aliran Sungai Progo	- Penelitian ini dilakukan pada DAS Progo - Analisis pola distribusi hujan menggunakan	- Penelitian ini dilakukan pada DAS Opak - Analisis pola distribusi hujan

		<p>metode empiris <i>modified mononobe</i> dan ABM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak dilakukan perhitungan debit banjir rancangan</li> </ul>	<p>menggunakan metode empiris Mononobe dan metode ABM</p>
2	<p>Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini dilakukan di Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara.</li> <li>- Metode yang dipakai untuk mendapatkan pola distribusi hujan jam-jaman adalah metode observasi</li> <li>- Tidak dilakukan perhitungan debit banjir rancangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini dilakukan di DAS Opak.</li> <li>- Analisis pola distribusi hujan menggunakan metode observasi dan metode empiris Mononobe dan metode ABM</li> </ul>
3	<p>Analisis Pola Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir DAS Cikapundung Hulu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini menggunakan data curah hujan dari stasiun curah hujan Bandung</li> <li>- Model distribusi curah hujan yang digunakan adalah metode observasi</li> <li>- Analisis debit banjir menggunakan piranti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian menggunakan data dari 20 stasiun yang ada pada DAS Opak.</li> <li>- Model distribusi curah hujan yang digunakan adalah model observasi dan model empiris <i>Alternating Block Method</i> (ABM) dan</li> </ul>

		HEC-HMS	Mononobe.
4	Analisis Durasi Hujan Dominan dan Pola Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman di Wilayah Gunung Merapi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian ini dilakukan di Wilayah Gunung merapi</li> <li>- Analisis distribusi hujan menggunakan metode observasi</li> <li>- Analisis hujan dominan menggunakan piranti WRPLOT <i>view</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian menggunakan data dari 20 stasiun yang ada pada DAS Opak.</li> <li>- Analisis pola distribusi hujan menggunakan metode observasi dan metode empiris</li> <li>- Hujan dominan dianalisis manual</li> </ul>

Penelitian ini dilakukan dengan meninjau keempat penelitian seperti yang dijabarkan dalam tabel diatas, perbedaan dari penelitian yang akan dilakukan terhadap penelitian terdahulu terletak pada beberapa metode, data hujan, dan lokasi penelitian yang akan dilakukan. Sehingga dengan demikian keaslian dari penelitian ini dapat saya pertanggungjawabkan.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Karakteristik Hujan

Pada dasarnya hujan dapat saja terjadi di sembarang tempat, asalkan terdapat dua faktor, yaitu terdapat massa udara lembab, dan terdapat sarana meteorologis yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi. Hujan terjadi akibat adanya massa udara yang menjadi dingin, mencapai suhu dibawah titik embunnya dan terdapat inti higroskopik yang dapat memulai pembentukan molekul air (Harto Br. S, 2009)

Derajat curah hujan biasanya dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu dan disebut intensitas curah hujan. Umumnya satuan yang digunakan adalah mm/jam sehingga intensitas curah hujan berarti jumlah presipitasi/curah hujan dalam waktu singkat. Intensitas curah hujan ini dapat diperoleh/dibaca dari kemiringan kurva yang dicatat oleh alat ukur curah hujan otomatis (Sosrodarsono.S, 2003). Karakteristik keadaan dan intensitas curah hujan dijelaskan secara singkat dalam tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3. 1** Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan Sangat Ringan	<1	<5
Hujan Ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan Normal	5 – 20	20 – 50
Hujan Lebat	10 – 20	50 – 100
Hujan Sangat Lebat	>20	>100

Sumber: (Sosrodarsno. S, 2003)

### **3.2 Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman**

Dalam analisis lanjutan hidrologi, pada umumnya data yang diperlukan tidak hanya data hujan kumulatif harian saja akan tetapi juga diperlukan pola distribusi hujan jam-jaman atau bahkan yang lebih rendah lagi. Pola distribusi hujan jam-jaman memiliki peran yang penting dalam ilmu hidrologi, karena pada dasarnya setiap besaran aliran sungai merupakan tanggapan (*response*) terhadap setiap *impuls* hujan yang terjadi, dengan demikian maka setiap besaran hujan tertentu dengan berbagai macam pola distribusi hujan jam-jaman (*hourly distribution*) akan mengakibatkan sifat aliran sungai yang berbeda-beda pula (Harto Br. S, 2009). Analisis pola distribusi hujan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti metode observasi ataupun metode empiris yang memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

#### **3.2.1 Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Metode Observasi**

Distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh dengan melakukan pengamatan ataupun observasi terhadap data hujan hasil rekaman Alat Ukur Hujan Otomatis (AUHO). Untuk suatu kepentingan analisis tertentu yang memerlukan informasi mengenai distribusi hujan rata-rata untuk berbagai durasi hujan maka dapat dilakukan prosedur analisis sebagai berikut:

1. Melakukan rekapitulasi data rekaman AUHO, semakin panjang data akan membuat hasil analisis semakin baik,
2. Untuk distribusi hujan dengan lama hujan 2 jam, maka semua hujan yang terjadi selama dua jam berturut-turut dikumpulkan dan masing-masing dicatat besaran hujan pada jam pertama dan kedua dan dinyatakan dalam persen (%),
3. Persen kejadian pada jam pertama dan kedua selanjutnya dirata-ratakan untuk seluruh kejadian hujan yang tersedia. Dengan demikian diharapkan akan diperoleh distribusi hujan rata-rata untuk hujan dua jam. Untuk lama hujan yang lain dapat dicari dengan cara yang sama (Harto Br. S, 2009)

### 3.2.2 Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Metode Empiris

Pencatatan hujan biasanya dalam bentuk data hujan harian, jam-jaman atau menitan. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu pendek untuk mengetahui distribusi hujan selama kejadian hujan tersebut berlangsung. Distribusi hujan yang terjadi digunakan sebagai masukan untuk mendapatkan hidrograf aliran. Dalam analisis hidrograf banjir rencana dengan masukan hujan rencana dengan periode ulang tertentu yang diperoleh dari analisis frekuensi, biasanya parameter hujan seperti durasi dan pola distribusi hujan tidak diketahui. Padahal parameter tersebut sangat diperlukan dalam analisis, oleh sebab itu dapat digunakan metode empiris untuk menentukan distribusi hujan rencana (Triatmodjo. B, 2008). Metode empiris yang dapat digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Metode Mononobe

Untuk menurunkan kurva Intensita – Durasi – Frekuensi (IDF) atau hujan rencana dapat menggunakan analisis terhadap data hujan otomatis, namun apabila yang tersedia adalah data hujan harian maka Mononobe mengusulkakn persamaan berikut ini untuk menurunkan kurva IDF ataupun hujan rencana (Sosrodarsono. S, 2003)

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.1)$$

dengan:

$R_t$  = intensitas hujan rerata dalam  $T$  jam (mm/jam),

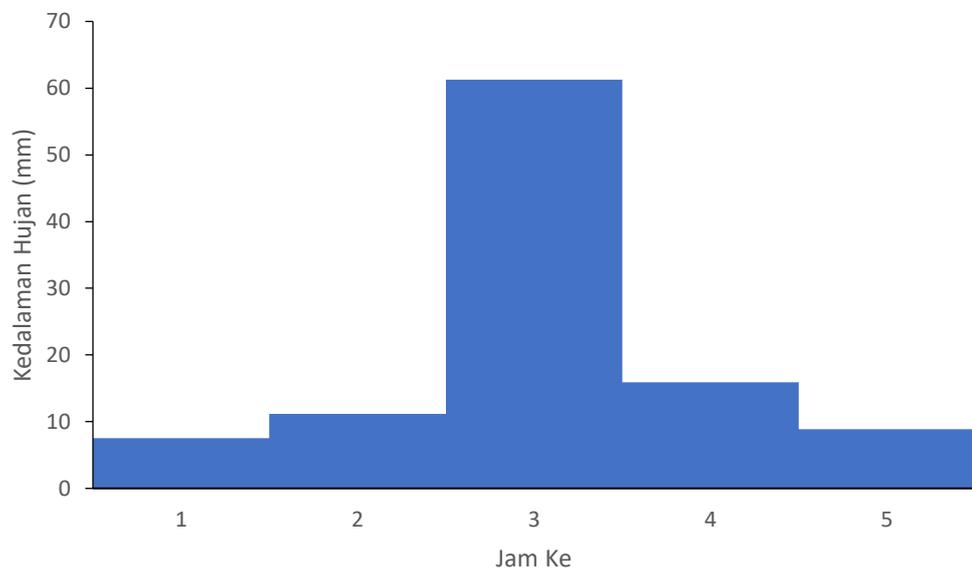
$R_{24}$  = curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm),

$t$  = lamanya curah hujan (jam).

2. Metode *Alternating Block Method* (ABM)

*Alternating Block Method* (ABM) merupakan cara sederhana untuk membuat hyetograph rencana yaitu hujan rancangan yang di distribusikan ke dalam hujan jam-jaman dari kurva IDF. Hyetograph rencana yang dihasilkan metode ini adalah hujan yang terjadi dalam  $n$  rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi  $\Delta t$  selama waktu  $T_d = n \Delta t$ . Untuk periode ulang tertentu, intensitas hujan diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu  $\Delta t$ ,  $2\Delta t$ ,  $3\Delta t$ ,  $n\Delta t$ . Ketebalan hujan diperoleh dari

perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktu tersebut. Perbedaan antara nilai ketebalan hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu  $\Delta t$ . Pertambahan hujan tersebut (blok-blok), diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan intensitas maksimum berada pada tengah-tengah durasi hujan  $T_d$  dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak-balik pada kanan dan kiri dari blok tengah (Chow. V.T, 1988) Contoh gambar hyetograph metode ABM dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



**Gambar 3.1 Hyetograph Metode ABM**

### 3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

(Triatmodjo. B, 2008) menyatakan bahwa analisis frekuensi merupakan suatu analisis yang perlu dilakukan untuk menentukan jenis sebaran curah hujan yang terjadi pada suatu daerah, selain itu Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Rumus-rumus statistik yang digunakan untuk menentukan jenis distribusi adalah sebagai berikut ini.

Rumus parameter statistik:

a. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(R_i - R_{rata-rata})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

b. Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{\sigma}{x_{rt}} \quad (3.3)$$

c. Koefisien Kemelencengan ( $C_s$ )

$$C_s = \left( \frac{n}{(n-1)(n-2)} \right) \left( \frac{\sum(R_i - R_{rata-rata})^3}{\sigma^3} \right) \quad (3.4)$$

d. Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \left( \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right) \left( \frac{\sum(R_i - R_{rata-rata})^4}{\sigma^4} \right) \quad (3.5)$$

dengan :

$n$  = jumlah data,

$R_i$  = hujan maksimum ke- $i$  (mm),

$\sigma$  = standar deviasi.

Beberapa bentuk jenis distribusi yang dipakai dalam analisis frekuensi untuk hidrologi diantaranya :

a. Distribusi Normal

Berikut persamaan yang dipakai dalam distribusi normal :

$$p = \frac{1}{T} \quad (3.6)$$

$$p = \left[ \ln \left( \frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (0 < p < 0.5) \quad (3.7)$$

$$K_T = z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3} \quad (3.8)$$

dengan :

$T$  = kala ulang,

$p$  = probabilitas,

$K_T$  = faktor frekuensi.

Sifat-sifat distribusi normal adalah nilai koefisien kemelencengan (skewness) sama dengan nol ( $Cs \approx 0$ ) dan nilai koefisien kurtosis mendekati tiga ( $Ck \approx 3$ ). Selain itu terdapat sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif berikut ini:

$$P(x - s) = 15,87\% \quad (3.9)$$

$$P(x) = 50\% \quad (3.10)$$

$$P(x + s) = 84,14\% \quad (3.11)$$

#### b. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal digunakan apabila nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Sifat-sifat distribusi lognormal adalah sebagai berikut:

$$\text{Koefisien kemelencengan : } Cs = Cv^3 + Cv \quad (3.12)$$

$$\text{Koefisien kurtosis : } Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 \quad (3.13)$$

#### c. Distribusi Gumbel

Persamaan yang dipakai dalam distribusi gumbel adalah:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \quad (3.14)$$

dengan:

$K_T$  = faktor frekuensi,

$T$  = kala ulang.

Distribusi gumbel mempunyai sifat:

$$\text{Koefisien kemelencengan : } Cs = 1,14 \quad (3.15)$$

$$\text{Koefisien kurtosis : } Ck = 5,4 \quad (3.16)$$

#### d. Distribusi Log Pearson III

Distribusi log pearson III digunakan apabila parameter statistik tidak sesuai dengan model distribusi yang lain. Persamaan yang dipakai adalah:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5 \quad (3.17)$$

dengan:

$K_T$  = faktor frekuensi,

$$k = \frac{Cs}{6}.$$

Untuk memilih distribusi yang sesuai dengan data yang ada, perlu dilakukan uji statistik. Pengujian biasanya dilakukan dengan uji Chi-kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorof.

a. Uji Chi Kuadrat

Pengujian chi-kuadrat dilakukan dengan menggunakan parameter  $\chi^2$ , dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \quad (3.18)$$

dengan:

$\chi^2$  : harga Chi-kuadrat terhitung,

$K$  : banyaknya kelas,

$Of$  : frekuensi terbaca pada setiap kelas,

$Ef$  : frekuensi yang diharapkan untuk setiap kelas.

Nilai  $\chi^2$  hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai  $\chi^2$  kritis. Nilai  $\chi^2$  kritis telah tersedia dalam bentuk tabel yaitu merupakan fungsi dari jumlah kelas, jumlah parameter, dan derajat kegagalan.

b. Uji Smirnov–Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai  $\Delta$  maksimum, yaitu selisih maksimum antara plot data dengan garis teoritis pada kertas probabilitas. Nilai  $\Delta$  kritis ( $\Delta_{cr}$ , *Smirnov Kolmogorov Test*)

tergantung dari jumlah data ( $n$ ) dan derajat kegagalan ( $\alpha$ ). Setelah ditentukan pola distribusi yang sesuai, hujan rencana dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$X_T = \mu + K_T \cdot \sigma \quad (3.19)$$

dengan:

$X_T$  = hujan rencana,

$\mu$  = rerata,

$\sigma$  = standar deviasi.

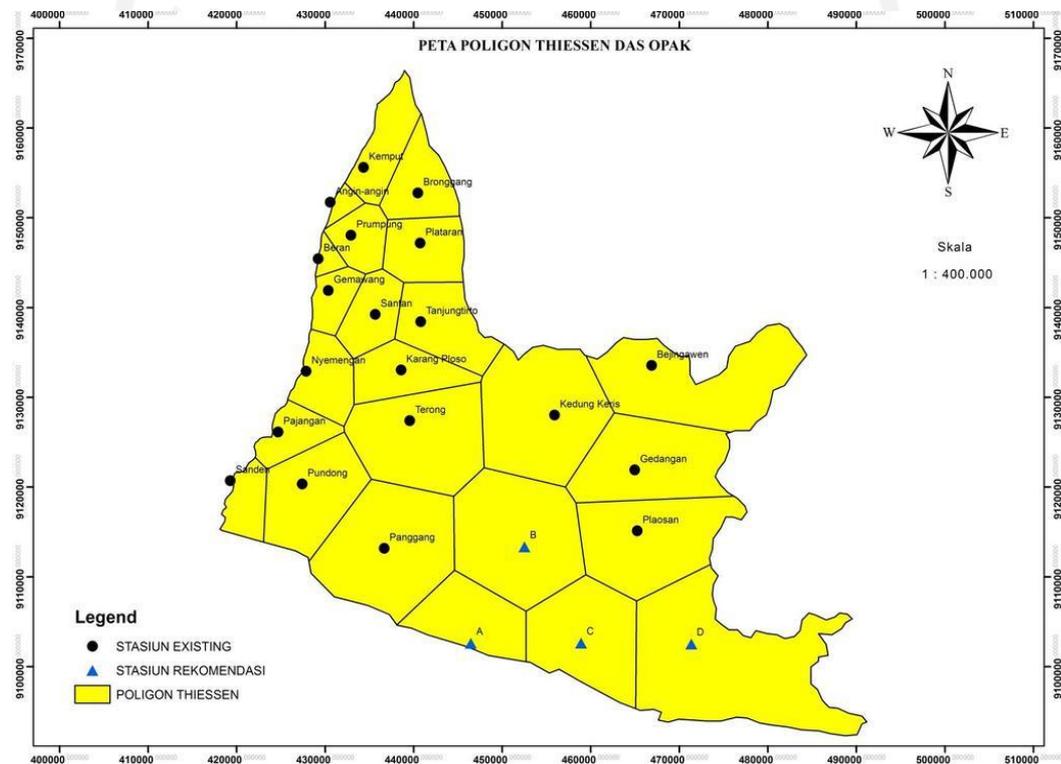


## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di DAS Opak yang terletak di Provinsi Yogyakarta, adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Sumber: BBWS Serayu Opak

**Gambar 4.1 Peta Daerah Aliran Sungai Opak**

Adapun stasiun hujan yang terdapat di DAS Opak adalah sebanyak 21 stasiun, tetapi penelitian ini hanya menggunakan data dari 20 stasiun karena salah satu stasiun tidak tersedia data yang dibutuhkan. Stasiun yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.1 Stasiun di DAS Opak**

Kemput	Wanagama
Prumpung	Tepus
Angin-angin	Kedung Keris
Beran	Gedangan
Tanjung Tirto	Beji Ngawen
Santan	Bedugan
Pundong	Plataran
Siluk	Gemawang
Karang Ploso	Nyemengan
Terong	Bronggang

Sumber: BBWS Serayu Opak

#### **4.2 Data yang Dibutuhkan**

Data yang dibutuhkan dalam analisis adalah:

1. Peta DAS Opak beserta letak lokasi stasiun hujan yang ada di dalamnya
2. Data hujan jam-jaman dari setiap stasiun hujan yang ada di DAS Opak

#### **4.3 Alat yang Digunakan**

Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak Microsoft Office Excel (2016).

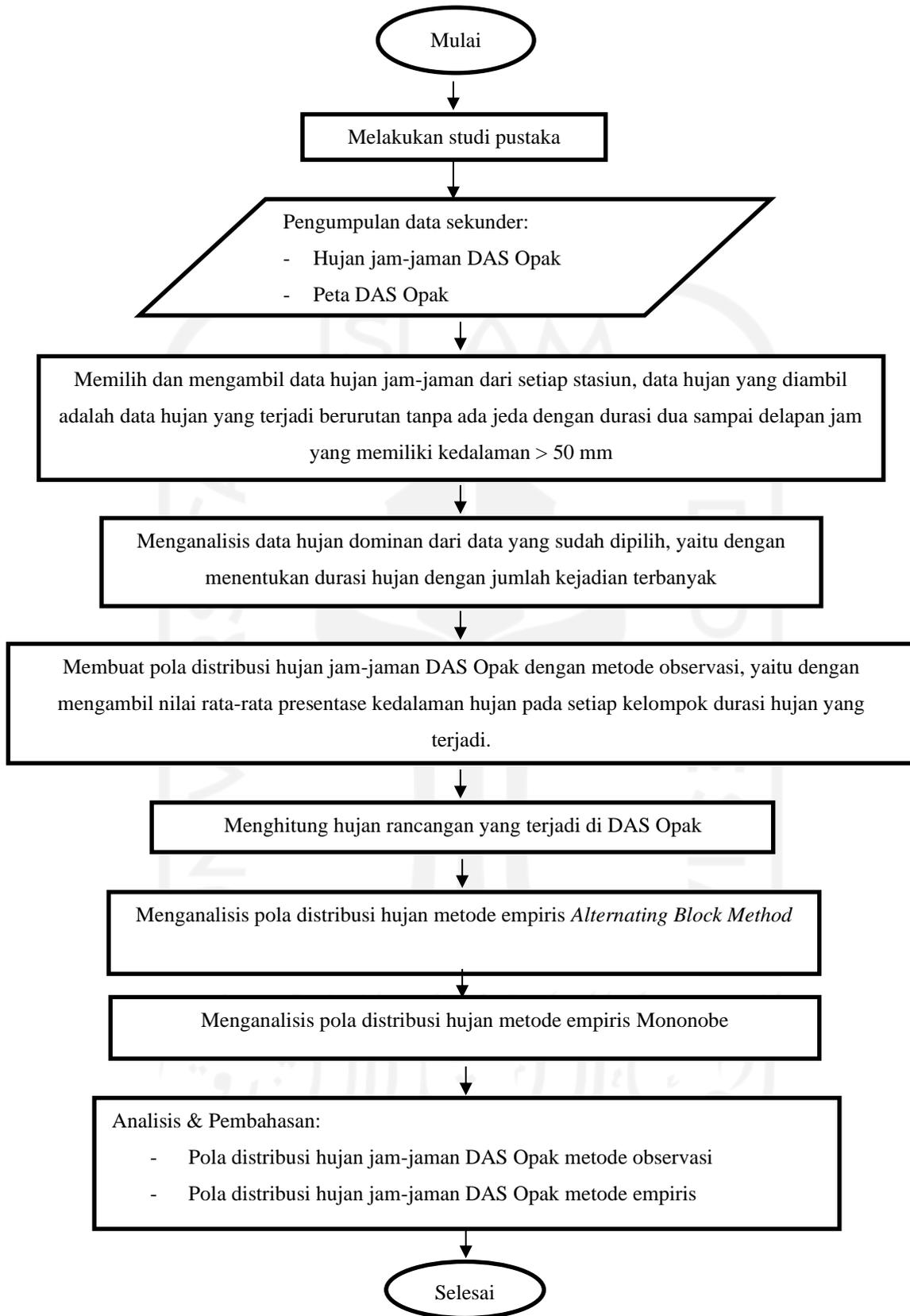
#### **4.4 Tahapan Penelitian**

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Melakukan studi pustaka dengan meninjau beberapa buku dan penelitian terdahulu.
2. Melakukan pengambilan data hujan yang ada di DAS Opak, adapun data hujan yang dipakai diambil dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak.

3. Melakukan pengelompokkan data hujan jam-jaman dari setiap stasiun hujan yang ditinjau berdasarkan durasi dan jumlah kejadiannya, dengan pembagian durasi hujan yang ditentukan yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 jam.
4. Membuat grafik hubungan antara kejadian hujan terhadap durasi hujan sesuai dengan pembagian durasi hujan yang ditentukan.
5. Melakukan analisis hujan dominan dengan kriteria hujan  $< 50$  mm/jam dan  $\geq 50$  mm/jam, yaitu dengan menentukan kelompok durasi hujan dengan kejadian terbanyak.
6. Menganalisis pola distribusi hujan dengan menggunakan metode observasi, yaitu dengan mengambil nilai rata-rata presentase kedalaman kejadian hujan dari setiap kelompok durasi hujan.
7. Melakukan analisis frekuensi curah hujan untuk mendapatkan data hujan rancangan.
8. Membuat pola distribusi hujan jam-jaman DAS Opak menggunakan metode empiris untuk mendapatkan pola distribusi yang sesuai.
9. Pembahasan.

Tahapan penelitian lebih jelas dan ringkas dapat dilihat pada diagram alir pada diagram alir pada Gambar 4.2 dibawah ini.



**Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian**

**BAB V**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**5.1 Analisis Pengelompokan Data Hujan Jam-Jaman**

Data hujan yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data hujan yang memiliki kedalaman hujan total  $\geq 50$  mm selama berlangsungnya hujan dengan durasi maksimum 8 jam sebagai batasan penelitian. Data hujan yang digunakan merupakan kejadian hujan yang terjadi berurutan tanpa ada jeda selama kejadian hujan tersebut terjadi dalam durasi tertentu.

Dalam penelitian ini data hujan dikelompokkan berdasarkan durasi kejadiannya untuk kemudian dapat ditentukan pola distribusi hujannya, rekapitulasi data hujan hasil pengelompokan dari setiap stasiun hujan dapat dilihat pada tabel 5.1 - 5.20 berikut, dimana untuk hasil analisis stasiun Kempud dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Kempud**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
31-Dec-12	6.3	18	26	12.8	2	6	0.2		71.3
4-Feb-13	0.3	50.8							51.1
1-Mar-13	34.6	35.8							70.4
27-Apr-13	100	1.7							101.7
2-May-13	8.8	42							50.8
16-Jun-13	1.5	37.5	16	2	0.1				57.1
8-Feb-14	28.2	22	0.9						51.1
22-Feb-14	4	2	50	26	4	1.3			87.3
2-Mar-14	11.5	47.6	3	3.2					65.3
19-Apr-15	58	27	3						88
15-Dec-15	40	4.2	2.2	3	3.5	0.4	0.1		53.4
17-Dec-15	38.5	23	2.4	1.3	0.2				65.4

Dari Tabel 5.1 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 12 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Kempud, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Prumpung dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Prumpung**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
14-Nov-12	31	28							59
21-Feb-13	17.5	36.5							54
14-May-14	23	45	0.3	15	2.5				85.8
12-Jan-15	18	20	15	27					80
13-Jan-15	8	8	12	9	4	8	5	1	55
18-Jan-15	15	5	5	5	8	3	5	5	51
23-Feb-15	26.5	20	14.5	1					62
23-Mar-15	35	25	3						63

Dari Tabel 5.2 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 8 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Prumpung, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Angin-Angin dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Angin-Angin**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
3-Jan-11	18	0.7	0.4	28.6	3.5	4.4	2		57.6
22-Mar-11	6.8	6	9.4	7	2.5	28	0.7	0.2	60.6
26-Feb-12	45.8	2	11.5	2.1					61.4
16-Nov-12	4.3	8.8	46.5	0.5	1.3				61.4

**Lanjutan Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Angin-Angin**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
25-Jan-13	37.5	4	6	2.7	2.3	1	1	1	55.5
13-Dec-14	22.3	32.8	9	0.2	0.4				64.7
19-Dec-14	30	7	1.3	1.7	20	8	1.8		69.8
20-Apr-15	20.9	30	1.6	0.1					52.6
7-Dec-15	44.1	3	4.7	1.2					53

Dari Tabel 5.3 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 9 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Angin-Angin, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Beran dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Beran**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
7-Jan-11	12.2	24.4	0.3	18.4	2	5.5			62.8
24-Nov-11	3.2	2	2	1	44.9	5.6	0.5		59.2
19-Feb-12	17.8	15	18	7	16.5	0.6	0.6		75.5
24-Feb-12	20	28.5	0.8	0.8					50.1
5-Mar-12	66.8	3	3	1					73.8
19-Oct-12	1.3	49.3							50.6
13-Jan-13	32.5	49	2.2	0.5	1.1	0.2			85.5
6-Feb-13	5	45.3	0.3	1					51.6
19-Feb-13	51.7	2.6	2.4	0.7	0.2				57.6
19-Nov-14	8.4	45.3							53.7
21-Nov-14	40	10.5	0.8	0.5	0.2				52
23-Dec-14	40	34	6						80



Dari Tabel 5.5 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 15 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Tanjung Tirta, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Santan dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut.

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Santan**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
5-Apr-13	56	34.6							90.6
13-Jun-13	39	12							51
5-Apr-14	31.8	27.4	0.3						59.5
6-Apr-14	22.2	25	20	1.5	0.5				69.2
17-Nov-14	46.5	15.2	0.8	1.3	0.4				64.2
13-May-15	9.5	54	14.4						77.9

Dari Tabel 5.6 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 6 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Santan, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Pundong dapat dilihat pada tabel 5.7 berikut.

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Pundong**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
11-Feb-11	33	1.2	23.3						57.5
14-Feb-11	7.3	10.6	0.5	38.9	1	1.5			59.8
4-Mar-11	0.3	20	38	20	52.5	0.8	11.8	23	166.4
14-Apr-11	0.8	16.7	11.7	8.4	21.8				59.4
18-Nov-12	22	40							62
28-Dec-12	1.3	0.2	65	2	5				73.5
18-Feb-13	1.3	36	14.1	2.9	0.1				54.4

**Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Pundong**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
19-Mar-13	5.2	42	18						65.2
21-May-13	41.3	40							81.3
10-Feb-14	0.2	55.7	2						57.9
13-Jan-15	2.4	13.7	27	20					63.1
12-Dec-15	7.1	47	2.9						57
18-Dec-15	19	51							70

Dari Tabel 5.7 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 13 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Pundong, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Siluk dapat dilihat pada tabel 5.8 berikut.

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Siluk**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
5-May-10	46.5	2	1	0.6					50.1
25-May-11	5.7	10.6	3.2	26.8	6	2			54.3
12-Feb-14	31	15.7	0.3	2	1.9				50.9
20-Mar-14	12.2	30.5	8.2						50.9
12-Mar-15	6.9	50	9	4	1	1	0.3		72.2

Dari Tabel 5.8 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 5 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Siluk, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Karang Ploso dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

**Tabel 5.9 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Karang Ploso**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
3-Dec-10	9.5	55	5	3.4					72.9
19-Feb-12	24.7	11.5	4.5	12.1	0.5	0.1	0.2		53.6
20-Feb-12	60	3.8	3	2					68.8
12-Feb-13	3.8	40	5	4.4	2.4	2.6	2	0.5	60.7
4-Mar-14	6.5	57	2.7	0.2					66.4
6-Apr-14	44.8	25	1.6	0.3					71.7
21-Apr-14	5.2	8.7	45.2	0.2	0.1				59.4
22-Dec-14	11.2	20	30	2	0.4				63.6
8-Dec-15	8.7	45.5	6.5	1.4	0.2				62.3

Dari Tabel 5.9 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 9 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Karang Ploso, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Terong dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut.

**Tabel 5.10 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Terong**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
25-Feb-14	43.6	29.6							73.2
17-Mar-14	14.5	50.7							65.2
21-Apr-14	8.5	3.6	32	16	1.3				61.4
29-Mar-15	20.3	27	5.4	4.9	2.1	1.1	1.1		61.9

Dari Tabel 5.10 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 4 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Terong, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Wanagama dapat dilihat pada tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.11 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Wanagama**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
11-Feb-10	52	10	0.3						62.3
10-Apr-10	90.5	7	0.5	0.4					98.4
11-Feb-11	20.2	38.4	4.4						63
31-Mar-12	56	9.7							65.7
28-Nov-12	38	13	0.1	1.2					52.3
31-Dec-12	3.1	50	10	8	5	0.7	1.2		78
2-Feb-13	19.7	0.5	58.2	6.8					85.2
6-Apr-14	3	32	18	1.3					54.3
24-Apr-15	22	16	4	5.6	4.4	3			55

Dari Tabel 5.11 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 9 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Wanagama, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Kedung Keris dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut.

**Tabel 5.12 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Kedung Keris**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
20-Nov-11	6.3	20	14	4.5	3.5	3	1.2	0.1	52.6
21-Feb-12	0.6	27	10	27.6	1.6	1.3			68.1
17-Feb-13	31.7	14	2.5	2.2	0.7				51.1

13-Jun-13	21.6	54.6	2.9						79.1
20-Jun-13	2.1	11	0.4	3.6	40	7	4	8	76.1
8-Nov-15	33	20	8.6	0.1					61.7

Dari Tabel 5.12 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 6 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Kedung Keris, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Gedangan dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Gedangan**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
3-Mar-09	44	20							64
3-Apr-09	22	20	7	2	1.5				52.5
21-Dec-09	18	14	20						52
11-Feb-10	21	41							62
11-Nov-10	13	45							58
1-Jan-11	12	6	20	25	15	7	3		88
17-Jan-11	3.1	11	5.5	30	14	3			66.6
4-Feb-11	14	6	11	16	5	8			60
14-Feb-11	32	40							72
22-Feb-11	7	16.5	2.5	2.5	23	5	3	1	60.5
25-Mar-11	44	9	2	3					58
21-Feb-12	50	20	7	1	3	2			83
8-Jan-13	2	22	15	5					44
2-Dec-15	20	36							56

Dari Tabel 5.13 diatas dapat diketahui bahwa terdapat kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Gedangan,

selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Beji Ngawen dapat dilihat pada tabel 5.14 berikut

**Tabel 5.14 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Beji Ngawen**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
21-Feb-11	31.2	4	12.2	3.8	5	4	2.5	0.7	63.4
21-Feb-12	7.7	54	11	3.4	3.6				79.7
18-Oct-12	17.3	35.9							53.2
15-Dec-15	50	4.7	1.5	2.2	0.8				59.2
31-Dec-15	7.5	50	11.6						69.1

Dari Tabel 5.14 di atas dapat diketahui bahwa terdapat kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Beji Ngawen, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Bedugan dapat dilihat pada tabel 5.15 berikut.

**Tabel 5.15 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Bedugan**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
30-Oct-13	57	21	9	0.5					87.5
11-Dec-13	62	3.5							65.5
4-Mar-14	61	2	0.6						63.6

Dari Tabel 5.15 di atas dapat diketahui bahwa terdapat 3 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Bedugan, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Plataran dapat dilihat pada tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.16 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Plataran**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
29-Jan-14	16.1	0.3	30.7	4.6					51.7
23-Feb-15	23.7	25	3	2.3					54
6-Mar-15	1.1	7	21	21	2.4	0.4	0.1		53
9-Mar-15	23.4	27.3	2.7	2.8					56.2
18-Apr-15	2.1	2.4	31	29.9	2.5	0.1			68
7-Dec-15	49.2	3	0.6	1.9	1	0.1			55.8

Dari Tabel 5.16 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 6 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Plataran, selanjutnya untuk hasil analisis pada stasiun Gemawang dapat dilihat pada tabel 5.17 berikut.

**Tabel 5.17 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Gemawang**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
20-Dec-12	0.8	23.5	36.5	7.7					68.5
20-Dec-13	0.2	36.3	23	8.4	2.6	3.4	0.7	0.2	74.8
3-Feb-14	67	0.3	3	1					71.3
23-Feb-15	9.7	50							59.7
9-Mar-15	20	39	1	3					63
22-Apr-15	45.8	11.6	2.4	2.5	1.4				63.7
13-May-15	27	21.3	10.4	0.4					59.1

Dari Tabel 5.17 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 7 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Gemawang, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Nyemengan dapat dilihat pada tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.18 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Nyemengan**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
4-Nov-10	30	12	0.5	5.5	11	1.6			60.6
6-Dec-10	1.9	36	9	5	3.2				55.1
20-Nov-11	9.8	40	2.4	5	3.6	1.3			62.1
17-Dec-11	39.5	18	4	3	5	2.6	0.7		72.8
19-Feb-12	0.2	43.5	15.5	4.6	2.7	0.4			66.9
24-Feb-12	50.2	3.7	0.3						54.2
10-Mar-12	22.6	38.6	6.5	2	1.2	0.7			71.6
16-Dec-12	20.4	46	0.8						67.2
6-Apr-14	3.6	59.6	1.6						64.8
21-Apr-14	0.4	53	53.5	0.5	0.1				107.5
30-Jan-15	50.4	6	9.2						65.6
27-Mar-15	65	1.3							66.3
3-Apr-15	5	1	24	23	1	2.5			56.5
24-Apr-15	7.5	44	10	4	6	8	5		84.5
26-Nov-15	62.5	0.9							63.4

Dari Tabel 5.18 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 15 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Nyemengan, selanjutnya untuk hasil analis pada stasiun Bronggang dapat dilihat pada tabel 5.19 berikut.

**Tabel 5.19 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Bronggang**

Tanggal	Distribusi Waktu (mm)								Kumulatif (mm)
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5	Jam ke 6	Jam ke 7	Jam ke 8	
4-May-11	79	1.5	1.9						82.4
19-Nov-11	47.4	1.7	1.3	0.5					50.9
2-Dec-11	1.8	48.9	2.3	0.2	1.2				54.4
15-Dec-11	44.4	17.2	2.5	0.2					64.3
21-Feb-12	38.8	3.5	8.5	3.7	4.3	2			60.8
18-Mar-13	56.5	5	1.5	0.5					63.5
23-Feb-15	1	8	50	2	2.3				63.3
18-Mar-15	56.5	5	1.5	0.5					63.5
17-Dec-15	19.2	27.5	5.4	1.4	0.2	0.1			53.8

Dari Tabel 5.19 diatas dapat diketahui bahwa terdapat 9 kejadian hujan yang memiliki kedalaman total lebih dari 50 mm terjadi di stasiun Bronggang.

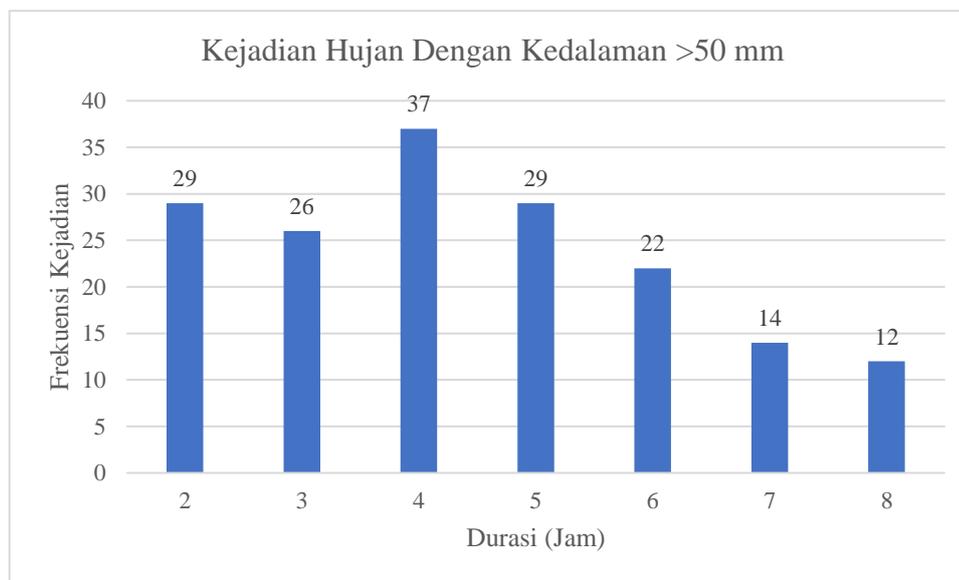
## 5.2 Distribusi Kejadian Hujan

Kejadian hujan berturut-turut dalam durasi tertentu yang memiliki kedalaman hujan  $\geq 50$  mm ataupun  $< 50$  mm tersebar kedalam beberapa kelompok durasi waktu, sebaran distribusi kejadian hujan tersebut dapat dilihat dalam tabel rekapitulasi berikut ini. Untuk kejadian hujan dengan kedalaman  $\geq 50$  mm dapat dilihat pada tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.20 Kejadian Hujan Dengan Kedalaman >50 mm**

Kejadian Hujan Dengan Kedalaman > 50 mm								
Durasi (Jam)	2	3	4	5	6	7	8	
Frekuensi	29	26	37	29	22	14	12	

Dari Tabel 5.20 dapat diketahui bahwa hujan dengan kedalaman  $>50$  mm memiliki kejadian terbanyak pada hujan dengan durasi 4 jam berturut-turut. Hasil analisis juga dapat dilihat dalam histogram Gambar 5.1 berikut.



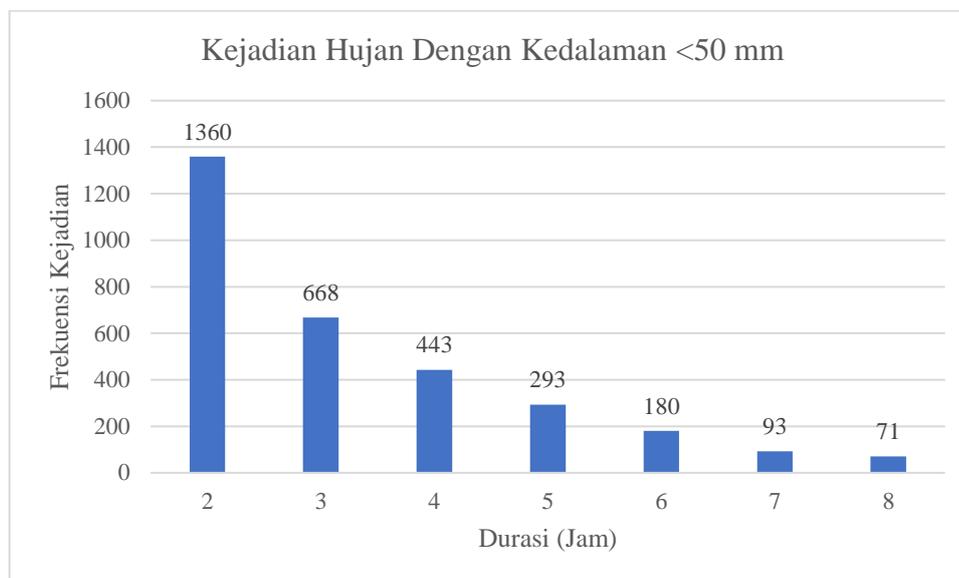
**Gambar 5.1 Kejadian Hujan Dengan Kedalaman  $> 50$  mm**

Untuk kejadian hujan dengan kedalaman  $<50$  mm, berdasarkan hasil rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

**Tabel 5.21 Kejadian Hujan Dengan Kedalaman  $<50$  mm**

Durasi (Jam)	2	3	4	5	6	7	8
Frekuensi	1360	668	443	293	180	93	71

Dari Tabel 5.21 dapat diketahui bahwa hujan dengan kedalaman  $<50$  mm memiliki kejadian terbanyak pada hujan dengan durasi 2 jam berturut-turut. Hasil analisis juga dapat dilihat dalam histogram Gambar 5.2 berikut.



**Gambar 5.2 Kejadian Hujan Dengan Kedalaman < 50 mm**

### 5.3 Pola Distribusi Hujan Metode Observasi

Dalam analisis pola distribusi hujan metode observasi digunakan data hujan yang sudah dikelompokkan berdasarkan durasinya dan memiliki kedalaman >50 mm atau biasa disebut hujan deras (Sosrodarsono. S, 2003). Hal ini dikarenakan dalam analisis hujan-aliran untuk memperkirakan debit banjir rencana diperlukan masukan hujan rencana yang dapat berupa kedalaman hujan di suatu titik atau hietograf hujan rencana yang merupakan distribusi hujan sebagai fungsi waktu selama hujan deras (Triatmodjo. B, 2008).

Semua hujan yang terjadi selama durasi tertentu berturut-turut dikumpulkan dan masing-masing dicatat besaran hujan pada jam pertama dan seterusnya dan dinyatakan dalam persen (%), persen kejadian pada jam pertama dan seterusnya selanjutnya dirata-ratakan untuk seluruh kejadian hujan yang tersedia. Dengan demikian akan diperoleh distribusi hujan rata-rata untuk setiap kelompok durasinya. Sebagai contoh untuk hasil analisis pola distribusi hujan untuk kelompok hujan dengan durasi kejadian 2 jam dapat dilihat pada tabel 5.23 berikut.

**Tabel 5.22 Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi**

Distribusi Hujan 2 Jam			
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam
1	Kedalaman (mm)	0.300	50.800
	Presentase (%)	0.587	99.413
	Kumulatif (%)	0.587	100.000
2	Kedalaman (mm)	34.600	35.800
	Presentase (%)	49.148	50.852
	Kumulatif (%)	49.148	100.000
3	Kedalaman (mm)	100.000	1.700
	Presentase (%)	98.328	1.672
	Kumulatif (%)	98.328	100.000
4	Kedalaman (mm)	8.800	42.000
	Presentase (%)	17.323	82.677
	Kumulatif (%)	17.323	100.000
5	Kedalaman (mm)	31.000	28.000
	Presentase (%)	52.542	47.458
	Kumulatif (%)	52.542	100.000
6	Kedalaman (mm)	17.500	36.500
	Presentase (%)	32.407	67.593
	Kumulatif (%)	32.407	100.000
7	Kedalaman (mm)	1.300	49.300
	Presentase (%)	2.569	97.431
	Kumulatif (%)	2.569	100.000
8	Kedalaman (mm)	8.400	45.300
	Presentase (%)	15.642	84.358
	Kumulatif (%)	15.642	100.000
9	Kedalaman (mm)	31.000	28.000
	Presentase (%)	52.542	47.458
	Kumulatif (%)	52.542	100.000
10	Kedalaman (mm)	50.000	22.800
	Presentase (%)	68.681	31.319
	Kumulatif (%)	68.681	100.000
11	Kedalaman (mm)	66.000	15.100
	Presentase (%)	81.381	18.619
	Kumulatif (%)	81.381	100.000
12	Kedalaman (mm)	56.000	34.600
	Presentase (%)	61.810	38.190
	Kumulatif (%)	61.810	100.000

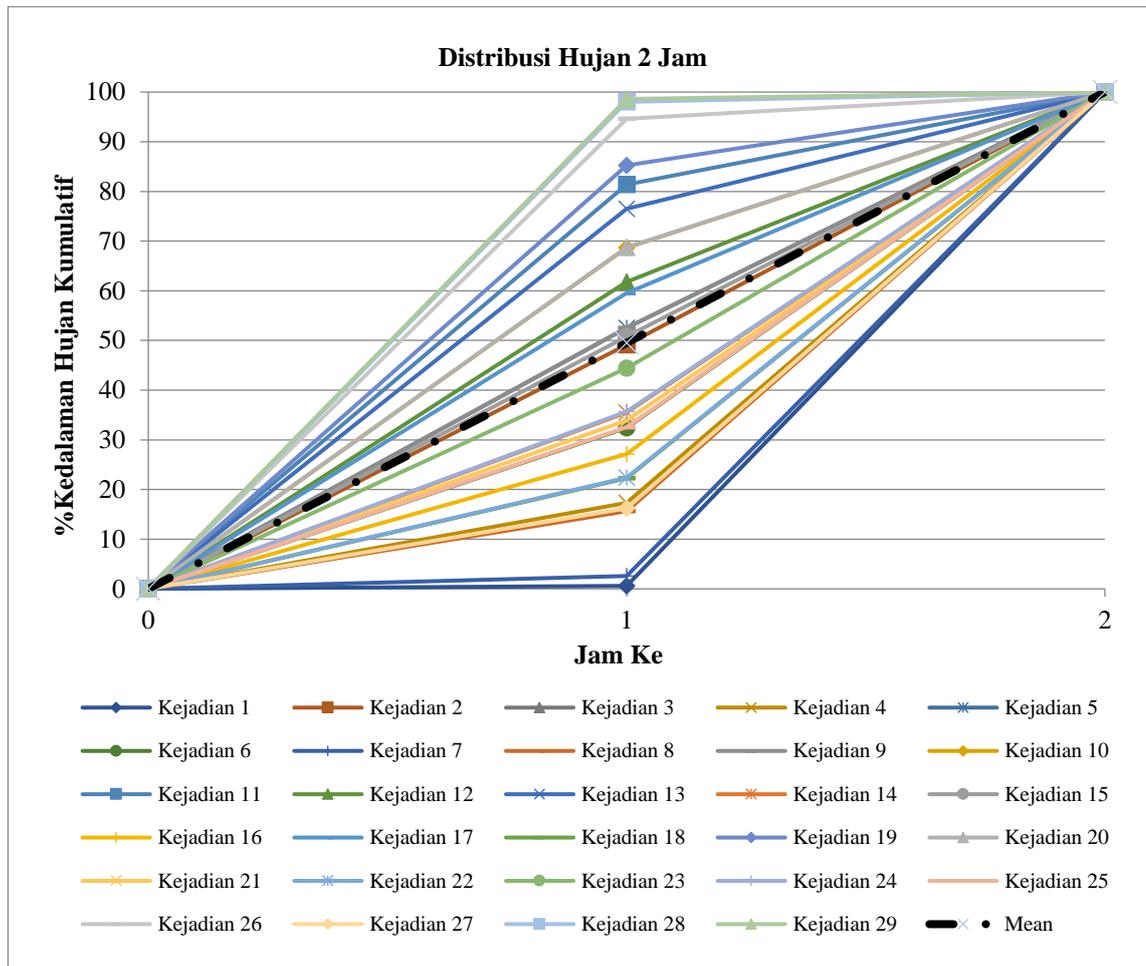
**Lanjutan Tabel 5.22 Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi**

Distribusi Hujan 2 Jam			
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam
13	Kedalaman (mm)	39.000	12.000
	Presentase (%)	76.471	23.529
	Kumulatif (%)	76.471	100.000
14	Kedalaman (mm)	22.000	40.000
	Presentase (%)	35.484	64.516
	Kumulatif (%)	35.484	100.000
15	Kedalaman (mm)	41.300	40.000
	Presentase (%)	50.800	49.200
	Kumulatif (%)	50.800	100.000
16	Kedalaman (mm)	19.000	51.000
	Presentase (%)	27.143	72.857
	Kumulatif (%)	27.143	100.000
17	Kedalaman (mm)	43.600	29.600
	Presentase (%)	59.563	40.437
	Kumulatif (%)	59.563	100.000
18	Kedalaman (mm)	14.500	50.700
	Presentase (%)	22.239	77.761
	Kumulatif (%)	22.239	100.000
19	Kedalaman (mm)	56.000	9.700
	Presentase (%)	85.236	14.764
	Kumulatif (%)	85.236	100.000
20	Kedalaman (mm)	44.000	20.000
	Presentase (%)	68.750	31.250
	Kumulatif (%)	68.750	100.000
21	Kedalaman (mm)	21.000	41.000
	Presentase (%)	33.871	66.129
	Kumulatif (%)	33.871	100.000
22	Kedalaman (mm)	13.000	45.000
	Presentase (%)	22.414	77.586
	Kumulatif (%)	22.414	100.000
23	Kedalaman (mm)	32.000	40.000
	Presentase (%)	44.444	55.556
	Kumulatif (%)	44.444	100.000
24	Kedalaman (mm)	20.000	36.000
	Presentase (%)	35.714	64.286
	Kumulatif (%)	35.714	100.000

**Lanjutan Tabel 5.22 Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi**

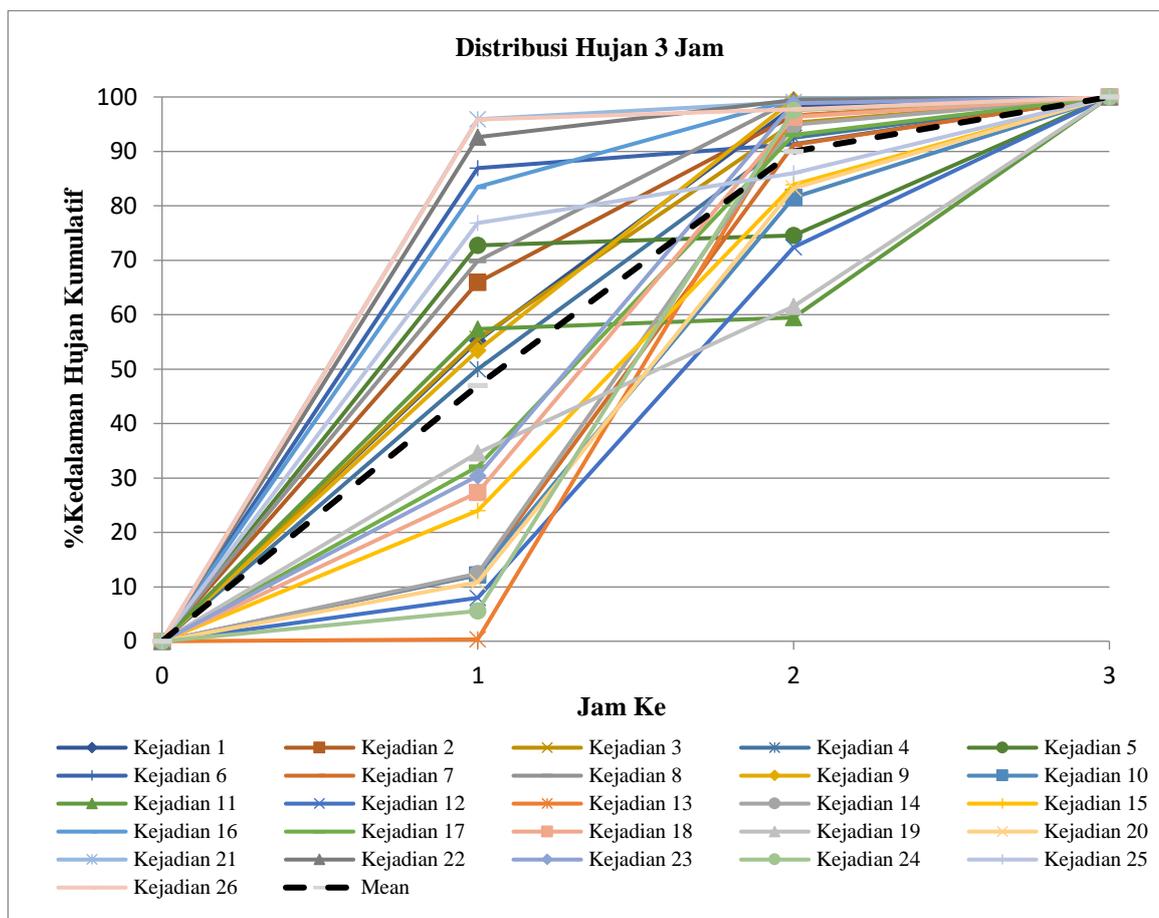
Distribusi Hujan 2 Jam			
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam
25	Kedalaman (mm)	17.300	35.900
	Presentase (%)	32.519	67.481
	Kumulatif (%)	32.519	100.000
26	Kedalaman (mm)	62.000	3.500
	Presentase (%)	94.656	5.344
	Kumulatif (%)	94.656	100.000
27	Kedalaman (mm)	9.700	50.000
	Presentase (%)	16.248	83.752
	Kumulatif (%)	16.248	100.000
28	Kedalaman (mm)	65.000	1.300
	Presentase (%)	98.039	1.961
	Kumulatif (%)	98.039	100.000
29	Kedalaman (mm)	62.500	0.900
	Presentase (%)	98.580	1.420
	Kumulatif (%)	98.580	100.000
Mean	Presentase (%)	49.487	50.513
	Kumulatif (%)	49.487	100.000

Hasil analisis selanjutnya dimuat kedalam grafik untuk mengetahui sebaran distribusi hujan metode observasi yang terjadi, grafik distribusi hujan untuk hujan dengan durasi kejadian 2 jam dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.



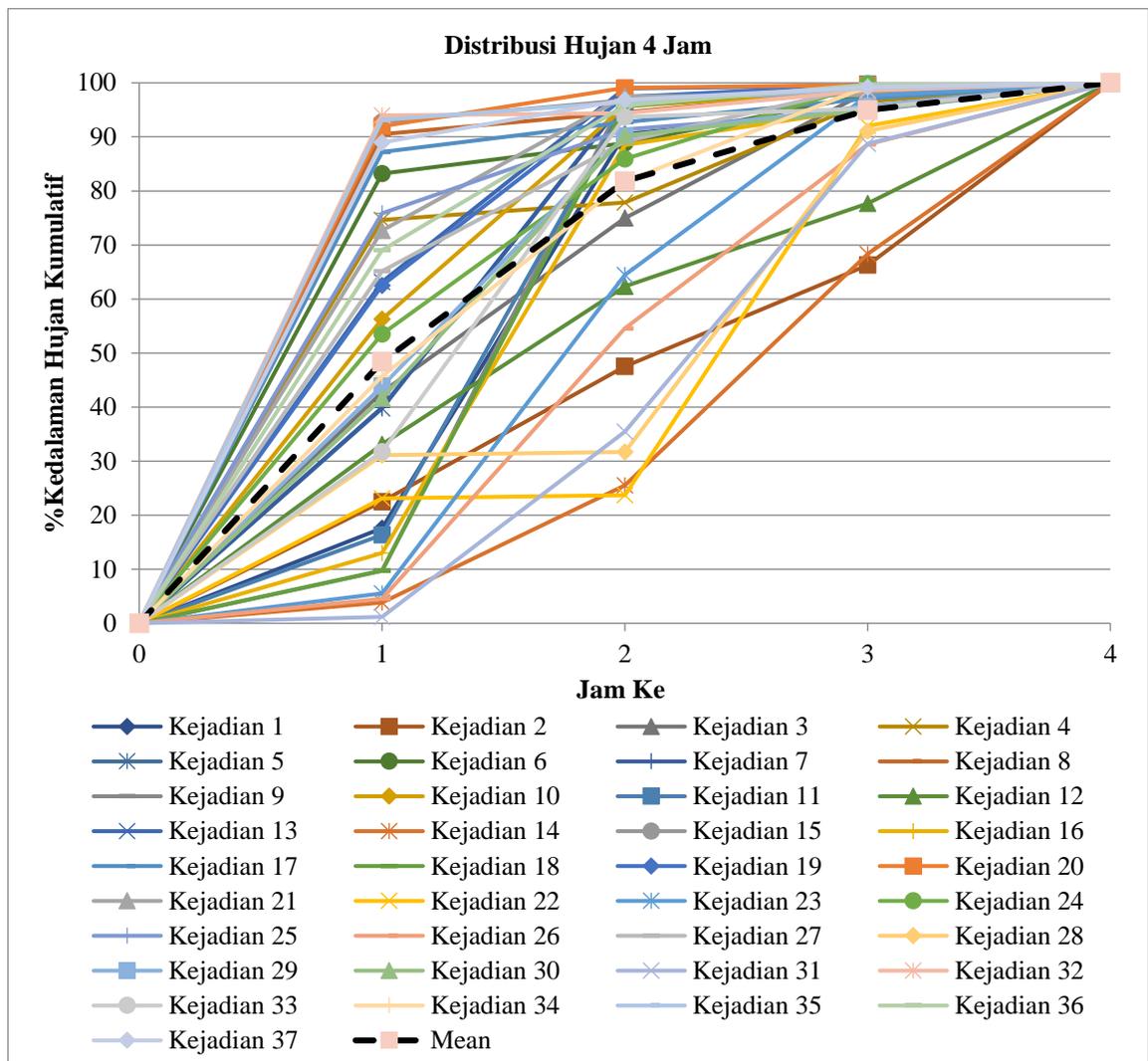
**Gambar 5.3 Grafik Distribusi Hujan 2 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk setiap kelompok durasi ditunjukkan oleh nilai rata-rata dari setiap distribusi kejadian hujan, dalam grafik diketahui rata-rata distribusi ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 2 jam dengan sebaran 49,487% hujan terjadi pada jam pertama dan 50,513% terjadi pada jam kedua. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 3 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 3 jam dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



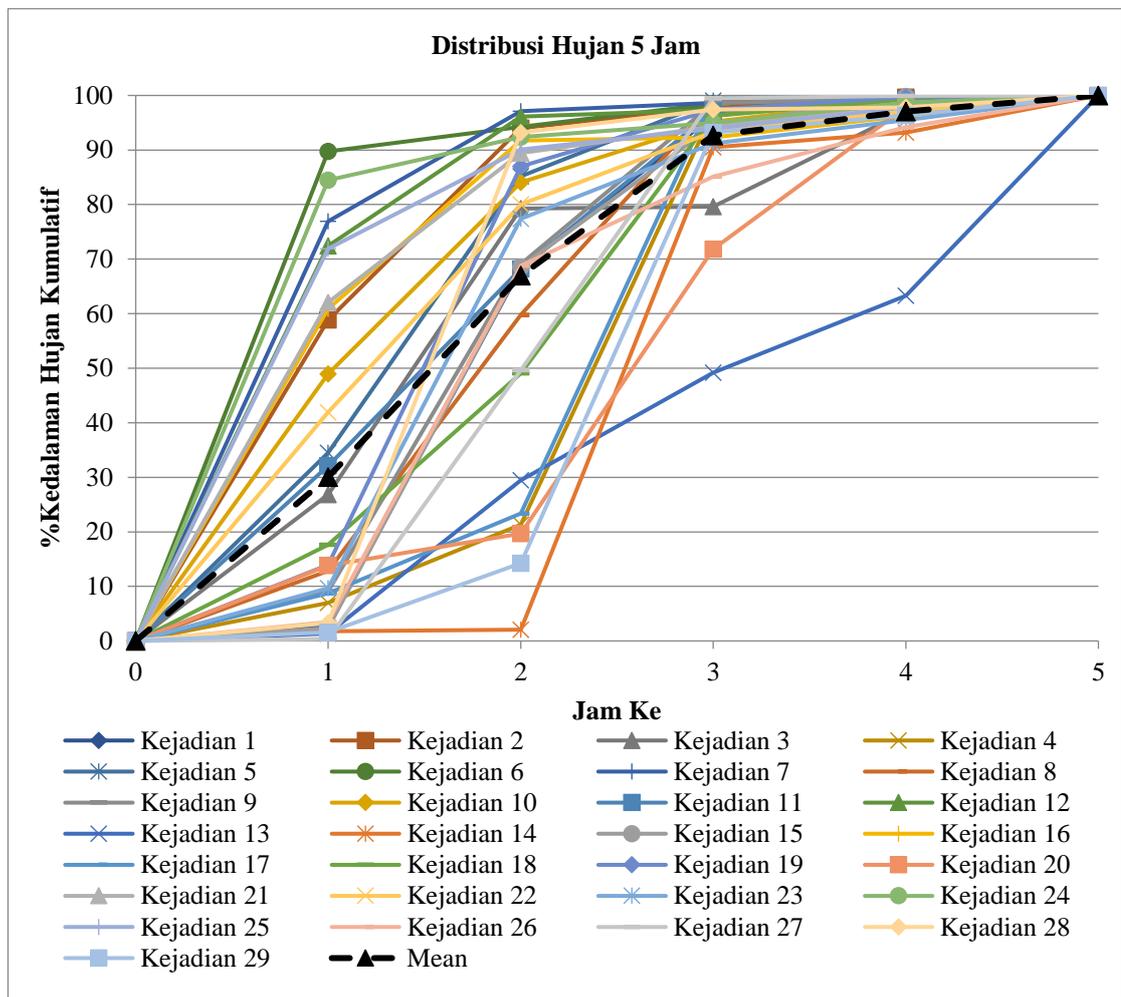
**Gambar 5.4 Grafik Distribusi Hujan 3 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 3 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 3 jam dengan sebaran 46,984% hujan terjadi pada jam pertama, 42,999% terjadi pada jam kedua, dan 10,017% pada jam ketiga. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 4 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 4 jam dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



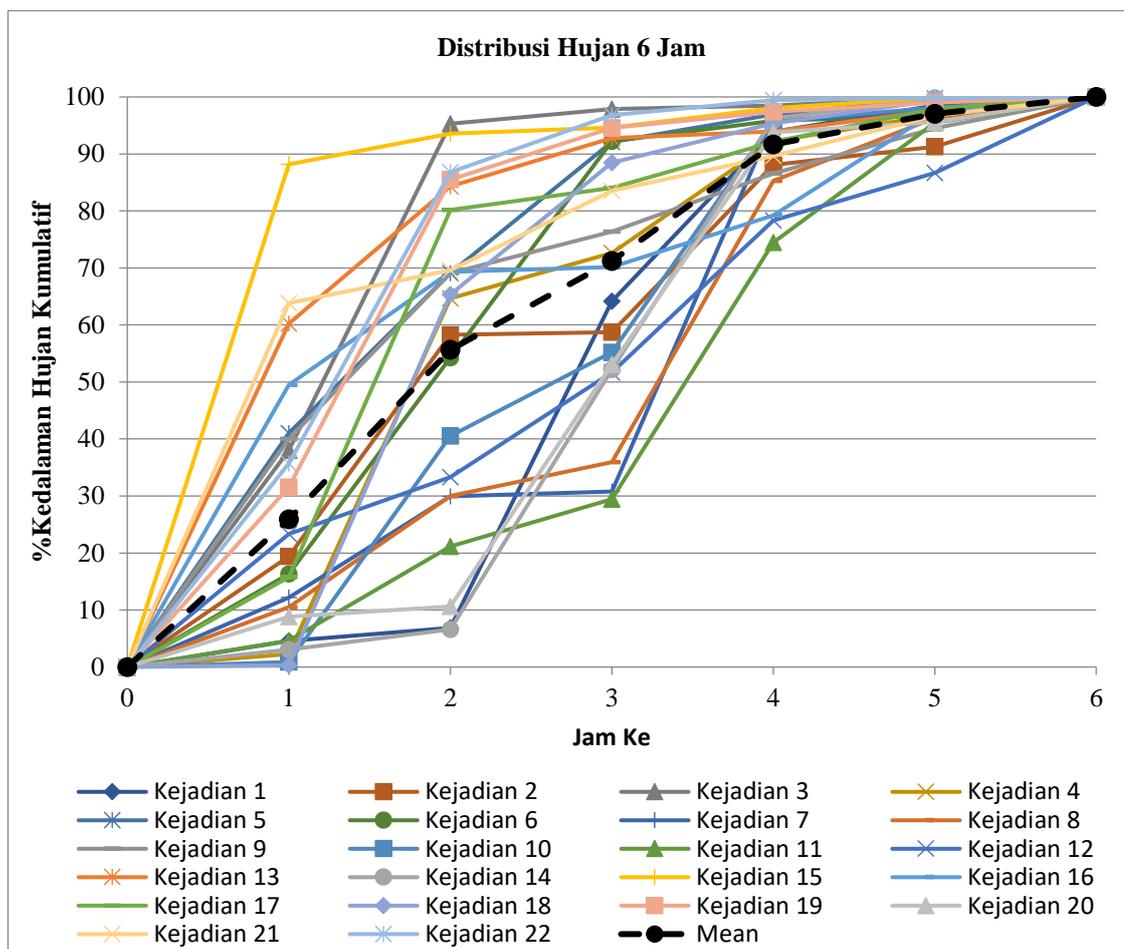
**Gambar 5.5 Grafik Distribusi Hujan 4 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 4 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 4 jam dengan sebaran 48,411% hujan terjadi pada jam pertama, 33,399% terjadi pada jam kedua, 13,180% pada jam ketiga, dan 5,010% pada jam keempat. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 5 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 5 jam dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



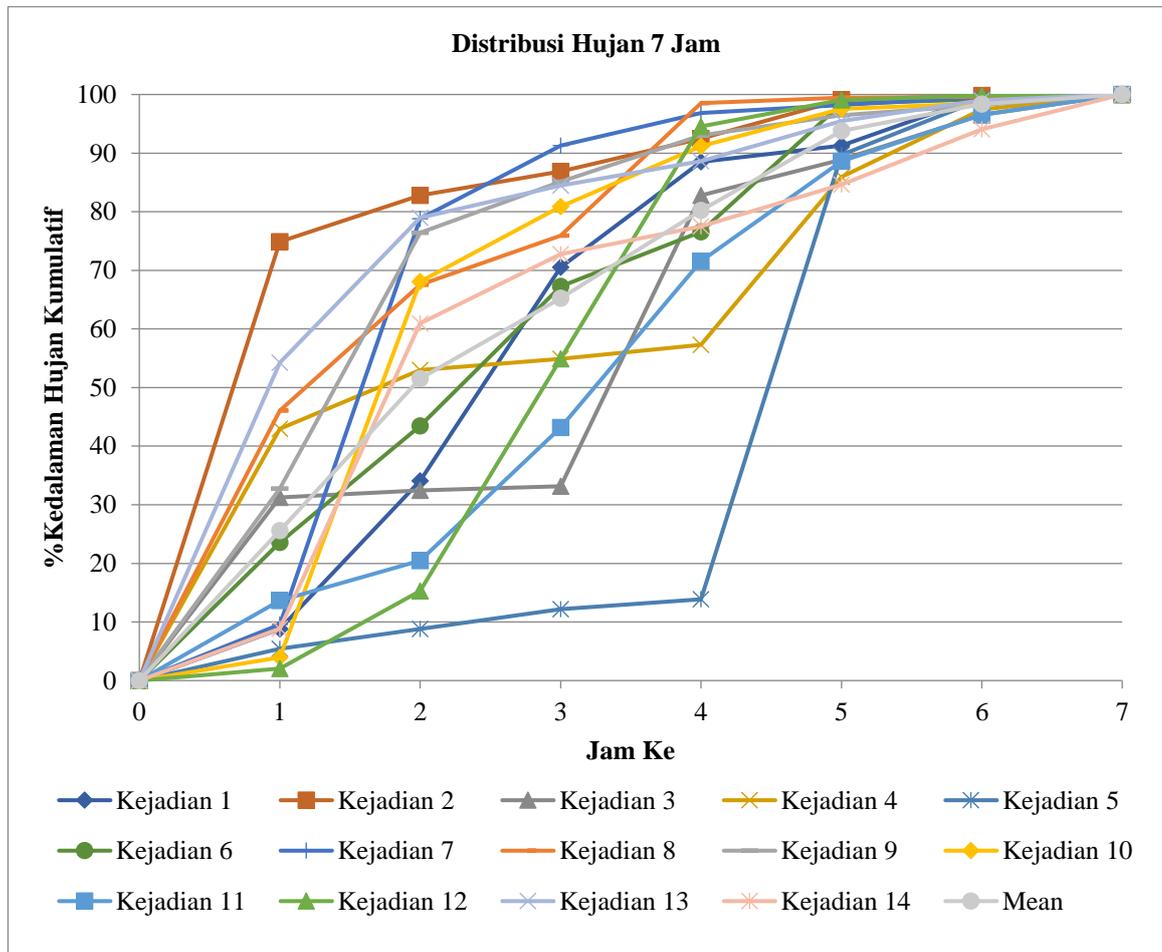
**Gambar 5.6 Grafik Distribusi Hujan 5 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 5 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 5 jam dengan sebaran 30,038% hujan terjadi pada jam pertama, 36,959% terjadi pada jam kedua, 25,694% pada jam ketiga, 4,391% pada jam keempat, dan 2,917% pada jam kelima. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 6 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 6 jam dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



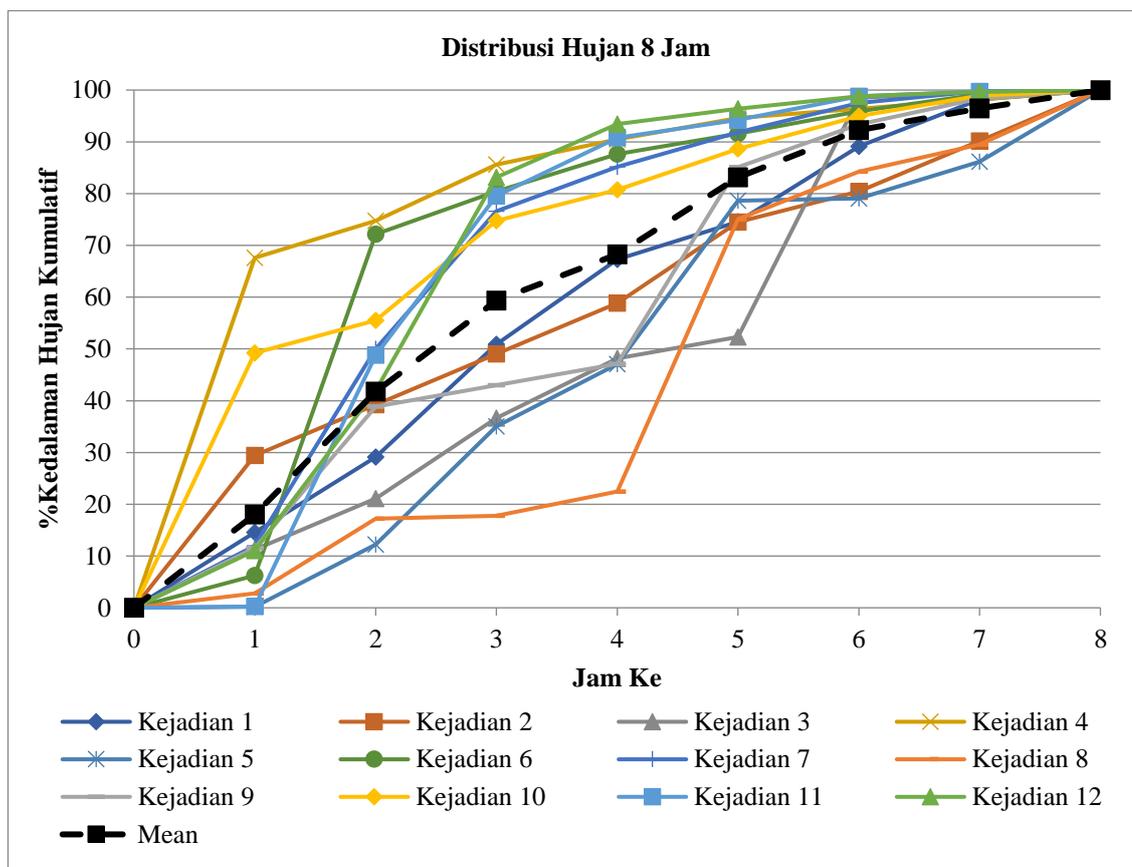
**Gambar 5.7 Grafik Distribusi Hujan 6 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 6 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 6 jam dengan sebaran 25,919% hujan terjadi pada jam pertama, 29,735% terjadi pada jam kedua, 15,594% pada jam ketiga, 20,419% pada jam keempat, 5,354% pada jam kelima, dan 2,979% pada jam keenam. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 7 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 7 jam dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



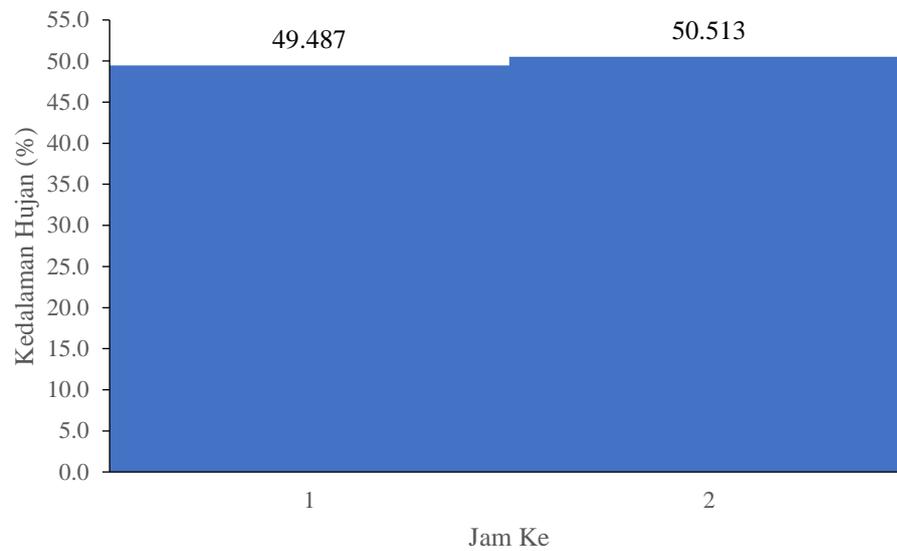
**Gambar 5.8 Grafik Distribusi Hujan 7 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 7 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 7 jam dengan sebaran 25,586% hujan terjadi pada jam pertama, 25,918% terjadi pada jam kedua, 13,746% pada jam ketiga, 14,985% pada jam keempat, 13,532% pada jam kelima, 4,608% pada jam keenam, dan 1,624% pada jam ketujuh. Untuk hasil perhitungan analisis pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 8 jam dapat dilihat pada Lampiran 1, grafik pola distribusi hujan untuk hujan dengan kelompok durasi 8 jam dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



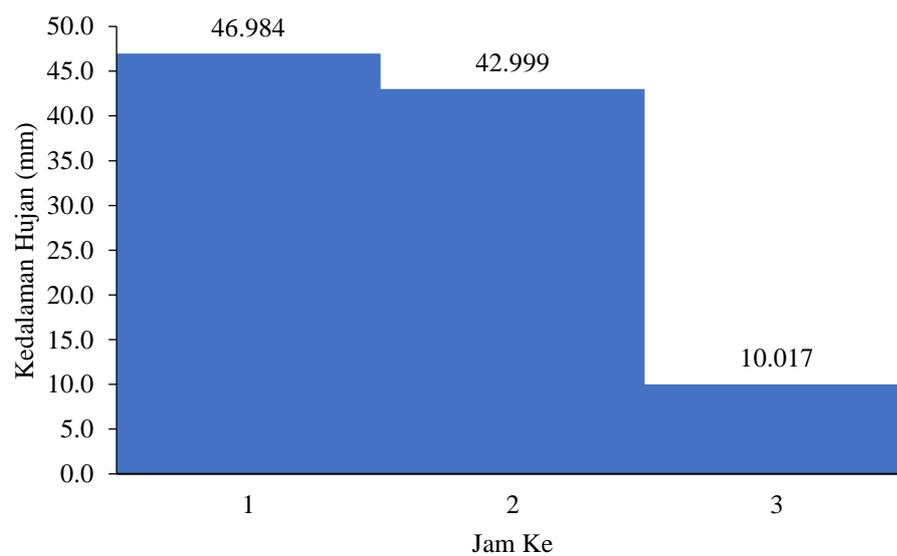
**Gambar 5.9 Grafik Distribusi Hujan 7 Jam Metode Observasi**

Pola distribusi hujan untuk kelompok kejadian hujan dengan durasi 8 jam ditunjukkan oleh garis hitam putus-putus yang dianggap mewakili pola distribusi hujan untuk kelompok durasi hujan 8 jam dengan sebaran 17,999% hujan terjadi pada jam pertama, 23,738% terjadi pada jam kedua, 17,623% pada jam ketiga, 8,899% pada jam keempat, 14,860% pada jam kelima, 9,135% pada jam keenam, 4,204% pada jam ketujuh, dan 3,541 pada jam kedelapan. Hasil analisis juga ditampilkan dalam bentuk histogram, untuk histogram distribusi hujan dengan durasi hujan 2 jam dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.



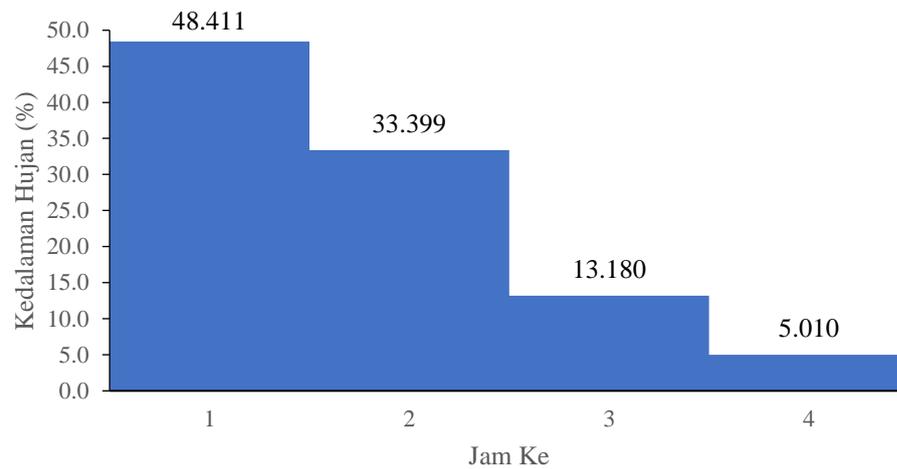
**Gambar 5.10 Pola Distribusi Kejadian Hujan 2 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 2 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam kedua dengan presentase kedalaman 50,513%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 3 jam dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut.



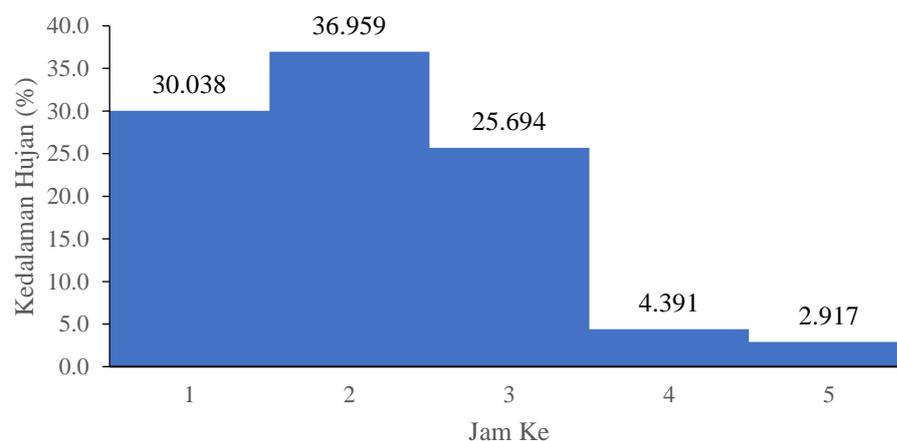
**Gambar 5.11 Pola Distribusi Kejadian Hujan 3 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 3 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam pertama dengan presentase kedalaman 46,984%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 4 jam dapat dilihat pada gambar 5.12 berikut.



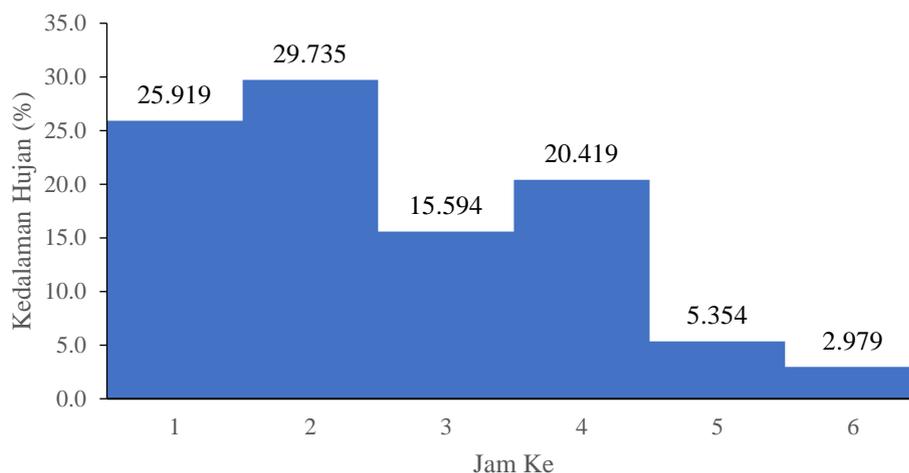
**Gambar 5.12 Pola Distribusi Kejadian Hujan 4 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 4 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam pertama dengan presentase kedalaman 48,411%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 5 jam dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut.



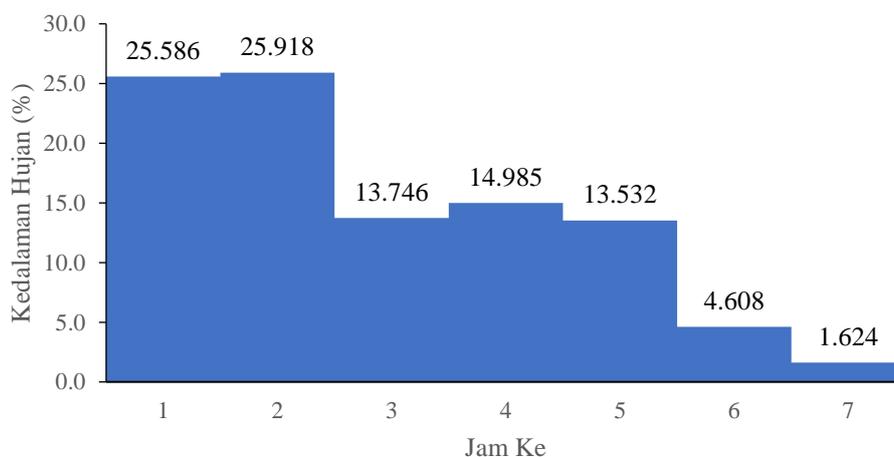
**Gambar 5.13 Pola Distribusi Kejadian Hujan 5 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 5 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam kedua dengan presentase kedalaman 36,959%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 6 jam dapat dilihat pada gambar 5.14 berikut.



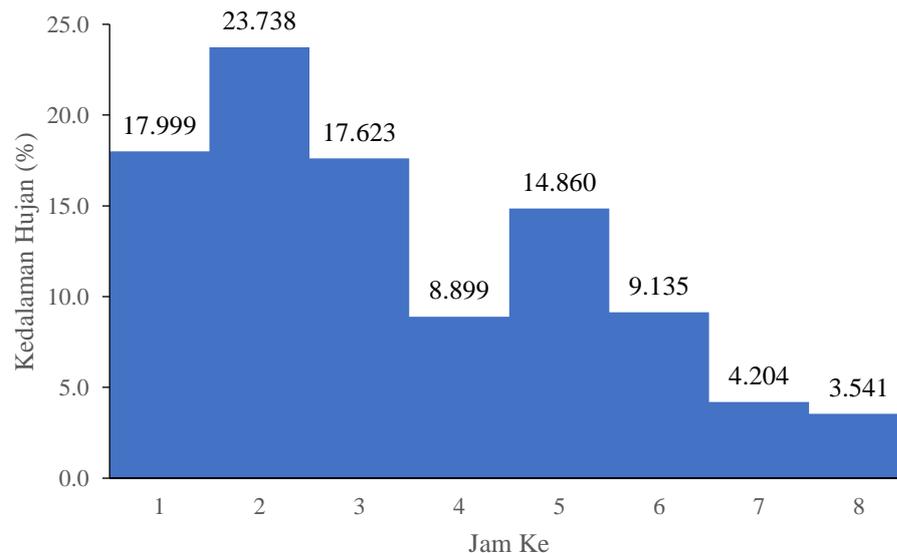
**Gambar 5.14 Pola Distribusi Kejadian Hujan 6 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 6 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam kedua dengan presentase kedalaman 29,735%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 7 jam dapat dilihat pada gambar 5.15 berikut.



**Gambar 5.15 Pola Distribusi Kejadian Hujan 7 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 7 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam kedua dengan presentase kedalaman 25,918%. Pola distribusi hujan rata-rata untuk kelompok durasi hujan 8 jam dapat dilihat pada gambar 5.16 berikut.



**Gambar 5.16 Pola Distribusi Kejadian Hujan 8 Jam Metode Observasi**

Untuk pola distribusi hujan kelompok durasi kejadian 8 jam puncak kedalaman hujan terjadi pada jam kedua dengan presentase kedalaman 23,738%.

#### **5.4 Analisis Hujan Rancangan**

Hujan rancangan dapat berupa kedalaman hujan di suatu titik atau hietograf hujan rencana yang merupakan distribusi hujan sebagai fungsi waktu selaman hujan deras (Triatmodjo. B, 2008). Dalam penelitian ini perhitungan hujan rancangan dilakukan untuk mendapatkan nilai dari hujan rancangan dengan kala ulang tertentu yang kemudian akan digunakan dalam analisis pola distribusi hujan jam-jaman metode empiris yakni dengan menggunakan metode Mononobe dan ABM.

Data yang digunakan untuk menganalisis hujan rancangan merupakan data hujan harian maksimum tahunan dari seluruh stasiun yang ada di DAS Opak. Data diambil berdasarkan metode *Annual Maximum Series*, hal ini dikarenakan data yang digunakan melebihi periode 10 tahun. Data yang digunakan dalam analisis hujan rancangan dapat dilihat dalam tabel 5.23 berikut.

**Tabel 5.23** Data Hujan Harian Maksimum

Tahun	P (mm)						
1978	177.33	1988	128.64	1998	115.00	2008	96.06
1979	86.00	1989	107.50	1999	99.82	2009	77.31
1980	105.50	1990	92.67	2000	100.67	2010	68.82
1981	123.00	1991	123.23	2001	100.12	2011	85.28
1982	116.25	1992	169.23	2002	76.14	2012	87.50
1983	92.00	1993	94.09	2003	100.94	2013	87.29
1984	120.29	1994	102.31	2004	153.88	2014	90.63
1985	118.82	1995	171.14	2005	120.71	2015	93.60
1986	103.30	1996	102.43	2006	116.09		
1987	119.73	1997	91.85	2007	107.11		

Dengan data diatas akan dilakukan analisis frekuensi, hal ini dikarenakan untuk mendapatkan perkiraan hujan rancangan diperlukan jenis distribusi yang sesuai dengan sifat statistik data (Harto Br. S, 2009). Jenis distribusi yang dipakai dalam penelitian ini adalah Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson Tipe III. Selanjutnya jenis distribusi kemudian dibandingkan hasil analisis parameter statistiknya untuk kemudian didapatkan jenis distribusi terbaik yang dapat mewakili data hujan yang digunakan, rekapitulasi hasil analisis frekuensi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 5.24 berikut.

**Tabel 5.24** Hasil Parameter Statistik

Jenis Sebaran	Syarat		Hasil Parameter Statistik		Keterangan
Normal	$cs \approx 0$	$ck \approx 3$	Cs	1.268046	Kurang
			Ck	4.745982	
Gumbel Tipe 1	$cs \leq 1.1396$	$ck \leq 5.4002$	Cs	1.268046	Kurang
			Ck	4.745982	

Log Person Tipe 3	cs $\neq$ 0	ck $\approx$ 4.3770	Cs	0.678735	Mendekati
			Ck	4.011128	
Log Normal	cs $\approx$ 1.6027	cv $\approx$ 0	Cs	0.647328	Mendekati
			Cv	0.046207	

Dari hasil analisis yang ditunjukkan dalam tabel 5.24 diatas disimpulkan bahwa jenis distribusi yang memiliki kesesuaian yang paling mendekati terhadap syarat parameter statistiknya adalah jenis ditribusi Log Pearson Tipe III dan Log Normal, kemudian untuk mendapatkan jenis distribusi yang terbaik dilakukan uji kesesuaian dengan menggunakan uji Chi-kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov.

Untuk uji kesesuaian menggunakan metode Chi-kuadrat jenis distribusi dikatakan sesuai apabila dari hasil analisis, nilai Chi-kuadratnya kurang dari nilai Chi-kritik. Sedangkan untuk metode Smirnov Kolmogorov suatu jenis distribusi dikatakan sesuai apabila nilai dari D hitung tidak melebihi nilai dari D tabel. Hasil analisis uji Chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov dapat dilihat pada tabel 5.25 dan 5.26 berikut.

**Tabel 5.25 Uji Kesesuaian Metode Chi-kuadrat**

Rekap Hasil				
Distribusi	Chi kuadrat	Chi Kritik	Syarat	Keterangan
Normal	6.8421	7.8147	Chi Kuadrat < Chi Kritik	Sesuai
Gumbel	4.0000	9.4877	Chi Kuadrat < Chi Kritik	Sesuai
Log Pearson Tipe III	3.0526	7.8147	Chi Kuadrat < Chi Kritik	Sesuai
Log Normal	3.6842	7.8147	Chi Kuadrat < Chi Kritik	Sesuai

**Tabel 5.26 Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov**

Rekap Hasil				
Distribusi	D Hitung	D Tabel	Syarat	Keterangan
Normal	0.1403	0.2206	D Hitung < D Tabel	Sesuai
Gumbel	0.0527	0.2206	D Hitung < D Tabel	Sesuai
Log Pearson Tipe III	0.0965	0.2206	D Hitung < D Tabel	Sesuai
Log Normal	0.9604	0.2206	D Hitung < D Tabel	Tidak Sesuai

Dari hasil analisis yang dapat dilihat pada tabel 5.25 dan 5.26 diketahui bahwa melalui analisis Chi-kuadrat semua jenis distribusi memiliki hasil uji kesesuaian yang baik, sedangkan untuk hasil uji kesesuaian menggunakan uji

Smirnov Kolmogorov diketahui bahwa dari keempat jenis distribusi hanya distribusi Log Normal yang dikatakan tidak memenuhi syarat.

Dengan meninjau hasil analisis frekuensi dan analisis uji kesesuaian disimpulkan bahwa jenis distribusi yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson Tipe III, sehingga dalam melakukan perhitungan hujan rancangan dalam penelitian ini digunakan hasil perhitungan parameter statistik distribusi Log Pearson Tipe III. Selanjutnya hasil dari analisis hujan rancangan dapat dilihat pada tabel 5.27 berikut.

**Tabel 5.27 Hasil Analisis Hujan Rancangan**

T (tahun)	p(x)	lnQ rerata	Sln	t	K	Xtln	Xt
2	0.500	4.675	0.207	0.000	-0.112	4.652	104.777
5	0.800	4.675	0.207	0.841	0.790	4.838	126.237
10	0.900	4.675	0.207	1.282	1.330	4.950	141.139
20	0.950	4.675	0.207	1.645	1.813	5.050	155.957
25	0.960	4.675	0.207	1.751	1.960	5.080	160.777
50	0.980	4.675	0.207	2.054	2.398	5.171	176.019
100	0.990	4.675	0.207	2.327	2.814	5.257	191.813
200	0.995	4.675	0.207	2.576	3.213	5.339	208.292

## 5.5 Pola Distribusi Hujan Metode Empiris

Dalam analisis pola distribusi hujan ketersediaan data hujan hujan jam-jaman sangatlah penting, namun ketersediaan data tersebut masih sangat jarang di Indonesia sehingga perhitungan analisis pola distribusi hujan dapat ditempuh dengan menggunakan metode empiris seperti metode Mononobe dan ABM. Untuk analisis pola distribusi hujan dengan metode empiris diperlukan data hujan rancangan dengan kala ulang tertentu sebagai masukan yang telah dijelaskan dalam subbab sebelumnya.

### 5.5.1 Pola Distribusi Hujan Metode Mononobe

Untuk menganalisis pola distribusi hujan menggunakan metode Mononobe hal pertama yang dilakukan adalah mengubah nilai hujan rancangan menjadi

intensitas hujan dalam satu jam dengan menggunakan persamaan (3.1). Contoh perhitungan analisis pola dsitribusi hujan menggunakan metode Mononobe untuk ditsribusi hujan 2 jam menggunakan hujan rancangan dengan kala ulang 2 tahun untuk kedalaman hujan jam pertama dapat dilihat sebagai berikut.

$$R_{24} = 104,777 \text{ mm}$$

$$T = 1 \text{ jam (jam pertama)}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = \frac{104,777}{24} \left(\frac{24}{1}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = 36,324 \text{ mm}$$

$$P = I_t \times t$$

$$P = 36,324 \times 1$$

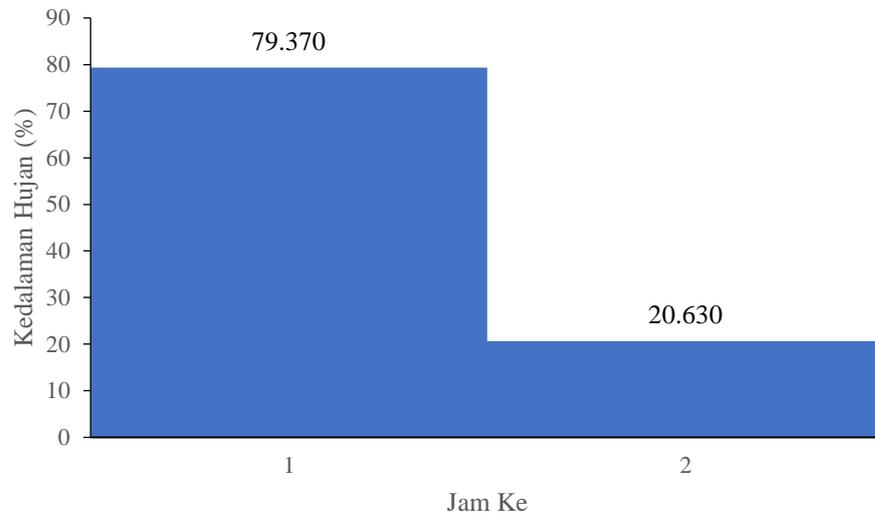
$$P = 36,324 \text{ mm}$$

Secara lengkap hasil analisis pola distribusi hujan metode Mononobe untuk durasi hujan 2 jam dengan hujan rancangan kala ulang 2 tahun dapat dilihat dalam tabel 5.28 berikut.

**Tabel 5.28 Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Metode Mononobe**

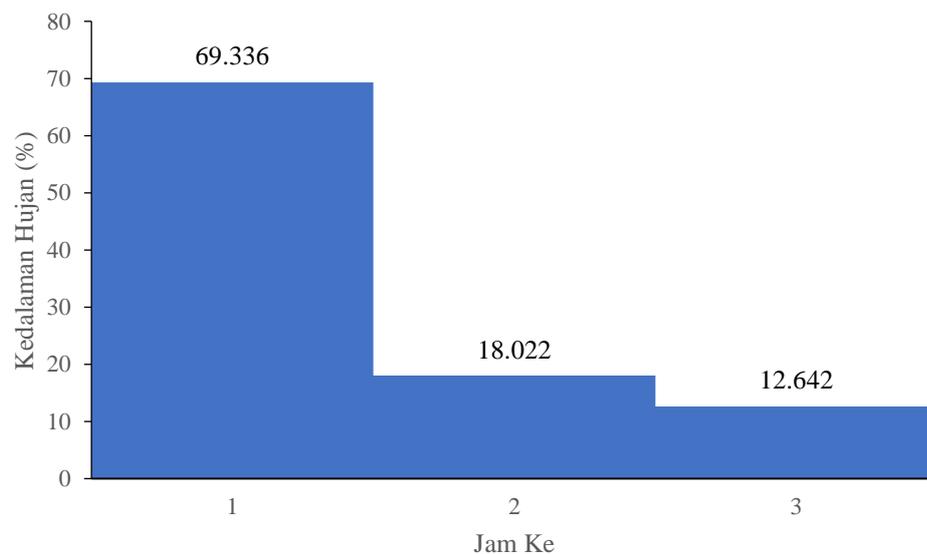
Agihan Hujan 2 Jam Kala Ulang 2 Tahun				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	79.370
2	22.883	45.766	9.441	20.630
Jumlah			45.766	100.000

Hasil analisis juga disajikan dalam bentuk histogram yang dapat dilihat pada gambar 5.17. Sedangkan untuk tabel hasil analisis pola distribusi hujan dengan durasi lama kejadian hujan 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 jam dapat dilihat pada lampiran 2.



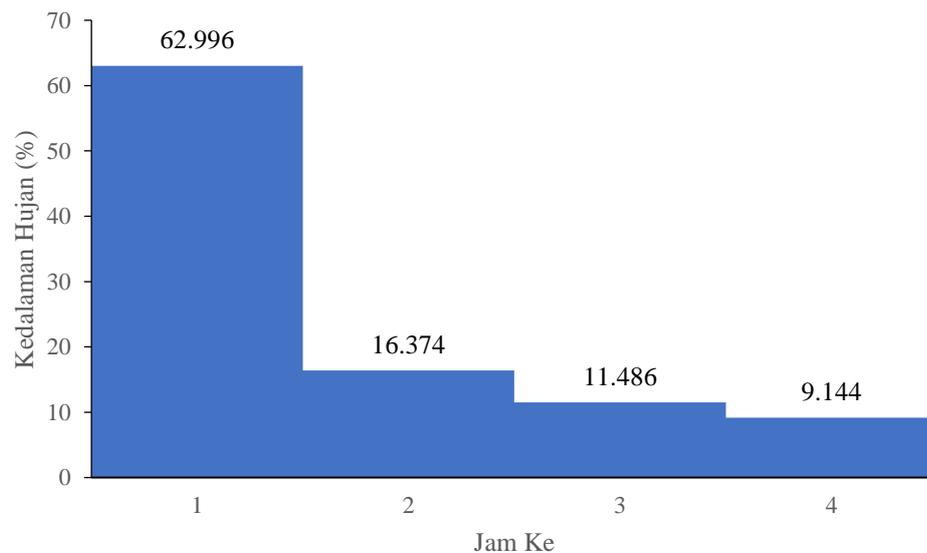
**Gambar 5.17 Pola Distribusi Hujan 2 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 2 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 79,370% pada jam pertama dan 20,630% pada jam kedua. Pola distribusi hujan dengan durasi 3 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.18 berikut.



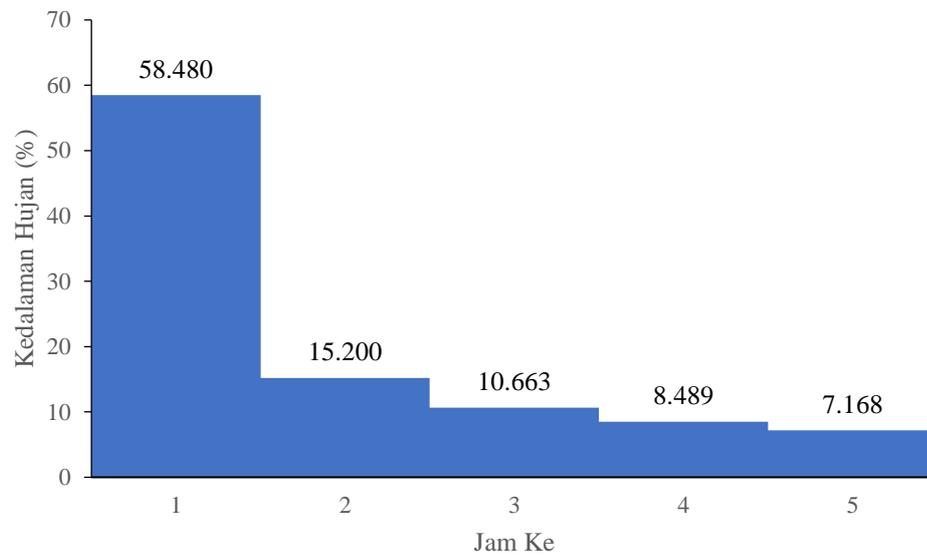
**Gambar 5.18 Pola Distribusi Hujan 3 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 3 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 69,336% pada jam pertama, 18,022% pada jam kedua, dan 12,642% pada jam ketiga. Pola distribusi hujan dengan durasi 4 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.19 berikut.



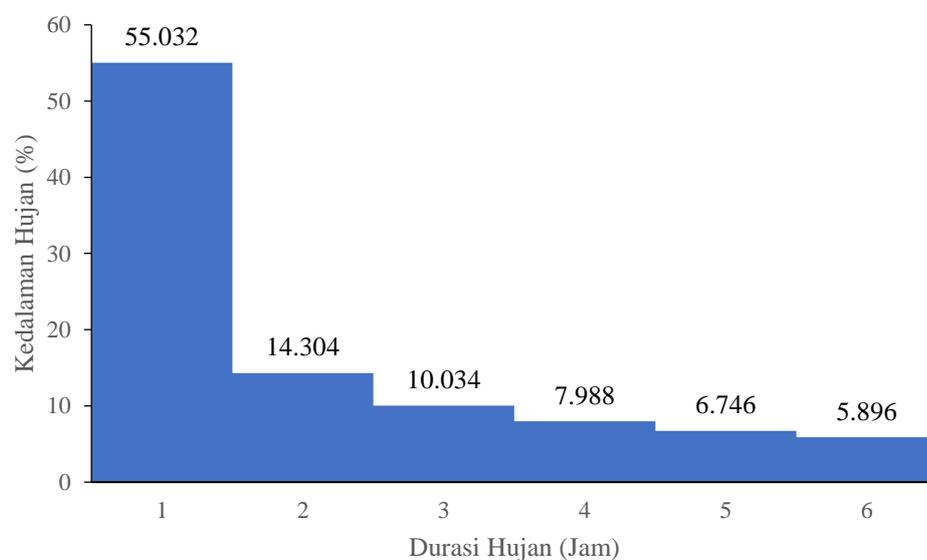
**Gambar 5.19 Pola Distribusi Hujan 4 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 4 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 62,996% pada jam pertama, 16,274% pada jam kedua, 11,486% pada jam ketiga, dan 9,144% pada jam keempat. Pola distribusi hujan dengan durasi 5 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.20 berikut.



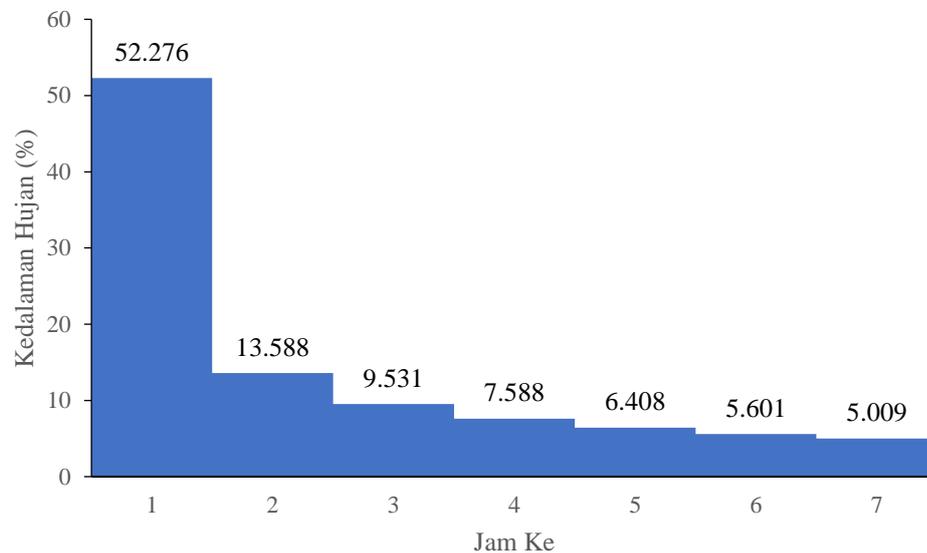
**Gambar 5.20 Pola Distribusi Hujan 5 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 5 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 58,480% pada jam pertama, 15,200% pada jam kedua, 10,663% pada jam ketiga, 8,849% pada jam keempat, dan 7,618% pada jam kelima. Pola distribusi hujan dengan durasi 6 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.21 berikut.



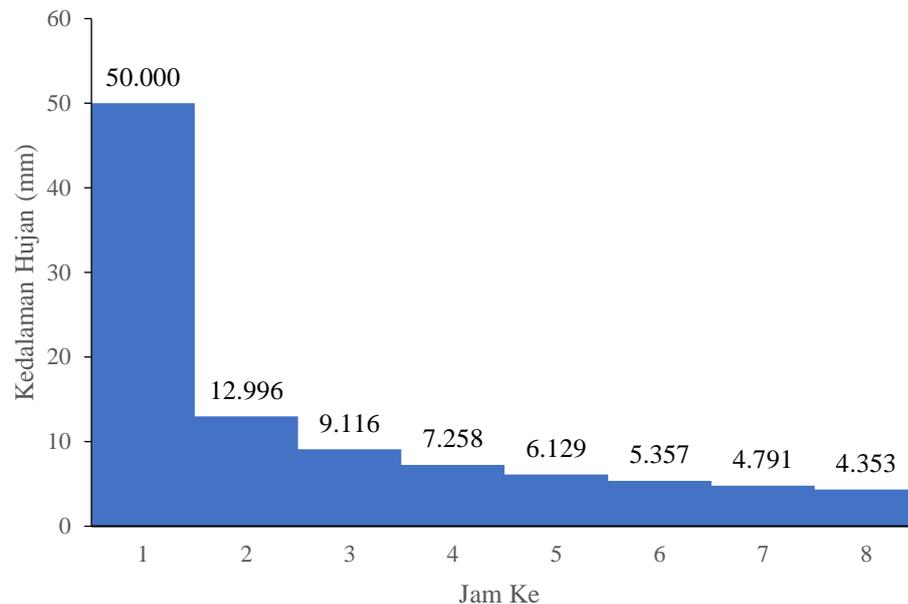
**Gambar 5.21 Pola Distribusi Hujan 6 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 6 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 55,032% pada jam pertama, 14,304% pada jam kedua, 10,034% pada jam ketiga, 7,988% pada jam keempat, 6,746% pada jam kelima, dan 5,896% pada jam keenam. Pola distribusi hujan dengan durasi 7 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.22 berikut.



**Gambar 5.22 Pola Distribusi Hujan 7 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 7 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 52,276% pada jam pertama, 13,588% pada jam kedua, 9,531% pada jam ketiga, 7,588% pada jam keempat, 6,408% pada jam kelima, 5,601% pada jam keenam, dan 5,009% pada jam ketujuh. Pola distribusi hujan dengan durasi 8 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.23 berikut.



**Gambar 5.23 Pola Distribusi Hujan 8 Jam Metode Mononobe**

Dari histogram diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode Mononobe dengan durasi hujan 8 jam, hujan berturut-turut terjadi dengan kedalaman 50,000% pada jam pertama, 12,996% pada jam kedua, 9,116% pada jam ketiga, 7,258% pada jam keempat, 6,129% pada jam kelima, 5,357% pada jam keenam, 4,791% pada jam ketujuh, dan 4,353% pada jam kedelapan.

### 5.5.2 Pola Distribusi Hujan Metode *Alternating Block* (ABM)

Dalam penggunaan metode ABM kedalaman hujan diperoleh dari perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktunya. Intensitas hujan didapat dengan menggunakan persamaan (3.1). Pada dasarnya besaran presentase kedalaman hujan metode Mononobe dan ABM adalah sama, namun pada metode ABM dalam pembentukan hietografinya pertambahan hujan tersebut diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan presentase kedalaman hujan maksimum berada pada tengah-tengah durasi hujan  $T_d$  dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak-balik pada kanan dan kiri blok tengah.

Contoh perhitungan analisis pola dsitribusi hujan menggunakan metode ABM untuk ditsribusi hujan 2 jam menggunakan hujan rancangan dengan kala ulang 2 tahun dapat dilihat sebagai berikut.

$$R_{24} = 104,777 \text{ mm}$$

$$T = 1 \text{ jam}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = \frac{104,777}{24} \left(\frac{24}{1}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = 36,324 \text{ mm}$$

$$P = I_t \times T_d$$

$$P = 36,324 \times 1$$

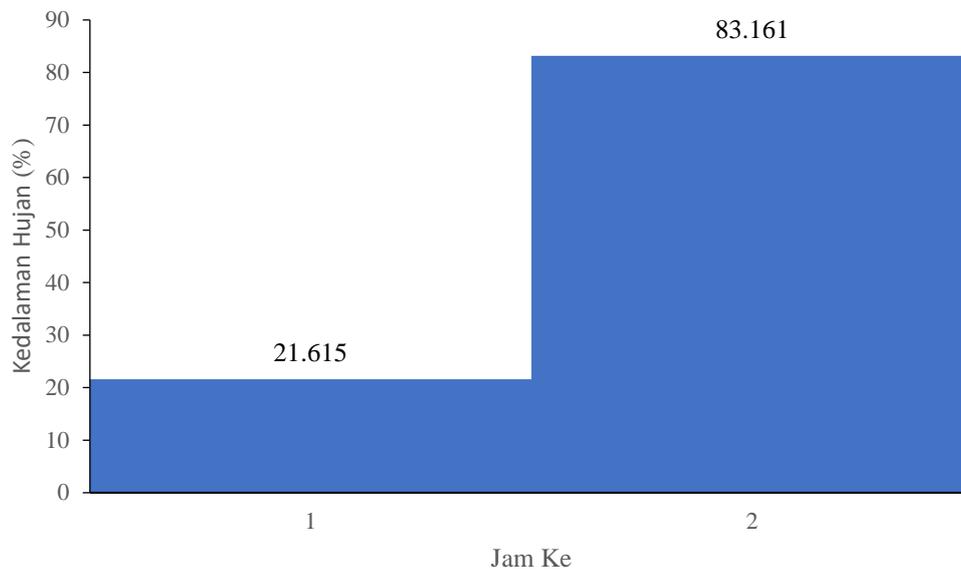
$$P = 36,324 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan lebih lanjut secara lebih rinci dimuat dalam tabel 5.29 berikut ini.

**Tabel 5.29 Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Metode Mononobe**

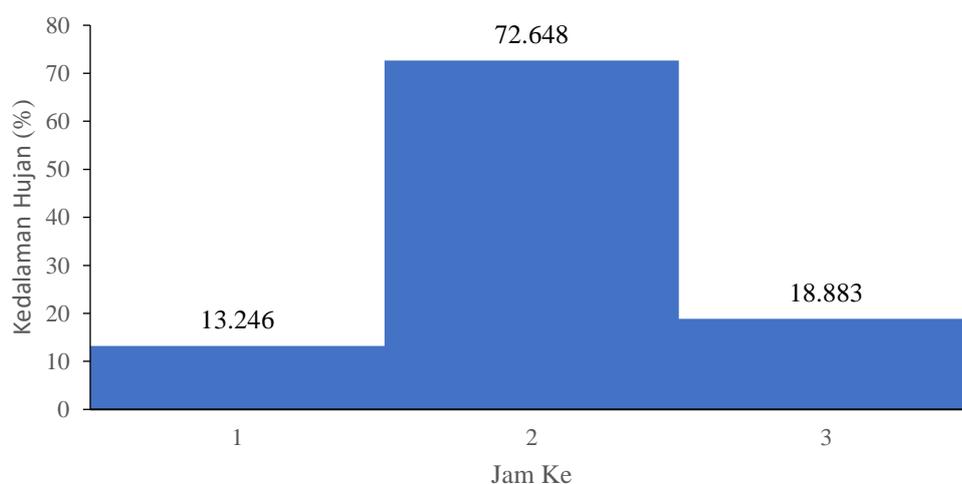
Distribusi Hujan 2 Jam						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	79.370	20.630	21.615
2	22.883	45.766	9.441	20.630	79.370	83.161
Jumlah			45.766	100.000	100.000	104.777

Untuk memudahkan pembacaan hasil perhitungan digambarkan dalam bentuk hietograf pada gambar 5.24 berikut.



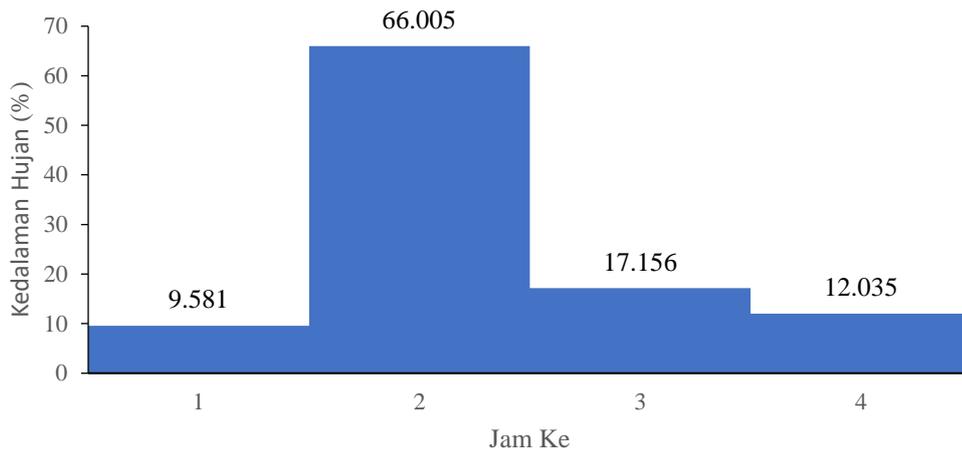
**Gambar 5.24 Pola Distribusi Hujan 2 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 2 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam kedua dengan nilai 83,161%. Untuk tabel hasil perhitungan pola distribusi hujan dengan durasi 3, 4 , 5, 6, 7, dan 8 jam dapat dilihat pada lampiran 2. Pola distribusi hujan dengan durasi 3 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.25 berikut.



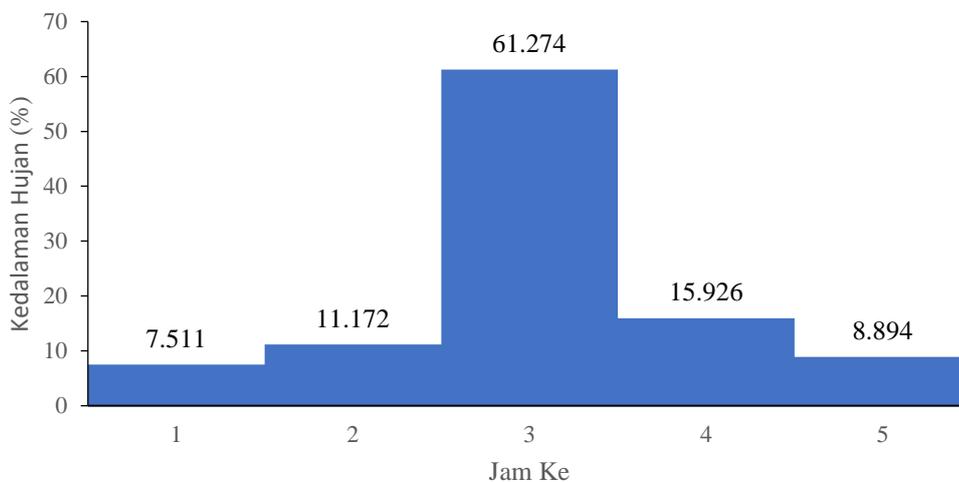
**Gambar 5.25 Pola Distribusi Hujan 3 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 3 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam kedua dengan nilai 72,648%. Pola distribusi hujan dengan durasi 4 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.26 berikut



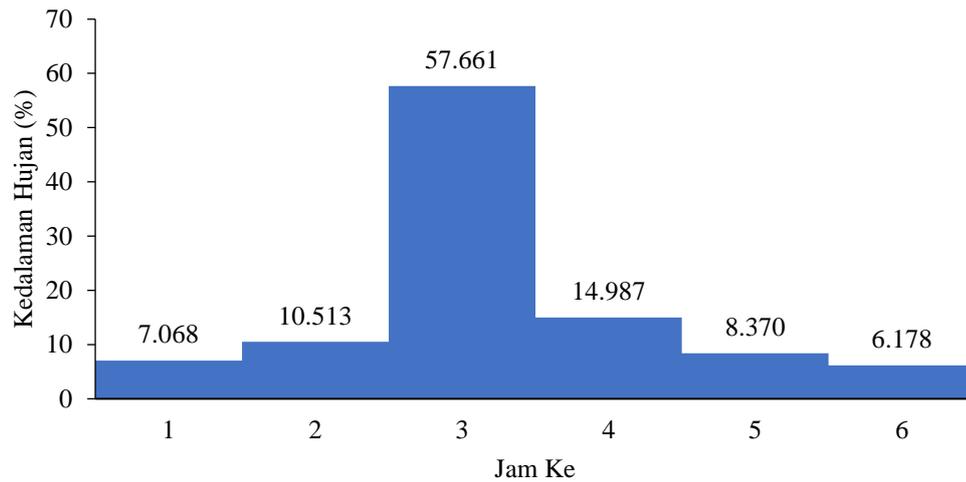
**Gambar 5.26 Pola Distribusi Hujan 4 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 4 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam kedua dengan nilai 66,005%. Pola distribusi hujan dengan durasi 5 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.27 berikut.



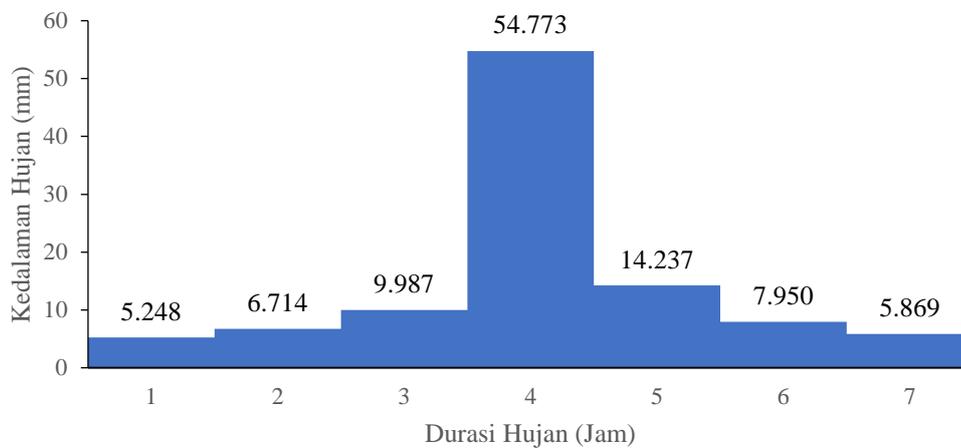
**Gambar 5.27 Pola Distribusi Hujan 5 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 5 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam ketiga dengan nilai 61,274%. Pola distribusi hujan dengan durasi 6 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.28 berikut.



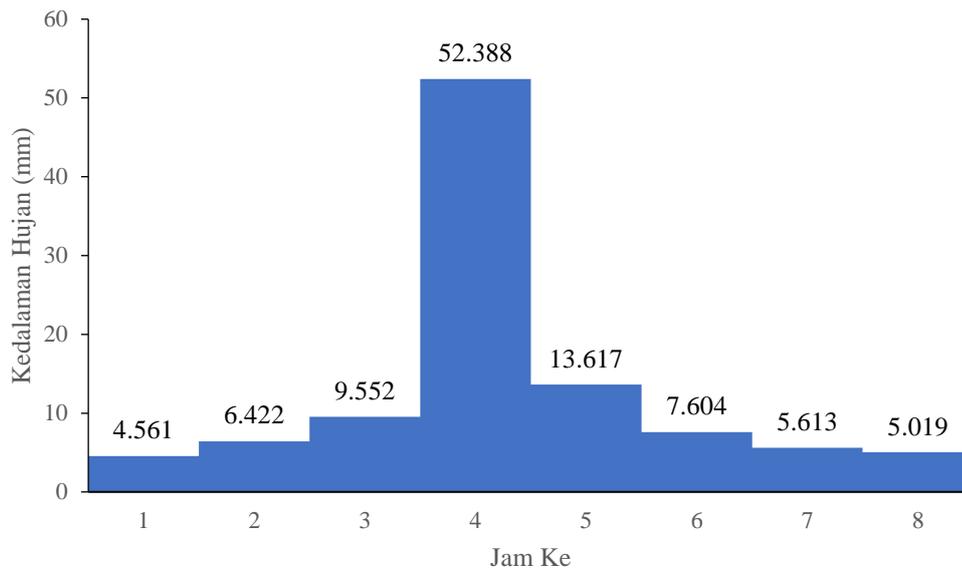
**Gambar 5.28 Pola Distribusi Hujan 6 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 6 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam ketiga dengan nilai 57,661%. Pola distribusi hujan dengan durasi 7 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.29 berikut.



**Gambar 5.29 Pola Distribusi Hujan 7 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 7 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam keempat dengan nilai 54,773%. Pola distribusi hujan dengan durasi 8 jam dapat dilihat pada gambar histogram 5.30 berikut.



**Gambar 5.30 Pola Distribusi Hujan 8 Jam Metode ABM**

Dari histogram atau hietograf diatas diketahui bahwa untuk pola distribusi hujan metode ABM dengan durasi hujan 7 jam, puncak presentase kedalaman hujan terdapat pada jam keempat dengan nilai 54,773%.

## 5.6 Uji Penyimpangan Metode Empiris Terhadap Metode Observasi

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kedekatan pola distribusi metode empiris terhadap metode observasi dengan cara menghitung penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode tersebut.

### 5.6.1 Penyimpangan Metode Mononobe Terhadap Metode Observasi

Hasil analisis penyimpangan antara metode mononobe dan metode observasi dimuat dalam tabel 5.30 – 5.36 berikut.

**Tabel 5.30 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 2 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	49.487	1	79.370	1	-60.384
2	100.000	2	100.000	2	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 2 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -60,384% pada jam pertama dan 0% pada jam kedua. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 3 jam dapat dilihat pada tabe 5.31 berikut.

**Tabel 5.31 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 3 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 3 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	46.984	1	69.336	1	-47.575
2	89.983	2	87.358	2	2.917
3	100.000	3	100.000	3	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 3 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -47,575% pada jam pertama, 2,917% pada jam kedua, dan 0% pada jam ketiga. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 4 jam dapat dilihat pada tabel 5.32 berikut.

**Tabel 5.32 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 4 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 4 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	48.411	1	62.996	1	-30.127
2	81.810	2	79.370	2	2.983
3	94.990	3	90.856	3	4.352
4	100.000	4	100.000	4	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 4 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -30,127% pada jam pertama, 2,983% pada jam kedua, 4,352% pada jam ketiga, dan 0% pada jam keempat. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 5 jam dapat dilihat pada tabel 5.33 berikut.

**Tabel 5.33 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 5 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 5 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	30.038	1	58.480	1	-94.687
2	66.997	2	67.922	2	-1.380
3	92.692	3	78.584	3	15.220
4	97.083	4	87.073	4	10.311
5	100.000	5	100.000	5	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 5 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -94,687% pada jam pertama, -1,380% pada jam kedua, 15,220% pada jam ketiga, 10,331% pada jam keempat, dan 0% pada jam kelima. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 6 jam dapat dilihat pada tabel 5.34 berikut.

**Tabel 5.34 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 6 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 6 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	25.919	1	55.032	1	-112.322
2	55.654	2	69.336	2	-24.584
3	71.248	3	79.370	3	-11.399
4	91.667	4	87.358	4	4.701
5	97.021	5	94.104	5	3.007
6	100.000	6	100.000	6	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 6 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -112,322% pada jam pertama, -24,584% pada jam kedua, -11,399% pada jam ketiga, 4,701% pada jam keempat, 3,007% pada jam kelima, dan 0% pada jam keenam. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 7 jam dapat dilihat pada tabe 5.35 berikut.

**Tabel 5.35 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 7 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 7 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	25.586	1	52.276	1	-104.312
2	51.504	2	65.863	2	-27.880
3	65.250	3	75.395	3	-15.547
4	80.236	4	82.983	4	-3.424
5	93.768	5	89.390	5	4.668
6	98.376	6	94.991	6	3.440
7	100.000	7	100.000	7	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 7 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -104,312% pada jam pertama, -27,880% pada jam kedua, -15,547% pada jam ketiga, -3,424% pada jam keempat, 4,668% pada jam kelima, 3,440% pada jam keenam, dan 0% pada jam ketujuh. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 8 jam dapat dilihat pada tabel 5.36 berikut.

**Tabel 5.36 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 8 Jam Antara Metode Mononobe dengan Metode Observasi**

Hujan 8 Jam					
Observasi		Mononobe		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	17.999	1	50.000	1	-177.790
2	41.738	2	62.996	2	-50.933
3	59.361	3	72.112	3	-21.481
4	68.260	4	68.260	4	0.000
5	83.121	5	85.499	5	-2.861
6	92.255	6	90.856	6	1.517
7	96.459	7	95.647	7	0.843
8	100.000	8	100.000	8	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 8 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah -177,790% pada jam pertama, -50,993% pada jam kedua, -21,481% pada jam ketiga, 0% pada jam keempat, -2,861% pada jam kelima, 1,517% pada jam keenam, 0,843% pada jam ketujuh, dan 0% pada jam kedelapan

### 5.6.2 Penyimpangan Metode ABM Terhadap Metode Observasi

Hasil analisis penyimpangan antara metode mononobe dan metode observasi dimuat dalam tabel 5.37 – 5.43 berikut.

**Tabel 5.37 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 2 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 2 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	49.487	1	20.630	1	58.313
2	100.000	2	100.000	2	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 2 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 58,313% pada jam pertama dan 0% pada jam kedua. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 3 jam dapat dilihat pada tabel 5.38 berikut.

**Tabel 5.38 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 3 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 3 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	46.984	1	12.642	1	73.093
2	89.983	2	81.978	2	8.896
3	100.000	3	100.000	3	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 3 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 73,093% pada jam pertama, 8,896% pada jam kedua, dan 0% pada jam ketiga. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 4 jam dapat dilihat pada tabel 5.39 berikut.

**Tabel 5.39 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 4 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 4 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	48.411	1	9.144	1	81.112
2	81.810	2	72.140	2	11.820
3	94.990	3	88.514	3	6.818
4	100.000	4	100.000	4	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 4 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 81,112% pada jam pertama, 11,820% pada jam kedua, 6,818% pada jam ketiga, dan 0% pada jam keempat. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 5 jam dapat dilihat pada tabel 5.40 berikut.

**Tabel 5.40 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 5 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 5 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	30.038	1	7.168	1	76.136
2	66.997	2	17.831	2	73.386
3	92.692	3	76.311	3	17.672
4	97.083	4	91.511	4	5.739
5	100.000	5	100.000	5	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 5 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 76,136% pada jam pertama, 73,386% pada jam kedua, 17,672% pada jam ketiga, 5,739% pada jam keempat, dan 0% pada jam kelima. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 6 jam dapat dilihat pada tabel 5.41 berikut.

**Tabel 5.41 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 6 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 6 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	25.919	1	6.746	1	73.975
2	55.654	2	16.779	2	69.851
3	71.248	3	71.812	3	-0.791
4	91.667	4	86.116	4	6.056
5	97.021	5	94.104	5	3.007
6	100.000	6	100.000	6	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 6 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 73,975% pada jam pertama, 69,851% pada jam kedua, -0,791% pada jam ketiga, 6,056% pada jam keempat, 3,007% pada jam kelima, dan 0% pada jam keenam. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 7 jam dapat dilihat pada tabel 5.42 berikut.

**Tabel 5.42 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 7 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

Hujan 7 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	25.586	1	5.009	1	80.425
2	51.504	2	11.416	2	77.834
3	65.250	3	20.948	3	67.896
4	80.236	4	73.223	4	8.739
5	93.768	5	86.811	5	7.419
6	98.376	6	94.399	6	4.043
7	100.000	7	100.000	7	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 7 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 80,425% pada jam pertama, 77,834% pada jam kedua, 67,896% pada jam ketiga, 8,739% pada jam keempat, 7,419% pada jam kelima, 4,043% pada jam keenam, dan 0% pada jam ketujuh. Untuk hasil analisis kesesuaian pola distribusi 8 jam dapat dilihat pada tabel 5.43 berikut.

**Tabel 5.43 Penyimpangan Distribusi Hujan Durasi 8 Jam Antara Metode ABM dengan Metode Observasi**

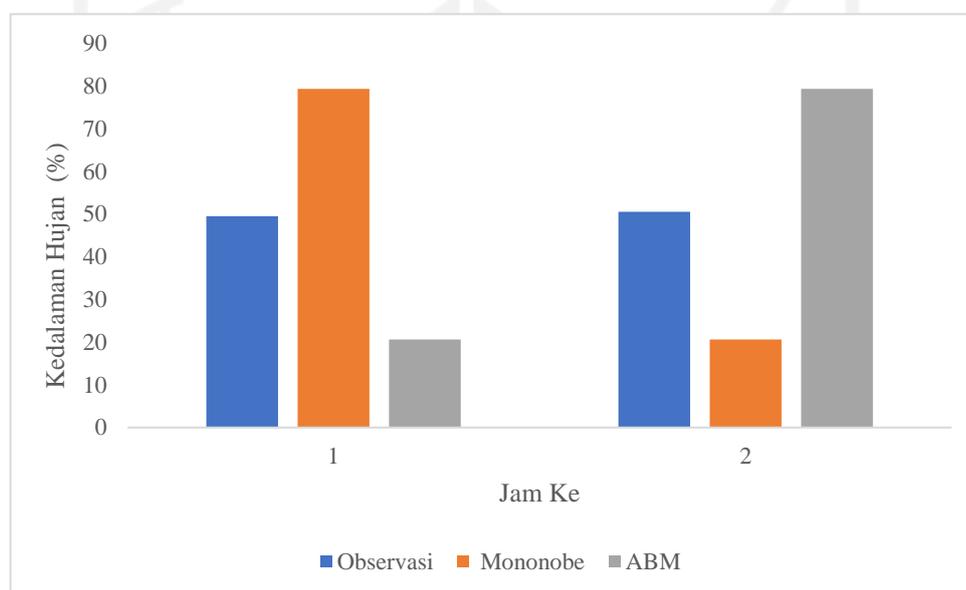
Hujan 8 Jam					
Observasi		ABM		Penyimpangan	
Jam	%	Jam	%	Jam	%
1	17.999	1	4.353	1	75.813
2	41.738	2	10.482	2	74.886
3	59.361	3	19.599	3	66.984
4	68.260	4	69.599	4	-1.960
5	83.121	5	82.595	5	0.633
6	92.255	6	89.852	6	2.605
7	96.459	7	95.465	7	1.031
8	100.000	8	100.000	8	0.000

Dari tabel diatas diketahui untuk pola distribusi hujan 8 jam penyimpangan yang terjadi diantara kedua metode adalah 75,813% pada jam pertama, 74,886% pada jam kedua, 66,984% pada jam ketiga, -1,960% pada jam

keempat, 0,633% pada jam kelima, 2,605% pada jam keenam, 1,031% pada jam ketujuh, dan 0% pada jam kedelapan

### 5.6.3 Perbandingan Kesesuaian Metode ABM dan Metode Mononobe Terhadap Metode Observasi

Dalam melakukan perbandingan kesesuaian hasil, pola distribusi hujan dimuat kedalam bentuk histrogram untuk melihat perbedaan pola yang terjadi. Untuk pola distribusi hujan 2 jam dapat dilihat pada gambar histrogram 5.31 berikut.

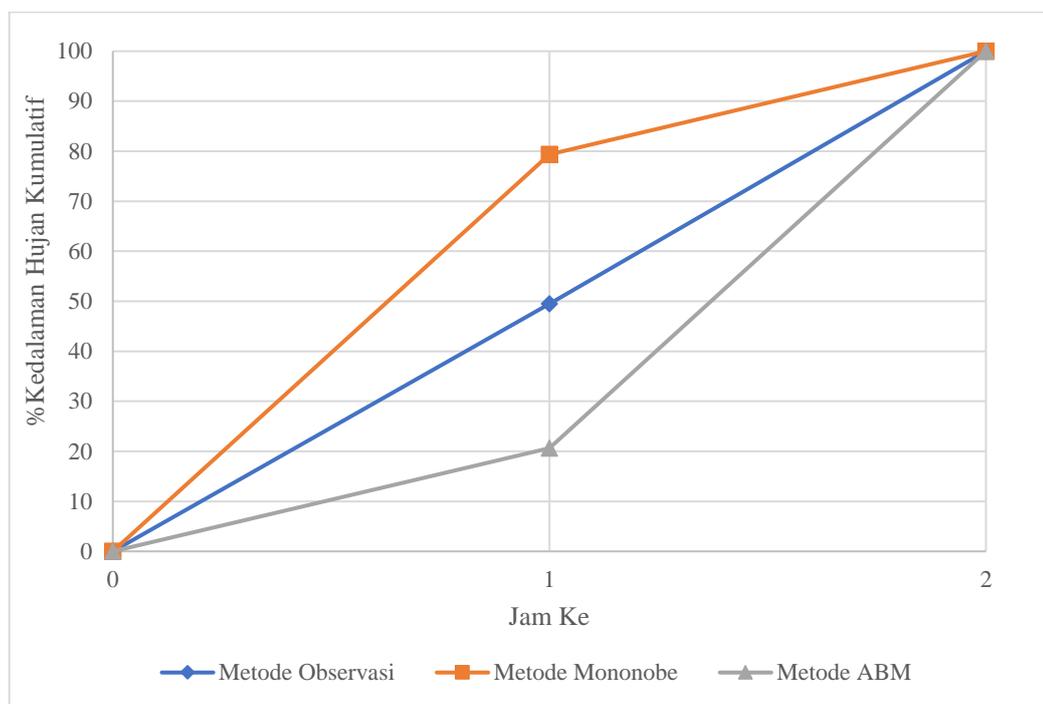


**Gambar 5.31 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 2 Jam**

Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 2 jam, dari histrogram dapat diketahui bahwa pola distribusi metode ABM memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode Mononobe terhadap metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histrogram dimana untuk metode observasi dan ABM puncak hujan terjadi pada jam kedua, sedangkan untuk metode Mononobe menunjukkan hal yang sebaliknya. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode Mononobe dan observasi menunjukkan angka -60,384% relatif lebih besar

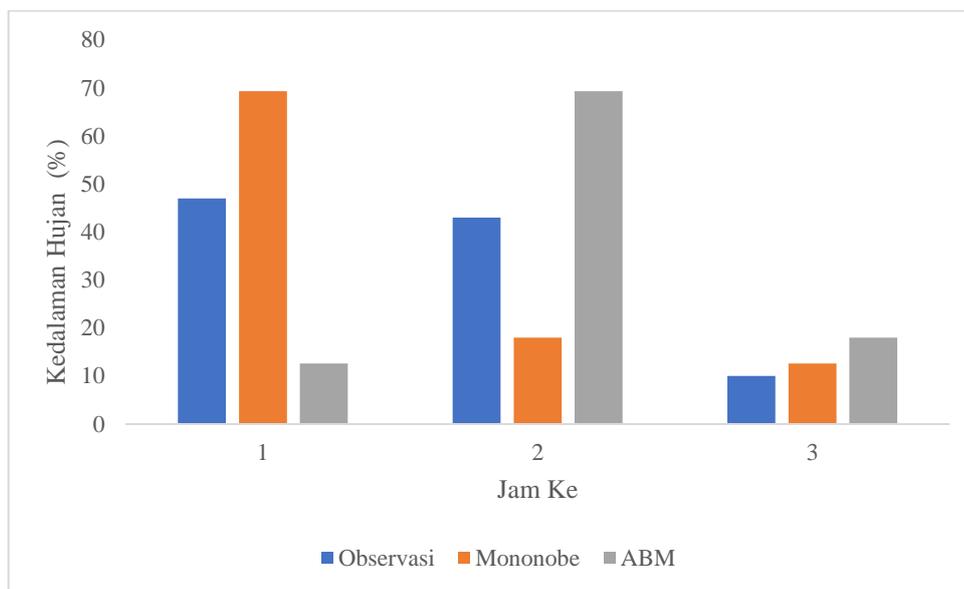
jika dibandingkan dengan penyimpangan antara metode ABM dan observasi yang menunjukkan angka 58,313%.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.32 berikut.



**Gambar 5.32 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 2 Jam**

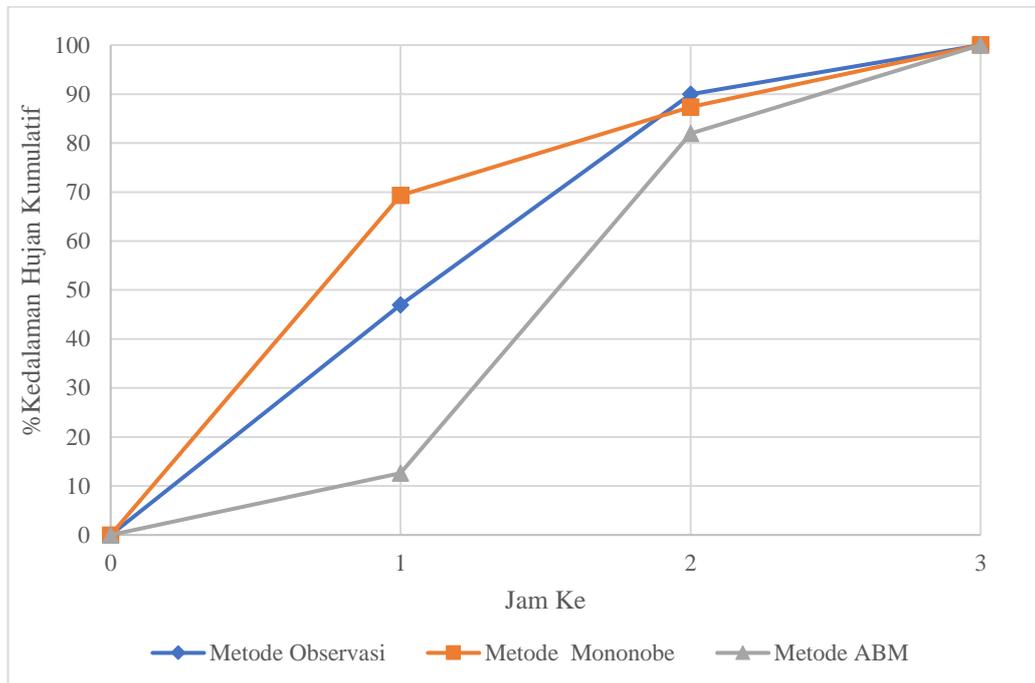
Dari grafik 5.32 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi ABM memiliki hasil kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode Mononobe terhadap metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 3 jam dapat dilihat pada Gambar 5.33 berikut.



**Gambar 5.33 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 3 Jam**

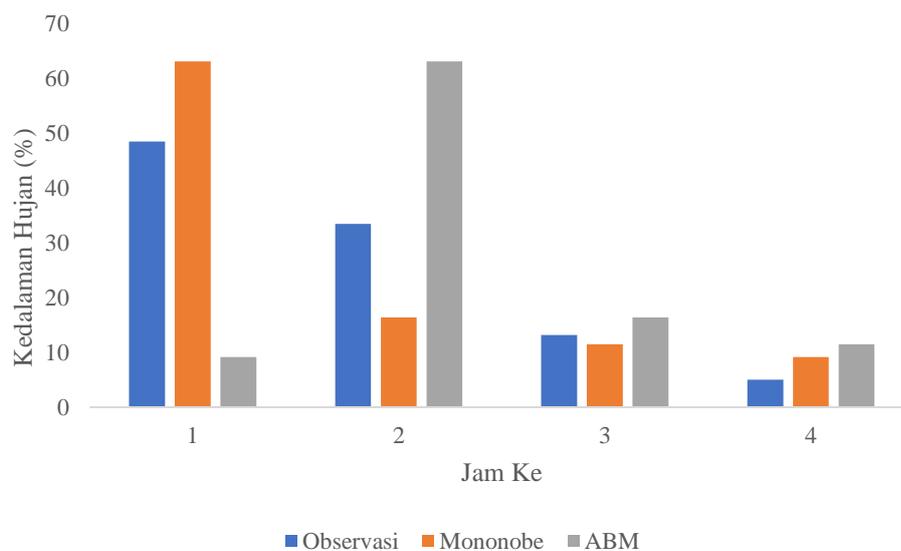
Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 3 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa pola distribusi metode Mononobe memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode ABM terhadap metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana untuk metode observasi dan Mononobe puncak hujan terjadi pada jam pertama, sedangkan untuk metode ABM puncak hujan terjadi pada jam kedua. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 73,093% relatif lebih besar jika dibandingkan dengan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -47,575%.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.34 berikut.



**Gambar 5.34 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 3 Jam**

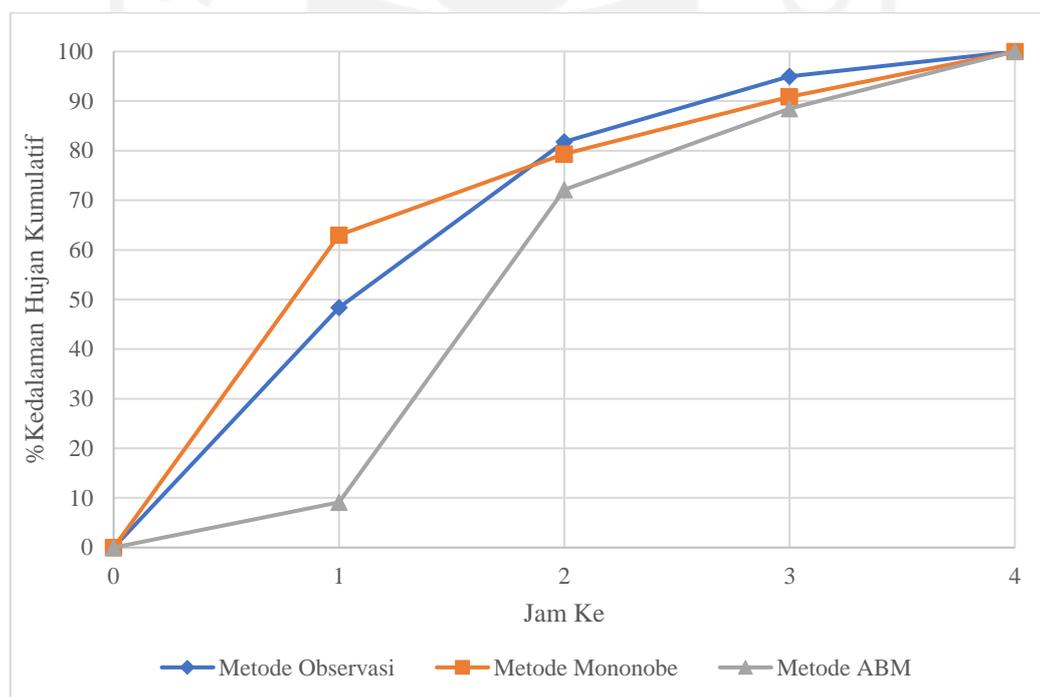
Dari grafik 5.34 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi Mononobe memiliki hasil kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode ABM terhadap metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 4 jam dapat dilihat pada Gambar 5.35 berikut.



**Gambar 5.35 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 4 Jam**

Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 4 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa pola distribusi metode Mononobe memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode ABM terhadap metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana untuk metode observasi dan Mononobe puncak hujan terjadi pada jam pertama, sedangkan untuk metode ABM puncak hujan terjadi pada jam kedua. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 81,112% relatif lebih besar jika dibandingkan dengan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -30,127%.

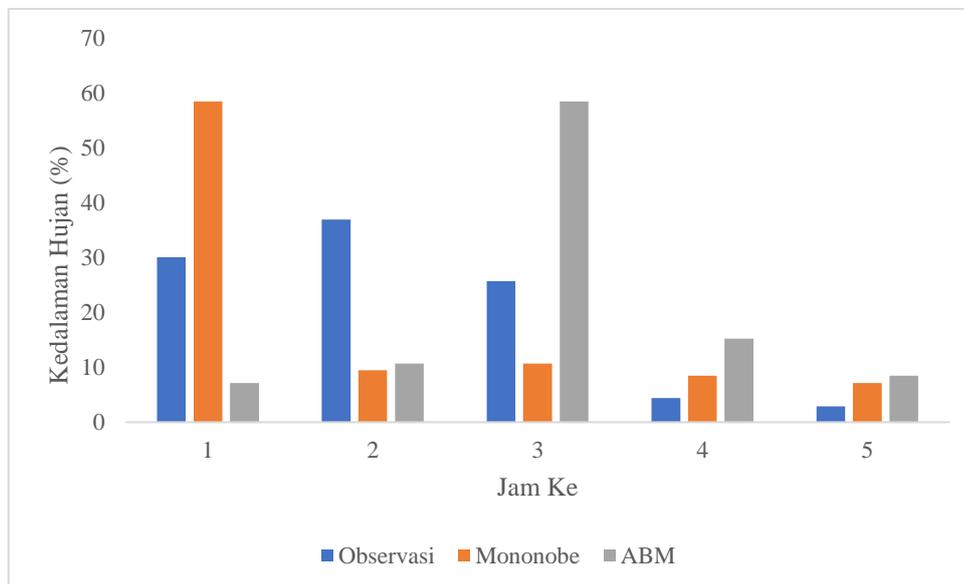
Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.36 berikut.



**Gambar 5.36 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 4 Jam**

Dari grafik 5.36 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi Mononobe memiliki hasil kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode ABM terhadap

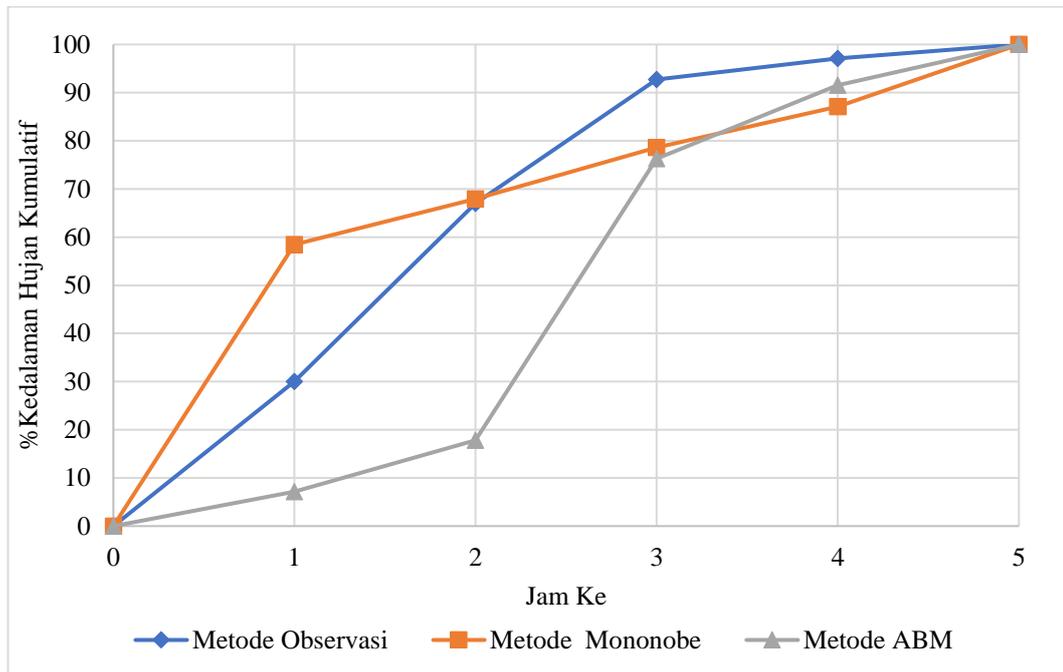
metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 5 jam dapat dilihat pada Gambar 5.37 berikut.



**Gambar 5.37 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 5 Jam**

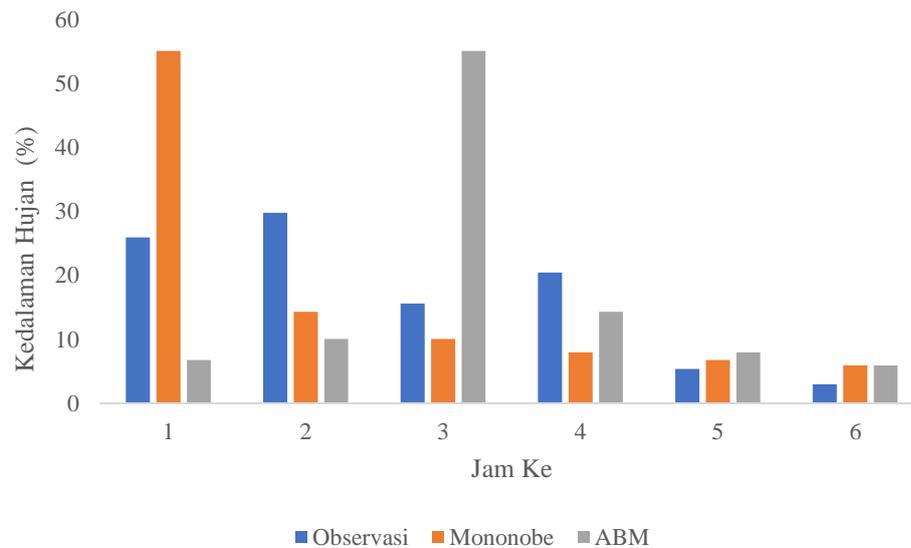
Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 5 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa kedua metode empiris yang digunakan sama-sama memiliki kesesuaian yang tidak dapat mendekati metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana puncak kejadian hujan untuk metode observasi terjadi pada jam kedua sedangkan untuk metode ABM dan Mononobe puncak hujan berturut-turut terjadi pada jam ketiga dan pertama. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 76,136% dan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -94,687% kedua metode memiliki penyimpangan yang relatif besar terhadap metode observasi sehingga dapat dikatakan bahwa untuk pola distribusi hujan durasi 5 jam tidak dapat didekati dengan menggunakan metode empiris.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.38 berikut.



**Gambar 5.38 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 5 Jam**

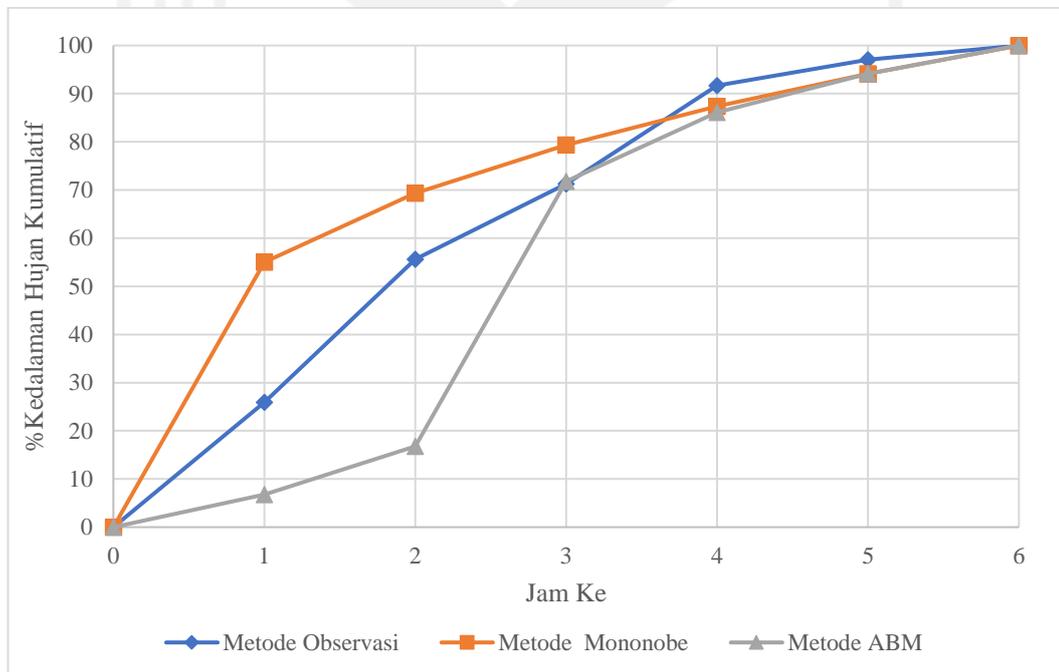
Dari grafik 5.38 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi empiris tidak dapat mendekati metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 5 jam dapat dilihat pada Gambar 5.39 berikut.



**Gambar 5.39 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 6 Jam**

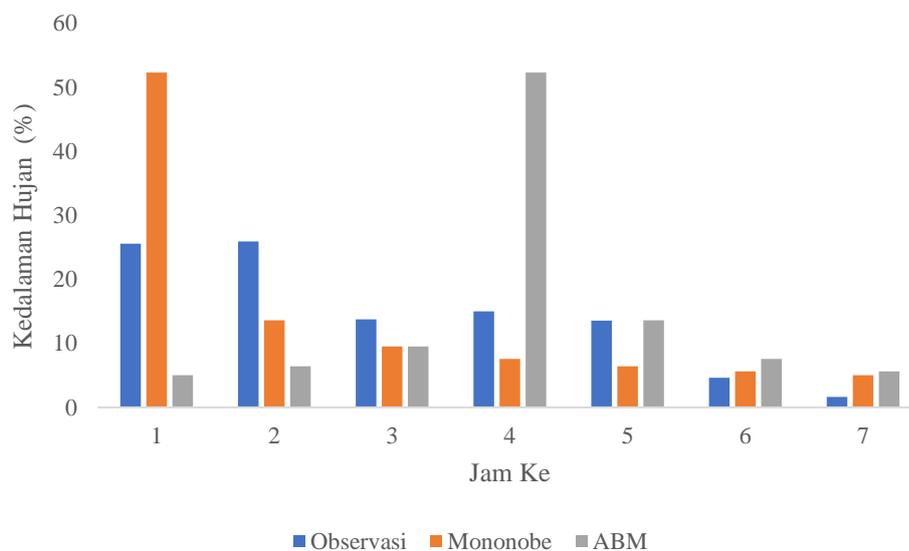
Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 6 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa kedua metode empiris yang digunakan sama-sama memiliki kesesuaian yang tidak dapat mendekati metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana puncak kejadian hujan untuk metode observasi terjadi pada jam kedua sedangkan untuk metode ABM dan Mononobe puncak hujan berturut-turut terjadi pada jam ketiga dan pertama. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 73,975% dan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -111,322% kedua metode memiliki penyimpangan yang relatif besar terhadap metode observasi sehingga dapat dikatakan bahwa untuk pola distribusi hujan durasi 6 jam tidak dapat didekati dengan menggunakan metode empiris.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.40 berikut.



**Gambar 5.40 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 6 Jam**

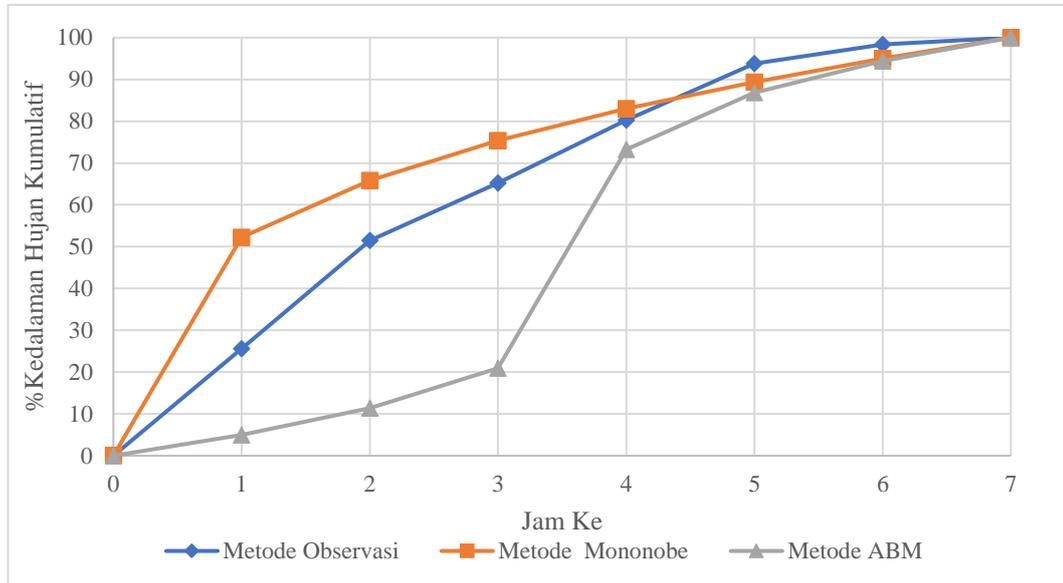
Dari grafik 5.40 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi empiris tidak dapat mendekati metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 7 jam dapat dilihat pada Gambar 5.41 berikut.



**Gambar 5.41 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 7 Jam**

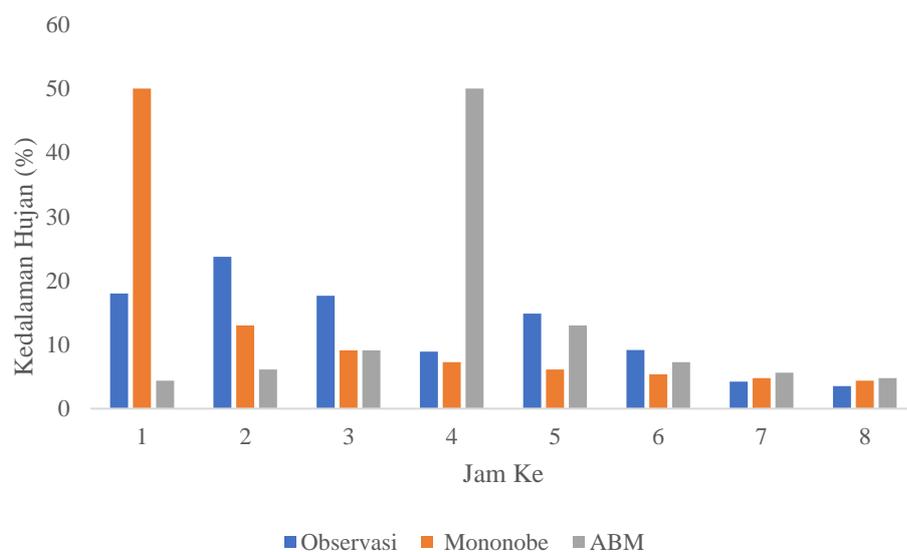
Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 7 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa kedua metode empiris yang digunakan sama-sama memiliki kesesuaian yang tidak dapat mendekati metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana puncak kejadian hujan untuk metode observasi terjadi pada jam kedua sedangkan untuk metode ABM dan Mononobe puncak hujan berturut-turut terjadi pada jam keempat dan pertama. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 80,425% dan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -104,312% kedua metode memiliki penyimpangan yang relatif besar terhadap metode observasi sehingga dapat dikatakan bahwa untuk pola distribusi hujan durasi 7 jam tidak dapat didekati dengan menggunakan metode empiris.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.42 berikut.



**Gambar 5.42 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 7 Jam**

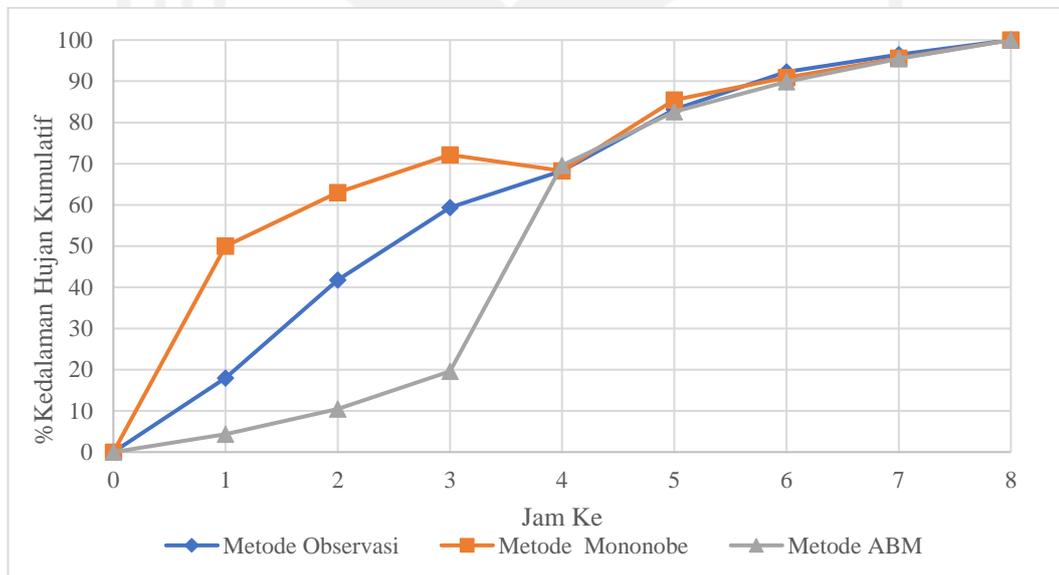
Dari grafik 5.42 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi empiris tidak dapat mendekati metode observasi adalah tepat. Selanjutnya untuk gambar histogram hasil perhitungan hujan durasi 8 jam dapat dilihat pada Gambar 5.43 berikut.



**Gambar 5.43 Kesesuaian Observasi, ABM, Mononobe Hujan Durasi 8 Jam**

Untuk pola distribusi hujan durasi hujan 8 jam, dari histogram dapat diketahui bahwa kedua metode empiris yang digunakan sama-sama memiliki kesesuaian yang tidak dapat mendekati metode observasi. Hal ini ditunjukkan sangat jelas dalam histogram dimana puncak kejadian hujan untuk metode observasi terjadi pada jam kedua sedangkan untuk metode ABM dan Mononobe puncak hujan berturut-turut terjadi pada jam keempat dan pertama. Hal ini juga didukung dengan hasil analisis kesesuaian pada sub bab sebelumnya, dimana berdasar hasil analisis penyimpangan yang terjadi pada jam pertama antara metode ABM dan observasi menunjukkan angka 75,813% dan penyimpangan antara metode Mononobe dan observasi yang menunjukkan angka -177,790% kedua metode memiliki penyimpangan yang relatif besar terhadap metode observasi sehingga dapat dikatakan bahwa untuk pola distribusi hujan durasi 8 jam tidak dapat didekati dengan menggunakan metode empiris.

Untuk lebih jelas hasil perbandingan juga dimuat dalam grafik distribusi yang ditunjukkan oleh gambar 5.44 berikut.



**Gambar 5.44 Grafik Pola Distribusi Hujan Durasi 8 Jam**

Dari grafik 5.44 diketahui bahwa kesimpulan yang diambil sebelumnya yang menyatakan pola distribusi empiris tidak dapat mendekati metode observasi adalah tepat.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Melalui hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan yang dapat diketahui sebagai berikut

1. Hujan yang memiliki kedalaman  $<50$  mm di dominasi oleh kelompok hujan dengan durasi 2 jam dengan jumlah 1360 kejadian.
2. Hujan yang memiliki kedalaman  $>50$  mm di dominasi oleh kelompok hujan dengan durasi 4 jam dengan jumlah 37 kejadian.
3. Untuk pola distribusi hujan jam-jaman dengan durasi hujan 2 jam pola distribusi hujan metode ABM memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode Mononobe terhadap metode observasi.
4. Untuk pola distribusi hujan jam-jaman dengan durasi hujan 3 dan 4 jam pola distribusi hujan metode Mononobe memiliki kesesuaian yang lebih baik terhadap metode observasi dibandingkan dengan metode ABM terhadap metode observasi.
5. Untuk pola distribusi hujan jam-jaman dengan durasi hujan 5 jam, 6 jam, 7 jam, dan 8 jam. Pola distribusi hujan tidak dapat didekati oleh metode empiris, dikarenakan nilai penimpangan yang terjadi terlalu besar.
6. Sebaiknya metode empiris hanya digunakan saat data hujan jam-jaman pada DAS yang ditinjau tidak tersedia, hal ini dikarenakan pola distribusi yang dibuat menggunakan data terukur adalah yang paling mewakili hujan yang sebenarnya sedangkan metode empiris hanya digunakan sebagai pendekatan.

#### **6.2 Saran**

Melalui hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat saya sampaikan berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya terkait pola distribusi hujan jam-jaman agar dapat menggunakan data-data hujan terbaru dari stasiun hujan otomatis yang ada sehingga dapat dibandingkan dengan pola hujan terdahulu.
2. Untuk penelitian selanjutnya terkait pola distiribusi hujan jam-jaman agar dapat dicoba metode empiris lainnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan anlisis dapat dikembangkan lebih lanjut terkait hidrograf banjir yang terjadi berdasarkan pola distribusi hujan jam-jaman yang didapat.



## DAFTAR PUSTAKA

- C.D. Soemarto. Ir. B.I.E. DIPL.H. 1995. Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2. Jakarta: Erlangga.
- Bisri, M., dan Andarwayanti. (1995). *Kalibrasi Parameter Hidrograf Satuan Sintetis Snyder (Studi Kasus di sub DAS Lesti, Genteng dan Amporong)*. Prosiding PIT X HATHI Cabang Ujung Pandang
- Chow, V.T., Maidment, D.R and Mays, L.W., (1988). *Applied Hydrology*. Mc. Graw Hill International Edition. Civil Engineering Series.
- Christian, K., Yudianto, D., dan Rusli, S.R. (2017). *Analisis Pola Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir DAS Cikapundung Hulu*. Jurnal Teknik Sumber Daya Air ISSN 0215-1251 Vol. 3 No. 3.
- Gustoro, D., Anggraheni, D. (2019). *Rainfall Distribution Pattern of Progo Watershed in Observational and Empirical Method*. MATEC Web of Conferences 280.
- Harto Br, S. (2009). *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Limantara, L.M. (2010). *Hidrologi Praktis*. CV. Lubuk Agung Jl. Pelajar Pejuang 45 No. 123 Bandung.
- Sofia, D.A. (2016). *Analisis Durasi Hujan Dominan dan Pola Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman di Wilayah Gunung Merapi*. JTERA – Jurnal Teknologi Rekayasa, Vol. 1.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan : Cetakan Kesembilan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Sumarauw, J.S.F. (2016). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (675-686) ISSN: 2337-6732.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Perum FT-UGM No.3 Seturan Caturtunggal Depok Sleman Yogyakarta 55281: Beta Offset Yogyakarta.



# LAMPIRAN

**Lampiran 1 Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode Observasi**

Distribusi Hujan 3 Jam				
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam
1	Kedalaman (mm)	28.200	22.000	0.900
	Presentase (%)	55.186	43.053	1.761
	Kumulatif (%)	55.186	98.239	100.000
2	Kedalaman (mm)	58.000	27.000	3.000
	Presentase (%)	65.909	30.682	3.409
	Kumulatif (%)	65.909	96.591	100.000
3	Kedalaman (mm)	35.000	25.000	3.000
	Presentase (%)	55.556	39.683	4.762
	Kumulatif (%)	55.556	95.238	100.000
4	Kedalaman (mm)	40.000	34.000	6.000
	Presentase (%)	50.000	42.500	7.500
	Kumulatif (%)	50.000	92.500	100.000
5	Kedalaman (mm)	47.500	1.200	16.600
	Presentase (%)	72.741	1.838	25.421
	Kumulatif (%)	72.741	74.579	100.000
6	Kedalaman (mm)	60.000	3.000	6.000
	Presentase (%)	86.957	4.348	8.696
	Kumulatif (%)	86.957	91.304	100.000
7	Kedalaman (mm)	8.300	54.000	6.000
	Presentase (%)	12.152	79.063	8.785
	Kumulatif (%)	12.152	91.215	100.000
8	Kedalaman (mm)	44.000	18.700	0.300
	Presentase (%)	69.841	29.683	0.476
	Kumulatif (%)	69.841	99.524	100.000
9	Kedalaman (mm)	31.800	27.400	0.300
	Presentase (%)	53.445	46.050	0.504
	Kumulatif (%)	53.445	99.496	100.000
10	Kedalaman (mm)	9.500	54.000	14.400
	Presentase (%)	12.195	69.320	18.485
	Kumulatif (%)	12.195	81.515	100.000
11	Kedalaman (mm)	33.000	1.200	23.300
	Presentase (%)	57.391	2.087	40.522
	Kumulatif (%)	57.391	59.478	100.000

12	Kedalaman (mm)	5.200	42.000	18.000
	Presentase (%)	7.975	64.417	27.607
	Kumulatif (%)	7.975	72.393	100.000
13	Kedalaman (mm)	0.200	55.700	2.000
	Presentase (%)	0.345	96.200	3.454
	Kumulatif (%)	0.345	96.546	100.000
14	Kedalaman (mm)	7.100	47.000	2.900
	Presentase (%)	12.456	82.456	5.088
	Kumulatif (%)	12.456	94.912	100.000
15	Kedalaman (mm)	12.200	30.500	8.200
	Presentase (%)	23.969	59.921	16.110
	Kumulatif (%)	23.969	83.890	100.000
16	Kedalaman (mm)	52.000	10.000	0.300
	Presentase (%)	83.467	16.051	0.482
	Kumulatif (%)	83.467	99.518	100.000
17	Kedalaman (mm)	20.200	38.400	4.400
	Presentase (%)	32.063	60.952	6.984
	Kumulatif (%)	32.063	93.016	100.000
18	Kedalaman (mm)	21.600	54.600	2.900
	Presentase (%)	27.307	69.027	3.666
	Kumulatif (%)	27.307	96.334	100.000
19	Kedalaman (mm)	18.000	14.000	20.000
	Presentase (%)	34.615	26.923	38.462
	Kumulatif (%)	34.615	61.538	100.000
20	Kedalaman (mm)	7.500	50.000	11.600
	Presentase (%)	10.854	72.359	16.787
	Kumulatif (%)	10.854	83.213	100.000
21	Kedalaman (mm)	61.000	2.000	0.600
	Presentase (%)	95.912	3.145	0.943
	Kumulatif (%)	95.912	99.057	100.000
22	Kedalaman (mm)	50.200	3.700	0.300
	Presentase (%)	92.620	6.827	0.554
	Kumulatif (%)	92.620	99.446	100.000
23	Kedalaman (mm)	20.400	46.000	0.800
	Presentase (%)	30.357	68.452	1.190
	Kumulatif (%)	30.357	98.810	100.000

24	Kedalaman (mm)	3.600	59.600	1.600
	Presentase (%)	5.556	91.975	2.469
	Kumulatif (%)	5.556	97.531	100.000
25	Kedalaman (mm)	50.400	6.000	9.200
	Presentase (%)	76.829	9.146	14.024
	Kumulatif (%)	76.829	85.976	100.000
26	Kedalaman (mm)	79.000	1.500	1.900
	Presentase (%)	95.874	1.820	2.306
	Kumulatif (%)	95.874	97.694	100.000
Mean	Presentase (%)	46.984	42.999	10.017
	Kumulatif (%)	46.984	89.983	100.000

Distribusi Hujan 4 Jam					
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam
1	Kedalaman (mm)	11.500	47.600	3.000	3.200
	Presentase (%)	17.611	72.894	4.594	4.900
	Kumulatif (%)	17.611	90.505	95.100	100.000
2	Kedalaman (mm)	18.000	20.000	15.000	27.000
	Presentase (%)	22.500	25.000	18.750	33.750
	Kumulatif (%)	22.500	47.500	66.250	100.000
3	Kedalaman (mm)	26.500	20.000	14.500	1.000
	Presentase (%)	42.742	32.258	23.387	1.613
	Kumulatif (%)	42.742	75.000	98.387	100.000
4	Kedalaman (mm)	45.800	2.000	11.500	2.100
	Presentase (%)	74.593	3.257	18.730	3.420
	Kumulatif (%)	74.593	77.850	96.580	100.000
5	Kedalaman (mm)	20.900	30.000	1.600	0.100
	Presentase (%)	39.734	57.034	3.042	0.190
	Kumulatif (%)	39.734	96.768	99.810	100.000
6	Kedalaman (mm)	44.100	3.000	4.700	1.200
	Presentase (%)	83.208	5.660	8.868	2.264
	Kumulatif (%)	83.208	88.868	97.736	100.000
7	Kedalaman (mm)	20.000	28.500	0.800	0.800
	Presentase (%)	39.920	56.886	1.597	1.597
	Kumulatif (%)	39.920	96.806	98.403	100.000

8	Kedalaman (mm)	66.800	3.000	3.000	1.000
	Presentase (%)	90.515	4.065	4.065	1.355
	Kumulatif (%)	90.515	94.580	98.645	100.000
9	Kedalaman (mm)	5.000	45.300	0.300	1.000
	Presentase (%)	9.690	87.791	0.581	1.938
	Kumulatif (%)	9.690	97.481	98.062	100.000
10	Kedalaman (mm)	30.000	21.000	1.500	0.800
	Presentase (%)	56.285	39.400	2.814	1.501
	Kumulatif (%)	56.285	95.685	98.499	100.000
11	Kedalaman (mm)	8.400	40.900	2.000	0.100
	Presentase (%)	16.342	79.572	3.891	0.195
	Kumulatif (%)	16.342	95.914	99.805	100.000
12	Kedalaman (mm)	29.700	26.200	13.800	20.000
	Presentase (%)	33.110	29.208	15.385	22.297
	Kumulatif (%)	33.110	62.319	77.703	100.000
13	Kedalaman (mm)	37.000	21.000	0.300	0.300
	Presentase (%)	63.140	35.836	0.512	0.512
	Kumulatif (%)	63.140	98.976	99.488	100.000
14	Kedalaman (mm)	2.400	13.700	27.000	20.000
	Presentase (%)	3.803	21.712	42.789	31.696
	Kumulatif (%)	3.803	25.515	68.304	100.000
15	Kedalaman (mm)	46.500	2.000	1.000	0.600
	Presentase (%)	92.814	3.992	1.996	1.198
	Kumulatif (%)	92.814	96.806	98.802	100.000
16	Kedalaman (mm)	9.500	55.000	5.000	3.400
	Presentase (%)	13.032	75.446	6.859	4.664
	Kumulatif (%)	13.032	88.477	95.336	100.000
17	Kedalaman (mm)	60.000	3.800	3.000	2.000
	Presentase (%)	87.209	5.523	4.360	2.907
	Kumulatif (%)	87.209	92.733	97.093	100.000
18	Kedalaman (mm)	6.500	57.000	2.700	0.200
	Presentase (%)	9.789	85.843	4.066	0.301
	Kumulatif (%)	9.789	95.633	99.699	100.000
19	Kedalaman (mm)	44.800	25.000	1.600	0.300
	Presentase (%)	62.483	34.868	2.232	0.418
	Kumulatif (%)	62.483	97.350	99.582	100.000

20	Kedalaman (mm)	90.500	7.000	0.500	0.400
	Presentase (%)	91.972	7.114	0.508	0.407
	Kumulatif (%)	91.972	99.085	99.593	100.000
21	Kedalaman (mm)	38.000	13.000	0.100	1.200
	Presentase (%)	72.658	24.857	0.191	2.294
	Kumulatif (%)	72.658	97.514	97.706	100.000
22	Kedalaman (mm)	19.700	0.500	58.200	6.800
	Presentase (%)	23.122	0.587	68.310	7.981
	Kumulatif (%)	23.122	23.709	92.019	100.000
23	Kedalaman (mm)	3.000	32.000	18.000	1.300
	Presentase (%)	5.525	58.932	33.149	2.394
	Kumulatif (%)	5.525	64.457	97.606	100.000
24	Kedalaman (mm)	33.000	20.000	8.600	0.100
	Presentase (%)	53.485	32.415	13.938	0.162
	Kumulatif (%)	53.485	85.900	99.838	100.000
25	Kedalaman (mm)	44.000	9.000	2.000	3.000
	Presentase (%)	75.862	15.517	3.448	5.172
	Kumulatif (%)	75.862	91.379	94.828	100.000
26	Kedalaman (mm)	2.000	22.000	15.000	5.000
	Presentase (%)	4.545	50.000	34.091	11.364
	Kumulatif (%)	4.545	54.545	88.636	100.000
27	Kedalaman (mm)	57.000	21.000	9.000	0.500
	Presentase (%)	65.143	24.000	10.286	0.571
	Kumulatif (%)	65.143	89.143	99.429	100.000
28	Kedalaman (mm)	16.100	0.300	30.700	4.600
	Presentase (%)	31.141	0.580	59.381	8.897
	Kumulatif (%)	31.141	31.721	91.103	100.000
29	Kedalaman (mm)	23.700	25.000	3.000	2.300
	Presentase (%)	43.889	46.296	5.556	4.259
	Kumulatif (%)	43.889	90.185	95.741	100.000
30	Kedalaman (mm)	23.400	27.300	2.700	2.800
	Presentase (%)	41.637	48.577	4.804	4.982
	Kumulatif (%)	41.637	90.214	95.018	100.000
31	Kedalaman (mm)	0.800	23.500	36.500	7.700
	Presentase (%)	1.168	34.307	53.285	11.241
	Kumulatif (%)	1.168	35.474	88.759	100.000

32	Kedalaman (mm)	67.000	0.300	3.000	1.000
	Presentase (%)	93.969	0.421	4.208	1.403
	Kumulatif (%)	93.969	94.390	98.597	100.000
33	Kedalaman (mm)	20.000	39.000	1.000	3.000
	Presentase (%)	31.746	61.905	1.587	4.762
	Kumulatif (%)	31.746	93.651	95.238	100.000
34	Kedalaman (mm)	27.000	21.300	10.400	0.400
	Presentase (%)	45.685	36.041	17.597	0.677
	Kumulatif (%)	45.685	81.726	99.323	100.000
35	Kedalaman (mm)	47.400	1.700	1.300	0.500
	Presentase (%)	93.124	3.340	2.554	0.982
	Kumulatif (%)	93.124	96.464	99.018	100.000
36	Kedalaman (mm)	44.400	17.200	2.500	0.200
	Presentase (%)	69.051	26.750	3.888	0.311
	Kumulatif (%)	69.051	95.801	99.689	100.000
37	Kedalaman (mm)	56.500	5.000	1.500	0.500
	Presentase (%)	88.976	7.874	2.362	0.787
	Kumulatif (%)	88.976	96.850	99.213	100.000
Mean	Presentase (%)	48.411	33.399	13.180	5.010
	Kumulatif (%)	48.411	81.810	94.990	100.000

Distribusi Hujan 5 Jam						
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam
1	Kedalaman (mm)	1.500	37.500	16.000	2.000	0.100
	Presentase (%)	2.627	65.674	28.021	3.503	0.175
	Kumulatif (%)	2.627	68.301	96.322	99.825	100.000
2	Kedalaman (mm)	38.500	23.000	2.400	1.300	0.200
	Presentase (%)	58.869	35.168	3.670	1.988	0.306
	Kumulatif (%)	58.869	94.037	97.706	99.694	100.000
3	Kedalaman (mm)	23.000	45.000	0.300	15.000	2.500
	Presentase (%)	26.807	52.448	0.350	17.483	2.914
	Kumulatif (%)	26.807	79.254	79.604	97.086	100.000
4	Kedalaman (mm)	4.300	8.800	46.500	0.500	1.300
	Presentase (%)	7.003	14.332	75.733	0.814	2.117
	Kumulatif (%)	7.003	21.336	97.068	97.883	100.000
5	Kedalaman (mm)	22.300	32.800	9.000	0.200	0.400
	Presentase (%)	34.467	50.696	13.910	0.309	0.618
	Kumulatif (%)	34.467	85.162	99.073	99.382	100.000

6	Kedalaman (mm)	51.700	2.600	2.400	0.700	0.200
	Presentase (%)	89.757	4.514	4.167	1.215	0.347
	Kumulatif (%)	89.757	94.271	98.438	99.653	100.000
7	Kedalaman (mm)	40.000	10.500	0.800	0.500	0.200
	Presentase (%)	76.923	20.192	1.538	0.962	0.385
	Kumulatif (%)	76.923	97.115	98.654	99.615	100.000
8	Kedalaman (mm)	6.600	24.200	20.000	0.400	0.300
	Presentase (%)	12.816	46.990	38.835	0.777	0.583
	Kumulatif (%)	12.816	59.806	98.641	99.417	100.000
9	Kedalaman (mm)	7.600	50.000	24.600	0.800	0.400
	Presentase (%)	9.113	59.952	29.496	0.959	0.480
	Kumulatif (%)	9.113	69.065	98.561	99.520	100.000
10	Kedalaman (mm)	30.700	22.000	7.000	2.600	0.400
	Presentase (%)	48.963	35.088	11.164	4.147	0.638
	Kumulatif (%)	48.963	84.051	95.215	99.362	100.000
11	Kedalaman (mm)	22.200	25.000	20.000	1.500	0.500
	Presentase (%)	32.081	36.127	28.902	2.168	0.723
	Kumulatif (%)	32.081	68.208	97.110	99.277	100.000
12	Kedalaman (mm)	46.500	15.200	0.800	1.300	0.400
	Presentase (%)	72.430	23.676	1.246	2.025	0.623
	Kumulatif (%)	72.430	96.106	97.352	99.377	100.000
13	Kedalaman (mm)	0.800	16.700	11.700	8.400	21.800
	Presentase (%)	1.347	28.114	19.697	14.141	36.700
	Kumulatif (%)	1.347	29.461	49.158	63.300	100.000
14	Kedalaman (mm)	1.300	0.200	65.000	2.000	5.000
	Presentase (%)	1.769	0.272	88.435	2.721	6.803
	Kumulatif (%)	1.769	2.041	90.476	93.197	100.000
15	Kedalaman (mm)	1.300	36.000	14.100	2.900	0.100
	Presentase (%)	2.390	66.176	25.919	5.331	0.184
	Kumulatif (%)	2.390	68.566	94.485	99.816	100.000
16	Kedalaman (mm)	31.000	15.700	0.300	2.000	1.900
	Presentase (%)	60.904	30.845	0.589	3.929	3.733
	Kumulatif (%)	60.904	91.749	92.338	96.267	100.000
17	Kedalaman (mm)	5.200	8.700	45.200	0.200	0.100
	Presentase (%)	8.754	14.646	76.094	0.337	0.168
	Kumulatif (%)	8.754	23.401	99.495	99.832	100.000

18	Kedalaman (mm)	11.200	20.000	30.000	2.000	0.400
	Presentase (%)	17.610	31.447	47.170	3.145	0.629
	Kumulatif (%)	17.610	49.057	96.226	99.371	100.000
19	Kedalaman (mm)	8.700	45.500	6.500	1.400	0.200
	Presentase (%)	13.965	73.034	10.433	2.247	0.321
	Kumulatif (%)	13.965	86.998	97.432	99.679	100.000
20	Kedalaman (mm)	8.500	3.600	32.000	16.000	1.300
	Presentase (%)	13.844	5.863	52.117	26.059	2.117
	Kumulatif (%)	13.844	19.707	71.824	97.883	100.000
21	Kedalaman (mm)	31.700	14.000	2.500	2.200	0.700
	Presentase (%)	62.035	27.397	4.892	4.305	1.370
	Kumulatif (%)	62.035	89.432	94.325	98.630	100.000
22	Kedalaman (mm)	22.000	20.000	7.000	2.000	1.500
	Presentase (%)	41.905	38.095	13.333	3.810	2.857
	Kumulatif (%)	41.905	80.000	93.333	97.143	100.000
23	Kedalaman (mm)	7.700	54.000	11.000	3.400	3.600
	Presentase (%)	9.661	67.754	13.802	4.266	4.517
	Kumulatif (%)	9.661	77.415	91.217	95.483	100.000
24	Kedalaman (mm)	50.000	4.700	1.500	2.200	0.800
	Presentase (%)	84.459	7.939	2.534	3.716	1.351
	Kumulatif (%)	84.459	92.399	94.932	98.649	100.000
25	Kedalaman (mm)	45.800	11.600	2.400	2.500	1.400
	Presentase (%)	71.900	18.210	3.768	3.925	2.198
	Kumulatif (%)	71.900	90.110	93.878	97.802	100.000
26	Kedalaman (mm)	1.900	36.000	9.000	5.000	3.200
	Presentase (%)	3.448	65.336	16.334	9.074	5.808
	Kumulatif (%)	3.448	68.784	85.118	94.192	100.000
27	Kedalaman (mm)	0.400	53.000	53.500	0.500	0.100
	Presentase (%)	0.372	49.302	49.767	0.465	0.093
	Kumulatif (%)	0.372	49.674	99.442	99.907	100.000
28	Kedalaman (mm)	1.800	48.900	2.300	0.200	1.200
	Presentase (%)	3.309	89.890	4.228	0.368	2.206
	Kumulatif (%)	3.309	93.199	97.426	97.794	100.000
29	Kedalaman (mm)	1.000	8.000	50.000	2.000	2.300
	Presentase (%)	1.580	12.638	78.989	3.160	3.633
	Kumulatif (%)	1.580	14.218	93.207	96.367	100.000
Mean	Presentase (%)	30.038	36.959	25.694	4.391	2.917
	Kumulatif (%)	30.038	66.997	92.692	97.083	100.000

Distribusi Hujan 6 Jam							
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam	6 Jam
1	Kedalaman (mm)	4.000	2.000	50.000	26.000	4.000	1.300
	Presentase (%)	4.582	2.291	57.274	29.782	4.582	1.489
	Kumulatif (%)	4.582	6.873	64.147	93.929	98.511	100.000
2	Kedalaman (mm)	12.200	24.400	0.300	18.400	2.000	5.500
	Presentase (%)	19.427	38.854	0.478	29.299	3.185	8.758
	Kumulatif (%)	19.427	58.280	58.758	88.057	91.242	100.000
3	Kedalaman (mm)	32.500	49.000	2.200	0.500	1.100	0.200
	Presentase (%)	38.012	57.310	2.573	0.585	1.287	0.234
	Kumulatif (%)	38.012	95.322	97.895	98.480	99.766	100.000
4	Kedalaman (mm)	1.500	40.800	5.200	12.800	3.000	2.100
	Presentase (%)	2.294	62.385	7.951	19.572	4.587	3.211
	Kumulatif (%)	2.294	64.679	72.630	92.202	96.789	100.000
5	Kedalaman (mm)	29.200	20.000	16.400	3.400	2.000	0.200
	Presentase (%)	41.011	28.090	23.034	4.775	2.809	0.281
	Kumulatif (%)	41.011	69.101	92.135	96.910	99.719	100.000
6	Kedalaman (mm)	8.600	20.000	20.000	1.900	0.500	1.700
	Presentase (%)	16.319	37.951	37.951	3.605	0.949	3.226
	Kumulatif (%)	16.319	54.269	92.220	95.825	96.774	100.000
7	Kedalaman (mm)	7.300	10.600	0.500	38.900	1.000	1.500
	Presentase (%)	12.207	17.726	0.836	65.050	1.672	2.508
	Kumulatif (%)	12.207	29.933	30.769	95.819	97.492	100.000
8	Kedalaman (mm)	5.700	10.600	3.200	26.800	6.000	2.000
	Presentase (%)	10.497	19.521	5.893	49.355	11.050	3.683
	Kumulatif (%)	10.497	30.018	35.912	85.267	96.317	100.000
9	Kedalaman (mm)	22.000	16.000	4.000	5.600	4.400	3.000
	Presentase (%)	40.000	29.091	7.273	10.182	8.000	5.455
	Kumulatif (%)	40.000	69.091	76.364	86.545	94.545	100.000
10	Kedalaman (mm)	0.600	27.000	10.000	27.600	1.600	1.300
	Presentase (%)	0.881	39.648	14.684	40.529	2.349	1.909
	Kumulatif (%)	0.881	40.529	55.213	95.742	98.091	100.000
11	Kedalaman (mm)	3.100	11.000	5.500	30.000	14.000	3.000
	Presentase (%)	4.655	16.517	8.258	45.045	21.021	4.505
	Kumulatif (%)	4.655	21.171	29.429	74.474	95.495	100.000
12	Kedalaman (mm)	14.000	6.000	11.000	16.000	5.000	8.000
	Presentase (%)	23.333	10.000	18.333	26.667	8.333	13.333
	Kumulatif (%)	23.333	33.333	51.667	78.333	86.667	100.000

13	Kedalaman (mm)	50.000	20.000	7.000	1.000	3.000	2.000
	Presentase (%)	60.241	24.096	8.434	1.205	3.614	2.410
	Kumulatif (%)	60.241	84.337	92.771	93.976	97.590	100.000
14	Kedalaman (mm)	2.100	2.400	31.000	29.900	2.500	0.100
	Presentase (%)	3.088	3.529	45.588	43.971	3.676	0.147
	Kumulatif (%)	3.088	6.618	52.206	96.176	99.853	100.000
15	Kedalaman (mm)	49.200	3.000	0.600	1.900	1.000	0.100
	Presentase (%)	88.172	5.376	1.075	3.405	1.792	0.179
	Kumulatif (%)	88.172	93.548	94.624	98.029	99.821	100.000
16	Kedalaman (mm)	30.000	12.000	0.500	5.500	11.000	1.600
	Presentase (%)	49.505	19.802	0.825	9.076	18.152	2.640
	Kumulatif (%)	49.505	69.307	70.132	79.208	97.360	100.000
17	Kedalaman (mm)	9.800	40.000	2.400	5.000	3.600	1.300
	Presentase (%)	15.781	64.412	3.865	8.052	5.797	2.093
	Kumulatif (%)	15.781	80.193	84.058	92.110	97.907	100.000
18	Kedalaman (mm)	0.200	43.500	15.500	4.600	2.700	0.400
	Presentase (%)	0.299	65.022	23.169	6.876	4.036	0.598
	Kumulatif (%)	0.299	65.321	88.490	95.366	99.402	100.000
19	Kedalaman (mm)	22.600	38.600	6.500	2.000	1.200	0.700
	Presentase (%)	31.564	53.911	9.078	2.793	1.676	0.978
	Kumulatif (%)	31.564	85.475	94.553	97.346	99.022	100.000
20	Kedalaman (mm)	5.000	1.000	24.000	23.000	1.000	2.500
	Presentase (%)	8.850	1.770	42.478	40.708	1.770	4.425
	Kumulatif (%)	8.850	10.619	53.097	93.805	95.575	100.000
21	Kedalaman (mm)	38.800	3.500	8.500	3.700	4.300	2.000
	Presentase (%)	63.816	5.757	13.980	6.086	7.072	3.289
	Kumulatif (%)	63.816	69.572	83.553	89.638	96.711	100.000
22	Kedalaman (mm)	19.200	27.500	5.400	1.400	0.200	0.100
	Presentase (%)	35.688	51.115	10.037	2.602	0.372	0.186
	Kumulatif (%)	35.688	86.803	96.840	99.442	99.814	100.000
Mean	Presentase (%)	25.919	29.735	15.594	20.419	5.354	2.979
	Kumulatif (%)	25.919	55.654	71.248	91.667	97.021	100.000

Distribusi Hujan 7 Jam								
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam	6 Jam	7 Jam
1	Kedalaman (mm)	6.300	18.000	26.000	12.800	2.000	6.000	0.200
	Presentase (%)	8.836	25.245	36.466	17.952	2.805	8.415	0.281
	Kumulatif (%)	8.836	34.081	70.547	88.499	91.304	99.719	100.000
2	Kedalaman (mm)	40.000	4.200	2.200	3.000	3.500	0.400	0.100
	Presentase (%)	74.906	7.865	4.120	5.618	6.554	0.749	0.187
	Kumulatif (%)	74.906	82.772	86.891	92.509	99.064	99.813	100.000
3	Kedalaman (mm)	18.000	0.700	0.400	28.600	3.500	4.400	2.000
	Presentase (%)	31.250	1.215	0.694	49.653	6.076	7.639	3.472
	Kumulatif (%)	31.250	32.465	33.160	82.813	88.889	96.528	100.000
4	Kedalaman (mm)	30.000	7.000	1.300	1.700	20.000	8.000	1.800
	Presentase (%)	42.980	10.029	1.862	2.436	28.653	11.461	2.579
	Kumulatif (%)	42.980	53.009	54.871	57.307	85.960	97.421	100.000
5	Kedalaman (mm)	3.200	2.000	2.000	1.000	44.900	5.600	0.500
	Presentase (%)	5.405	3.378	3.378	1.689	75.845	9.459	0.845
	Kumulatif (%)	5.405	8.784	12.162	13.851	89.696	99.155	100.000
6	Kedalaman (mm)	17.800	15.000	18.000	7.000	16.500	0.600	0.600
	Presentase (%)	23.576	19.868	23.841	9.272	21.854	0.795	0.795
	Kumulatif (%)	23.576	43.444	67.285	76.556	98.411	99.205	100.000
7	Kedalaman (mm)	6.900	50.000	9.000	4.000	1.000	1.000	0.300
	Presentase (%)	9.557	69.252	12.465	5.540	1.385	1.385	0.416
	Kumulatif (%)	9.557	78.809	91.274	96.814	98.199	99.584	100.000
8	Kedalaman (mm)	24.700	11.500	4.500	12.100	0.500	0.100	0.200
	Presentase (%)	46.082	21.455	8.396	22.575	0.933	0.187	0.373
	Kumulatif (%)	46.082	67.537	75.933	98.507	99.440	99.627	100.000
9	Kedalaman (mm)	20.300	27.000	5.400	4.900	2.100	1.100	1.100
	Presentase (%)	32.795	43.619	8.724	7.916	3.393	1.777	1.777
	Kumulatif (%)	32.795	76.414	85.137	93.053	96.446	98.223	100.000
10	Kedalaman (mm)	3.100	50.000	10.000	8.000	5.000	0.700	1.200
	Presentase (%)	3.974	64.103	12.821	10.256	6.410	0.897	1.538
	Kumulatif (%)	3.974	68.077	80.897	91.154	97.564	98.462	100.000
11	Kedalaman (mm)	12.000	6.000	20.000	25.000	15.000	7.000	3.000
	Presentase (%)	13.636	6.818	22.727	28.409	17.045	7.955	3.409
	Kumulatif (%)	13.636	20.455	43.182	71.591	88.636	96.591	100.000

12	Kedalaman (mm)	1.100	7.000	21.000	21.000	2.400	0.400	0.100
	Presentase (%)	2.075	13.208	39.623	39.623	4.528	0.755	0.189
	Kumulatif (%)	2.075	15.283	54.906	94.528	99.057	99.811	100.000
13	Kedalaman (mm)	39.500	18.000	4.000	3.000	5.000	2.600	0.700
	Presentase (%)	54.258	24.725	5.495	4.121	6.868	3.571	0.962
	Kumulatif (%)	54.258	78.984	84.478	88.599	95.467	99.038	100.000
14	Kedalaman (mm)	7.500	44.000	10.000	4.000	6.000	8.000	5.000
	Presentase (%)	8.876	52.071	11.834	4.734	7.101	9.467	5.917
	Kumulatif (%)	8.876	60.947	72.781	77.515	84.615	94.083	100.000
Mean	Presentase (%)	25.586	25.918	13.746	14.985	13.532	4.608	1.624
	Kumulatif (%)	25.586	51.504	65.250	80.236	93.768	98.376	100.000

Distribusi Hujan 8 Jam									
Kejadian	Keterangan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam	6 Jam	7 Jam	8 Jam
1	Kedalaman (mm)	8.000	8.000	12.000	9.000	4.000	8.000	5.000	1
	Presentase (%)	14.545	14.545	21.818	16.364	7.273	14.545	9.091	1.81818
	Kumulatif (%)	14.545	29.091	50.909	67.273	74.545	89.091	98.182	100
2	Kedalaman (mm)	15.000	5.000	5.000	5.000	8.000	3.000	5.000	5
	Presentase (%)	29.412	9.804	9.804	9.804	15.686	5.882	9.804	9.80392
	Kumulatif (%)	29.412	39.216	49.020	58.824	74.510	80.392	90.196	100
3	Kedalaman (mm)	6.800	6.000	9.400	7.000	2.500	28.000	0.700	0.2
	Presentase (%)	11.221	9.901	15.512	11.551	4.125	46.205	1.155	0.33003
	Kumulatif (%)	11.221	21.122	36.634	48.185	52.310	98.515	99.670	100
4	Kedalaman (mm)	37.500	4.000	6.000	2.700	2.300	1.000	1.000	1
	Presentase (%)	67.568	7.207	10.811	4.865	4.144	1.802	1.802	1.8018
	Kumulatif (%)	67.568	74.775	85.586	90.450	94.595	96.396	98.198	100
5	Kedalaman (mm)	0.300	20.000	38.000	20.000	52.500	0.800	11.800	23
	Presentase (%)	0.180	12.019	22.837	12.019	31.550	0.481	7.091	13.8221
	Kumulatif (%)	0.180	12.200	35.036	47.055	78.606	79.087	86.178	100
6	Kedalaman (mm)	3.800	40.000	5.000	4.400	2.400	2.600	2.000	0.5
	Presentase (%)	6.260	65.898	8.237	7.249	3.954	4.283	3.295	0.82372
	Kumulatif (%)	6.260	72.158	80.395	87.644	91.598	95.881	99.176	100
7	Kedalaman (mm)	6.300	20.000	14.000	4.500	3.500	3.000	1.200	0.1
	Presentase (%)	11.977	38.023	26.616	8.555	6.654	5.703	2.281	0.19011
	Kumulatif (%)	11.977	50.000	76.616	85.171	91.825	97.529	99.810	100
8	Kedalaman (mm)	2.100	11.000	0.400	3.600	40.000	7.000	4.000	8
	Presentase (%)	2.760	14.455	0.526	4.731	52.562	9.198	5.256	10.5125
	Kumulatif (%)	2.760	17.214	17.740	22.470	75.033	84.231	89.488	100

9	Kedalaman (mm)	7.000	16.500	2.500	2.500	23.000	5.000	3.000	1
	Presentase (%)	11.570	27.273	4.132	4.132	38.017	8.264	4.959	1.65289
	Kumulatif (%)	11.570	38.843	42.975	47.107	85.124	93.388	98.347	100
10	Kedalaman (mm)	31.200	4.000	12.200	3.800	5.000	4.000	2.500	0.7
	Presentase (%)	49.211	6.309	19.243	5.994	7.886	6.309	3.943	1.1041
	Kumulatif (%)	49.211	55.521	74.763	80.757	88.644	94.953	98.896	100
11	Kedalaman (mm)	0.200	36.300	23.000	8.400	2.600	3.400	0.700	0.2
	Presentase (%)	0.267	48.529	30.749	11.230	3.476	4.545	0.936	0.26738
	Kumulatif (%)	0.267	48.797	79.545	90.775	94.251	98.797	99.733	100
12	Kedalaman (mm)	9.200	25.800	34.400	8.600	2.500	2.000	0.700	0.3
	Presentase (%)	11.018	30.898	41.198	10.299	2.994	2.395	0.838	0.35928
	Kumulatif (%)	11.018	41.916	83.114	93.413	96.407	98.802	99.641	100
Mean	Presentase (%)	17.999	23.738	17.623	8.899	14.860	9.135	4.204	3.541
	Kumulatif (%)	17.999	41.738	59.361	68.260	83.121	92.255	96.459	100.000

## Lampiran 2 Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode Mononobe

Distribusi Hujan 3 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	69.336
2	22.883	45.766	9.441	18.022
3	17.463	52.388	6.623	12.642

Distribusi Hujan 4 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	62.996
2	22.883	45.766	9.441	16.374
3	17.463	52.388	6.623	11.486
4	14.415	57.661	5.273	9.144

Distribusi Hujan 5 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	58.480
2	22.883	45.766	9.441	15.200
3	17.463	52.388	6.623	10.663
4	14.415	57.661	5.273	8.489
5	12.423	62.113	4.452	7.168

Distribusi Hujan 6 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	55.032
2	22.883	45.766	9.441	14.304
3	17.463	52.388	6.623	10.034
4	14.415	57.661	5.273	7.988
5	12.423	62.113	4.452	6.746
6	11.001	66.005	3.892	5.896

Distribusi Hujan 7 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	52.276
2	22.883	45.766	9.441	13.588
3	17.463	52.388	6.623	9.531
4	14.415	57.661	5.273	7.588
5	12.423	62.113	4.452	6.408
6	11.001	66.005	3.892	5.601
7	9.927	69.486	3.480	5.009

Distribusi Hujan 8 Jam				
Jam Ke	It (mm/jam)	P (mm)	Delta (mm)	%
1	36.324	36.324	36.324	50.000
2	22.883	45.766	9.441	12.996
3	17.463	52.388	6.623	9.116
4	14.415	57.661	5.273	7.258
5	12.423	62.113	4.452	6.129
6	11.001	66.005	3.892	5.357
7	9.927	69.486	3.480	4.791
8	9.081	72.648	3.163	4.353

### Lampiran 3 Perhitungan Pola Distribusi Hujan Metode ABM

Agihan Hujan 3 Jam Kala Ulang 2 Tahun						
Td (jam)	It (mm/jam)	It Td (mm)	$\Delta p$ (mm)	Pt (%)	Hyetograph	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	69.336	12.642	13.246
2	22.883	45.766	9.441	18.022	69.336	72.648
3	17.463	52.388	6.623	12.642	18.022	18.883
Jumlah			52	100	100	105

Distribusi Hujan 4 Jam						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	62.996	9.144	9.581
2	22.883	45.766	9.441	16.374	62.996	66.005
3	17.463	52.388	6.623	11.486	16.374	17.156
4	14.415	57.661	5.273	9.144	11.486	12.035
Jumlah			57.661	100.000	100.000	104.777

Distribusi Hujan 5 Jam						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	58.480	7.168	7.511
2	22.883	45.766	9.441	15.200	10.663	11.172
3	17.463	52.388	6.623	10.663	58.480	61.274
4	14.415	57.661	5.273	8.489	15.200	15.926
5	12.423	62.113	4.452	7.168	8.489	8.894
Jumlah			62.113	100.000	100.000	104.777

Distribusi Hujan 6 Jam						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	55.032	6.746	7.068
2	22.883	45.766	9.441	14.304	10.034	10.513
3	17.463	52.388	6.623	10.034	55.032	57.661
4	14.415	57.661	5.273	7.988	14.304	14.987
5	12.423	62.113	4.452	6.746	7.988	8.370
6	11.001	66.005	3.892	5.896	5.896	6.178
Jumlah			66.005	100.000	100.000	104.777

Distribusi Hujan 7 Jam						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	52.276	5.009	5.248
2	22.883	45.766	9.441	13.588	6.408	6.714
3	17.463	52.388	6.623	9.531	9.531	9.987
4	14.415	57.661	5.273	7.588	52.276	54.773
5	12.423	62.113	4.452	6.408	13.588	14.237
6	11.001	66.005	3.892	5.601	7.588	7.950
7	9.927	69.486	3.480	5.009	5.601	5.869
Jumlah			69.486	100.000	100.000	104.777

Agihan Hujan 8 Jam Kala Ulang 2 Tahun						
<i>Td</i> (jam)	<i>It</i> (mm/jam)	<i>It Td</i> (mm)	$\Delta p$ (mm)	<i>Pt</i> (%)	<i>Hyetograph</i>	
					(%)	(mm)
1	36.324	36.324	36.324	50.000	4.353	4.561
2	22.883	45.766	9.441	12.996	6.129	6.422
3	17.463	52.388	6.623	9.116	9.116	9.552
4	14.415	57.661	5.273	7.258	50.000	52.388
5	12.423	62.113	4.452	6.129	12.996	13.617
6	11.001	66.005	3.892	5.357	7.258	7.604
7	9.927	69.486	3.480	4.791	5.357	5.613
8	9.081	72.648	3.163	4.353	4.791	5.019
Jumlah			72.648	100.000	100.000	104.777