

POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN WILAYAH BOLAANG MONGONDOW

Reynaldo C. Kairupan, Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Wilayah Bolaang Mongondow sampai saat ini belum memiliki pola distribusi hujan jam – jaman, sehingga dalam analisis debit banjir pada daerah tersebut masih menggunakan pola distribusi hujan dari daerah lain. Hal ini mengakibatkan hasil yang didapatkan untuk menghitung debit rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) menjadi kurang cocok. Untuk mendapatkan pola distribusi hujan jam – jaman digunakan metode *observed* dan metode statistik. Metode *observed* digunakan untuk analisis data hujan jam-jaman yang sudah dikelompokkan berdasarkan durasi hujan. Metode statistik digunakan untuk pengumpulan, perhitungan, dan penyajian data hujan jam-jaman. Penelitian dilakukan menggunakan data hujan $\geq 30\text{mm}$ dan $\geq 50\text{mm}$. Dari hasil penelitian didapatkan pola distribusi hujan jam – jaman wilayah Bolaang Mongondow mendekati bentuk pola hujan nomor 3 dan 5 menurut tabel Johannes Brummer.

Kata kunci : pola hujan, Bolaang Mongondow, tabel Johannes Brummer

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Beberapa pekerjaan teknik sipil membutuhkan data debit rencana, salah satunya adalah perencanaan sebuah bangunan air. Untuk mendapatkan nilai debit rencana dibutuhkan data debit minimal 20 tahun pada sungai yang ditinjau. Dengan menggunakan analisis frekuensi debit maka nilai debit rencana dapat diketahui. Namun data debit di sungai sangat jarang ditemukan karena kurang tersedianya alat pengukur di sungai. Cara lain yang bisa digunakan untuk mendapatkan nilai debit rencana adalah dengan menggunakan data hujan rencana yang bisa didapatkan dari analisis data hujan pada stasiun-stasiun pengamat hujan yang tersebar di sekitar lokasi yang akan ditinjau.

Untuk mengubah hujan rencana menjadi debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya menggunakan metode HSS (Hidrograf Satuan Sintetis). Dalam analisis metode HSS, hujan rencana harian diubah menjadi hujan rencana jam-jaman. Untuk merubah hujan harian menjadi hujan jam-jaman, diperlukan pola distribusi hujan jam-jaman pada daerah penelitian. Hingga saat ini Kabupaten Bolaang Mongondow belum memiliki pola distribusi hujan jam-jaman, sehingga dalam analisis debit banjir di Kabupaten Bolaang Mongondow masih menggunakan pola distribusi hujan jam-jaman dari daerah lain.

Hal ini akan sangat berpengaruh pada akurasi data debit rencana yang dihasilkan karena pola distribusi hujan jam-jaman untuk setiap daerah belum tentu sama. Oleh sebab itu, maka penelitian tentang pola distribusi hujan jam-jaman sangat penting untuk dilakukan, sehingga Kabupaten Bolaang Mongondow tidak perlu lagi menggunakan pola distribusi hujan jam-jaman dari

daerah lain serta akan menghasilkan data debit rencana yang lebih cocok.

Rumusan Masalah

Tidak tersedianya pola distribusi hujan jam-jaman di Kabupaten Bolaang Mongondow, sehingga analisis debit rencana kurang cocok.

Batasan Masalah

Data hujan yang digunakan adalah data hujan jam-jaman dari semua stasiun hujan otomatis di daerah Bolaang Mongondow

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan pola distribusi hujan jam-jaman di Kabupaten Bolaang Mongondow untuk digunakan pada hitungan dengan HSS.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi keilmuan dalam bidang teknik sipil khususnya mengenai hidrologi, tentang pola distribusi hujan jam-jaman yang terjadi di Kabupaten Bolaang Mongondow.

2. Landasan Teori

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Untuk dapat mengubah hujan rancangan ke dalam besaran hujan jam-jaman perlu didapatkan terlebih dahulu suatu pola distribusi hujan jam-jaman. (Bambang Triadmojo, 2008)

Pola distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh antara lain dengan pencermatan terhadap data hujan hasil rekaman AUHO (Alat Ukur Hujan Otomatis). Meskipun demikian hendaknya disadari, bahwa jumlah AUHO

dalam satu DAS biasanya sangat terbatas , satu atau dua saja, atau bahkan sering tidak ada sama sekali. Dengan demikian maka data agihan hujan jam-jaman itu dianggap berlaku untuk semua DAS, meskipun hal itu tidak sepenuhnya benar. Langkah-langkah yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut ini.

1. Apabila yang dikehendaki data hujan untuk simulasi model, biasanya yang diperlukan adalah agihan hujan apa adanya. Hal ini berarti bahwa hujan DAS diagihkan sesuai dengan agihan jam-jaman nyata, sesuai dengan rekaman.
2. Apabila untuk satu kepentingan analisis tertentu yang diperlukan informasi mengenai agihan hujan rata-rata untuk berbagai lama hujan (*duration*), maka dapat ditempuh langkah-langkah berikut.
 - a. Disediakan rekaman AUHO, makin panjang makin baik
 - b. Untuk agihan hujan dengan lama 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 (%).
 - c. Persen kejadian pada jam pertama dan kedua selanjutnya dirata-ratakan untuk seluruh kejadian hujan yang tersedia. Dengan demikian

diharapkan akan diperoleh agihan hujan rata-rata untuk hujan dua jam untuk lama hujan yang lain, 3, 4, atau 5 jam, dapat dicari dengan langkah yang sama.

Selain hal tersebut dalam salah satu analisis, sering juga diperlukan informasi tentang agihan hujan jam-jaman untuk satu besaran hujan tertentu. Misalnya dalam analisis untuk besaran hujan dengan kala-ulang (*return period*) tertentu yang selanjutnya perlu dikonversikan ke dalam besaran hujan jam-jaman untuk analisis lebih lanjut. Dalam hal seperti ini berarti analisis dengan cara yang disebutkan sebelumnya masih harus diteruskan dengan:

- d. Menetapkan hujan dengan jangkauan (*range*) tertentu sesuai dengan keperluan .
- e. Mencermati seluruh rekaman AUHO untuk menetapkan hujan dalam masing-masing jangkau tersebut rata-rata terjadi dalam berapa jam.

Dengan demikian, maka agihan jam-jaman hujan dengan kala-ulang yang telah ditetapkan dapat diketahui. Johannes Brummer (1984) mengklasifikasikan 10 pembagian pola hujan menurut seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Pembagian Pola Hujan Menurut Johannes Brummer

No.	Pola Hujan	Keterangan
1		Hujan relatif tetap, ada sedikit variasi intensitas
2		Hujan bertambah terus, penambahan intensitas yang monoton
3		Hujan berkurang terus, pengurangan intensitas yang monoton
4		Nilai puncak pada permulaan hujan, pengurangan yang konstan
5		Penambahan yang tiba-tiba, nilai puncak pada suatu waktu kemudian menurun secara teratur
6		Secara teratur bertambah sampai puncak tiba-tiba menurun
7		Pertambahan intensitas yang lemah dan sangat panjang nilai puncak ada pada akhir fase
8		Puncak aliran yang panjang ada pada pertengahan yang diapit oleh dua buah intensitas yang pendek
9		Nilai puncak ada pada awal dan akhir fase dan pada pertengahan intensitas kecil
10		Pada akhir fase intensitas berkurang secara teratur

(Sumber : Salem Haniedo, 2016)

3. Metode Penelitian

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Dalam pelaksanaannya penelitian ini diawali dengan studi literatur, yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data hujan jam-jaman yang tersedia. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Bolaang Mongondow dengan menggunakan data hujan jam-jaman yang berasal dari stasiun – stasiun penakar hujan otomatis yang tersebar di wilayah Bolaang Mongondow.

Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data hujan jam-jaman yang diperoleh dari stasiun penakar hujan otomatis yang dikelola oleh Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (BWSS I), dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Pada saat dilakukan survei ketersediaan stasiun penakar hujan otomatis yang berada di wilayah Bolaang Mongondow didapat enam stasiun penakar hujan otomatis yaitu, Pos Curah Hujan DAS Ayong – Bumbung, Pos Klimatologi DAS Kosinggolan – Doloduo, Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan – Matayangan, Pos

Hujan Pusian, Pos Klimatologi DAS Sangkub – Huntuk, Pos Klimatologi DAS Sangkub – Pangkusa.

Keenam stasiun penakar hujan otomatis tersebut dianggap dapat mewakili keadaan hujan yang terjadi di wilayah Bolaang Mongondow, dikarenakan keadaan iklim yang tidak jauh berbeda.

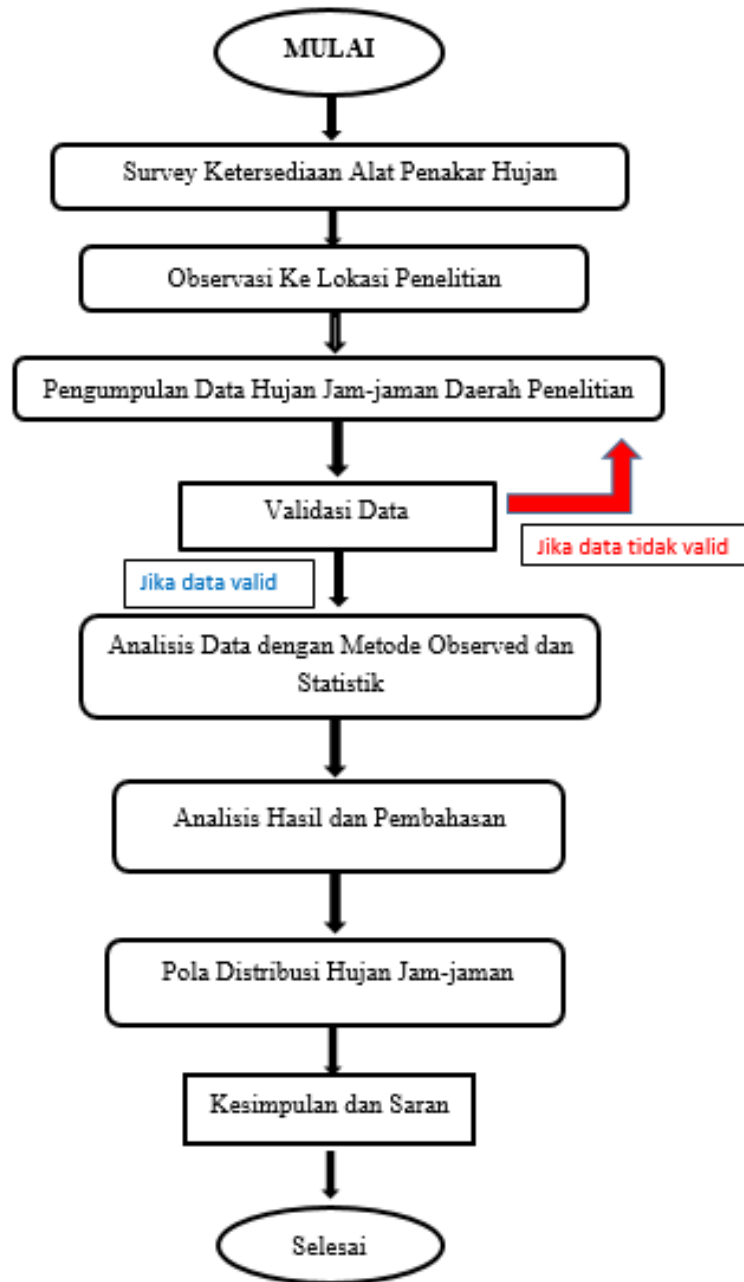
Data Yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data hujan jam-jaman Pos Curah Hujan DAS Ayong – Bumbung tahun 2010 s/d 2014.
2. Data hujan jam-jaman Pos Klimatologi DAS Kosinggolan – Doloduo tahun 1993 s/d 2009.
3. Data hujan jam-jaman Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan – Matayangan tahun 2010 s/d 2015
4. Data hujan jam-jaman Pos Hujan Pusian tahun 2010 s/d 2015
5. Data hujan jam-jaman Pos Klimatologi DAS Sangkub – Huntuk tahun 2008 s/d 2010
6. Data hujan jam-jaman Pos Klimatologi DAS Sangkub – Pangkusa tahun 1993 s/d 2011



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

Dalam pelaksanaannya penelitian ini akan melewati beberapa tahap sebelum mendapatkan hasil dari penelitian ini, adapun tahapan dalam penelitian ini adalah:

- Survei Ketersediaan Stasiun Penakar Hujan Otomatis
Dalam tahap ini peneliti melakukan pencarian stasiun – stasiun penakar hujan yang tersebar di wilayah Bolaang Mongondow dengan cara mencari informasi dari lembaga – lembaga yang menangani

stasiun penakar hujan di Kota Manado, yaitu BWSS I, dan BMKG

- Pengumpulan Data Hujan Jam-jaman
Setelah mendapatkan informasi tentang ketersediaan stasiun penakar hujan otomatis di wilayah Bolaang Mongondow, selanjutnya peneliti mengajukan permohonan pengambilan data hujan jam-jaman dari stasiun – stasiun penakar hujan otomatis yang tersedia kepada lembaga terkait.

➤ Validasi Data

Validasi data adalah langkah pemeriksaan untuk memastikan bahwa data tersebut telah sesuai kriteria yang ditetapkan dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang akan dimasukkan ke dalam baris data telah diketahui dan dapat dijelaskan sumber dan kebenaran datanya. Peneliti melakukan validasi data dengan cara meninjau langsung lokasi alat penakar hujan tersebut guna mengetahui keadaan alat penakar hujan otomatis tersebut apakah masih berfungsi dengan baik, dan apakah letak dari alat penakar hujan otomatis tersebut sesuai dengan ketentuan yang ada.

➤ Analisis Data

Ketika data – data yang diperoleh telah dipastikan keaslian dan kualitasnya, maka selanjutnya data – data tersebut akan di analisis dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Dari data – data hujan yang telah terkumpul dilakukan seleksi kejadian hujan menurut besaran kedalaman hujan yang terjadi. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kejadian hujan yang memiliki kedalaman hujan ≥ 30 mm dan ≥ 50 mm.
2. Setelah seluruh data diseleksi, selanjutnya kejadian hujan yang telah terseleksi dan memiliki kedalaman hujan ≥ 30 mm dan ≥ 50 mm diakumulasikan per jamnya.
3. Selanjutnya kejadian – kejadian hujan tersebut dirata – ratakan menurut urutan jam kejadiannya.

$$\bar{X}_t = \frac{1}{n} \sum X_t \quad (1)$$

dengan:

\bar{X}_t = Rata – rata kedalaman hujan pada jam ke- t

n = Banyaknya kejadian hujan

X_t = Kedalaman hujan pada jam ke- t

4. Setelah mendapatkan nilai rata – rata dari setiap jam, maka selanjutnya dicari nilai bobot massanya, yaitu :

$$BM_t = \bar{X}_t - \bar{X}_{t-1} \quad (2)$$

dengan:

BM_t = Bobot Massa jam ke- t

\bar{X}_t = Rata – rata kedalaman hujan pada jam ke- t

\bar{X}_{t-1} = Rata – rata kedalaman hujan sebelum jam ke- t

5. Setelah mendapatkan nilai bobot massa setiap jam selanjutnya dibuat persentase dari setiap nilai bobot massa.

$$P_t(\%) = \frac{BM_t}{BM_{TOTAL}} \times 100\% \quad (3)$$

dengan:

$P_t(\%)$ = Persentase kedalaman hujan pada jam ke- t

BM_t = Bobot Massa jam ke- t

BM_{TOTAL} = Total Bobot Massa seluruh jam

6. Setelah didapat persentase kedalaman hujan pada setiap jam, maka dibuat histogram dari nilai persentase yang telah didapatkan.
7. Selesai

4. Analisis dan Pembahasan

Survei Ketersediaan Stasiun Penakar Hujan Otomatis

Dari hasil survei yang dilakukan, didapatkan 6 lokasi stasiun penakar hujan otomatis yang tersebar di Wilayah Bolaang Mongondow (Tabel 2).

Pengumpulan Data Hujan Jam-jaman

Data hujan jam-jaman pada setiap stasiun dirangkum pada Tabel 3.

Validasi Data

Validasi data dilakukan dengan melakukan peninjauan langsung ke lokasi stasiun penakar hujan otomatis untuk memastikan kualitas dari data yang telah dikumpulkan dilihat dari kondisi dan penempatan alat penakar hujan otomatis itu sendiri. Ringkasan hasil survei stasiun penakar hujan otomatis ditampilkan pada Tabel 4.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan diawali dari seleksi data curah hujan, pengolahan data, hingga didapat histogram pola distribusi hujan jam – jamannya.

Seleksi Kejadian Hujan

Kejadian hujan adalah waktu dimana terjadinya hujan dalam jam, atau menit. Kejadian hujan yang memiliki kedalaman hujan ≥ 30 mm dianggap sebagai hujan normal dan kejadian hujan yang memiliki akumulasi kedalaman hujan ≥ 50 mm dianggap sebagai hujan lebat. Dengan demikian pada tahap seleksi kejadian hujan ini, data kejadian yang digunakan hanya kejadian yang memiliki kedalaman ≥ 30 mm dan ≥ 50 mm.

Akumulasi Kedalaman Hujan

Akumulasi kedalaman hujan dilakukan berdasarkan hasil resume hujan terpilih pada Tabel 5. Kejadian – kejadian hujan terpilih selanjutnya diakumulasikan kedalaman hujannya per kejadian hingga kejadian tersebut memiliki jumlah jam yang sama dengan jumlah jam pada kejadian yang memiliki jam terpanjang.

Rata – rata Kedalaman Hujan

Rata – rata kedalaman hujan dalam penelitian ini adalah nilai rata – rata dari keseluruhan kedalaman hujan pada kejadian hujan terpilih, yang dapat dihitung dengan cara merata – ratakan kedalaman hujan tiap jam dari seluruh kejadian – kejadian hujan terpilih. Kedalaman hujan rata – rata bisa didapatkan dengangan menggunakan rumus (1).

Tabel 2. Stasiun Penakar Hujan yang Tersedia

NO	NAMA STASIUN	KOORDINAT
1	Pos Curah Hujan DAS Ayong - Bumbung	0° 48' 11.60" LU - 123° 53' 35.00" BT
2	Pos Klimatologi DAS Kosinggolan - Doloduo	0° 31' 29.00" LU - 123° 56' 19.00" BT
3	Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan - Matayangan	0° 28' 00.60" LU - 123° 57' 38.20" BT
4	Pos Hujan Pusian	0° 39' 40.80" LU - 124° 09' 34.10" BT
5	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Huntuk	0° 50' 32.30" LU - 123° 33' 30.40" BT
6	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Pangkusa	0° 50' 00.00" LU - 123° 38' 13.90" BT

Tabel 3. Data yang Didapatkan

NO	NAMA STASIUN	DATA YANG DIPEROLEH
1	Pos Curah Hujan DAS Ayong - Bumbung	TAHUN 2010 S/D TAHUN 2014
2	Pos Klimatologi DAS Kosinggolan - Doloduo	TAHUN 1993 S/D TAHUN 2009
3	Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan - Matayangan	TAHUN 2010 S/D TAHUN 2015
4	Pos Hujan Pusian	TAHUN 2010 S/D TAHUN 2015
5	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Huntuk	TAHUN 2008 S/D TAHUN 2010
6	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Pangkusa	TAHUN 1993 S/D TAHUN 2011

Tabel 4. Ringkasan Hasil Survey Stasiun Penakar Hujan Otomatis

NO	NAMA STASIUN	Kondisi Alat	Keterangan
1	Pos Curah Hujan DAS Ayong - Bumbung	Baik	Terawat
2	Pos Klimatologi DAS Kosinggolan - Doloduo	Baik	Terawat
3	Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan - Matayangan	Baik	Terawat
4	Pos Hujan Pusian	Baik	Terawat
5	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Huntuk	Baik	Terawat
6	Pos Klimatologi DAS Sangkub - Pangkusa	Baik	Terawat

Tabel 5. Resume Kejadian Hujan ≥ 30 mm

No.	Tanggal	Waktu	JAM KE-													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pos Curah Hujan DAS Ayong - Bumbung																
1	6-Jan-10	2400 - 200	27,0	9,4												
2	11-Jan-10	1400 - 1600	3,0	30,0												
3	26-Jan-10	2000 - 2200	9,8	29,1												
4	5-Dec-10	1800 - 2200	9,5	9,2	9,2	5,2										
5	2-Mar-11	2000 - 2400	20,0	8,0	4,0	1,2										
6	12-Mar-11	2200 - 700	2,5	2,7	8,0	8,0	7,0	6,0	6,0	5,0	9,0					
7	13-Oct-11	2000 - 2200	9,1	22,1												
8	4-Dec-11	2100 - 600	0,8	9,0	24,0	0,3	1,3	10,6	4,5	6,0	5,5					
9	24-Dec-11	800 - 1300	5,0	18,0	9,0	4,0	2,0									
10	31-Dec-11	2400 - 700	0,1	2,6	9,2	6,0	2,5	7,5	3,3							
204	12-Aug-95	700-1400	12	8	0,5	2	23	18	2							
205	13-Aug-95	1300 - 300	2,5	12	19	9	3	19	6	6	9	10	10	10	33	4
206	14-Aug-95	600 - 1900	45	6	15	16	30	12	25	15	8	20	17	5	1	
207	15-Aug-95	1900 - 100	2	25	0,5	6	22	11								
208	8-Nov-04	700 - 1200	15	10	15	0,5	0,5									
209	3-Feb-05	1600 - 500	1,8	5	9,7	9,8	9,8	9,7	5	1,5	0,2	0,5	1,2	1,1	1,2	
210	16-Jul-05	700 - 1200	9,6	9,6	9,6	4	1,4									
211	19-Sep-05	1800 - 600	2,1	0,5	0,4	0,3	7,2	2	1,4	1,3	1,2	11,1	1,2	5		
212	22-Mar-07	600 - 1100	3,7	8,8	8,8	8,8	5,8									
213	9-May-07	1700 - 200	1,1	9	9,5	9	9	9	9	9	9,5					
214	10-May-07	900 - 1500	9	9	9,5	9	8	5,8								
215	10-Apr-09	1500 - 1900	6,5	9,5	19	9										

Tabel 6. Resume Kejadian Hujan ≥ 50 mm

No.	Tanggal	Waktu	JAM KE-													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pos Curah Hujan DAS Ayong - Bumbung																
1	12-Mar-11	22:00 - 7:00	2.5	2.7	8.0	8.0	7.0	6.0	6.0	5.0	9.0					
2	4-des-11	21:00 - 6:00	0.8	9.0	24.0	0.3	1.3	10.6	4.5	6.0	5.5					
3	7-ags-13	19:00 - 21:00	51.9	2.4												
Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan - Matayangan																
4	6-Apr-10	12:00 - 14:00	5.0	80.2												
5	17-mei-10	2:00 - 3:00	50.0													
6	6-ags-10	9:00 - 14:00	10.3	10.3	10.3	10.3	10.0									
7	6-ags-10	19:00 - 21:00	0.4	60.6												
8	4-Sep-10	12:00 - 13:00	60.0													
9	16-Jun-14	21:00 - 22:00	60.0													
10	30-ags-14	12:00 - 14:00	6.1	70.0												
54	4-Jul-93	19:00 - 24:00	1	5	14	25	22									
55	21-Dec-93	12:00 - 18:00	10	31	4	5	1.5	0.5								
56	23-Jun-94	11:00 - 21:00	1	4	5	3	9	18	19	3	4	1				
57	27-Jun-94	11:00 - 24:00	0.5	16	18	6	12	2	10.6	19	28	14	1	13	1	
58	8-Jul-95	20:00 - 2:00	13	18	6	6	19	4								
59	27-Jul-95	1:00 - 6:00	2	12	32	3	1									
60	12-Ags-95	7:00 - 14:00	12	8	0.5	2	23	18	2							
61	13-Ags-95	13:00 - 2:00	2.5	12	19	9	3	19	6	6	9	10	10	10	33	4
62	14-Ags-95	7:00 - 19:00	6	15	16	30	12	25	15	8	20	17	5	1		
63	3-Feb-05	16:00 - 5:00	1.8	5	9.7	9.8	9.8	9.7	5	1.5	0.2	0.5	1.2	1.1	1.2	
64	9-Mei-07	17:00 - 1:00	1.1	9	9.5	9	9	9	9	9	9.5					
65	10-Mei-07	9:00 - 15:00	9	9	9.5	9	8	5.8								

Tabel 7. Akumulasi Kejadian Hujan Terpilih ≥ 30 mm

No	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1	27.0	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4
2	3.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
3	9.8	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9
4	9.5	18.7	27.9	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1
5	20.0	28.0	32.0	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2
6	2.5	5.2	13.2	21.2	28.2	34.2	40.2	45.2	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2
7	9.1	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
8	0.8	9.8	33.8	34.1	35.4	46.0	50.5	56.5	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
9	5.0	23.0	32.0	36.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
10	0.1	2.7	11.9	17.9	20.4	27.9	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
205	2.5	14.5	33.5	42.5	45.5	64.5	70.5	76.5	85.5	95.5	105.5	115.5	148.5	152.5
206	45.0	51.0	66.0	82.0	112.0	124.0	149.0	164.0	172.0	192.0	209.0	214.0	215.0	215.0
207	2.0	27.0	27.5	33.5	55.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5
208	15.0	25.0	40.0	40.5	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0
209	1.8	6.8	16.5	26.3	36.1	45.8	50.8	52.3	52.5	53.0	54.2	55.3	56.5	56.5
210	9.6	19.2	28.8	32.8	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2
211	2.1	2.6	3.0	3.3	10.5	12.5	13.9	15.2	16.4	27.5	28.7	33.7	33.7	33.7
212	3.7	12.5	21.3	30.1	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9
213	1.1	10.1	19.6	28.6	37.6	46.6	55.6	64.6	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
214	9.0	18.0	27.5	36.5	44.5	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
215	6.5	16.0	35.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0
Σ	3,636.3	6,826.4	8,509.8	9,527.1	10,206.4	10,724.9	10,909.3	11,046.9	11,104.7	11,150.3	11,184.4	11,206.7	11,249.7	11,254.1

Tabel 8. Akumulasi Kejadian Hujan Terpilih ≥ 50 mm

No	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1	2.5	5.2	13.2	21.2	28.2	34.2	40.2	45.2	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2
2	0.8	9.8	33.8	34.1	35.4	46.0	50.5	56.5	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0
3	51.9	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3
4	5.0	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
5	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
6	10.3	20.6	30.9	41.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2
7	0.4	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
8	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
9	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
10	6.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
55	10.0	41.0	45.0	50.0	51.5	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
56	1.0	5.0	10.0	13.0	22.0	40.0	59.0	62.0	66.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0
57	0.5	16.5	34.5	40.5	52.5	54.5	65.1	84.1	112.1	126.1	127.1	140.1	141.1	141.1
58	13.0	31.0	37.0	43.0	62.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0
59	2.0	14.0	46.0	49.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	12.0	20.0	20.5	22.5	45.5	63.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
61	2.5	14.5	33.5	42.5	45.5	64.5	70.5	76.5	85.5	95.5	105.5	115.5	148.5	152.5
62	6.0	21.0	37.0	67.0	79.0	104.0	119.0	127.0	147.0	164.0	169.0	170.0	170.0	170.0
63	1.8	6.8	16.5	26.3	36.1	45.8	50.8	52.3	52.5	53.0	54.2	55.3	56.5	56.5
64	1.1	10.1	19.6	28.6	37.6	46.6	55.6	64.6	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
65	9.0	18.0	27.5	36.5	44.5	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
Σ	1,081.8	2,531.3	3,373.2	4,027.8	4,433.5	4,775.4	4,901.5	4,982.4	5,069.3	5,112.3	5,129.5	5,154.6	5,189.8	5,193.8

Tabel 9. Rata – rata Kedalaman Hujan ≥ 30 mm

\bar{X}	16.9	31.8	39.6	44.3	47.5	49.9	50.7	51.4	51.6	51.9	52.0	52.1	52.3	52.3
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabel 10. Rata – rata Kedalaman Hujan ≥ 50 mm

\bar{X}	16.6	38.9	51.9	62.0	68.2	73.5	75.4	76.7	78.0	78.7	78.9	79.3	79.8	79.9
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Perhitungan Bobot Massa

Perhitungan bobot massa adalah perhitungan untuk mencari nilai bobot kedalaman hujan pada jam ke-t. Bobot massa bisa didapatkan dengan cara mencari selisih dari rata – rata kedalaman hujan pada jam ke-t dengan rata – rata kedalaman hujan pada jam sebelumnya. Bobot massa dihitung dengan rumus (2).

Persentase Kedalaman Hujan

Persentase kedalaman hujan adalah nilai persen dari bobot massa kedalaman hujan. Persentase kedalaman hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (3).

Pola Distribusi Hujan Jam – jaman

Dari hasil analisis yang telah dilakukan telah didapat persentase kedalaman hujan, persentase tersebut yang kemudian akan digambarkan histogramnya dan dibuat tabel distribusi hujannya.

Tabel 15 adalah tabel distribusi hujan jam-jaman yang telah didapat dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan data hujan jam – jaman dari enam stasiun penakar hujan otomatis yang tersebar di wilayah Bolaang Mongondow. Berdasarkan persen distribusi hujan pada Tabel 15, selanjutnya dapat digambarkan histogram persen distribusi hujan.

Tabel 11. Bobot Massa Kedalaman Hujan Rata-rata (≥ 30 mm)

Bobot Massa	16.9	14.8	7.8	4.7	3.2	2.4	0.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0
-------------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 12. Bobot Massa Kedalaman Hujan Rata-rata (≥ 50 mm)

Bobot Massa	16.6	22.3	13.0	10.1	6.2	5.3	1.9	1.2	1.3	0.7	0.3	0.4	0.5	0.1
-------------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 13. Persentase Kedalaman Hujan (≥ 30 mm)

Presentase (%)	32.3	28.3	15.0	9.0	6.0	4.6	1.6	1.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4	0.0
----------------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 14. Persentase Kedalaman Hujan (≥ 50 mm)

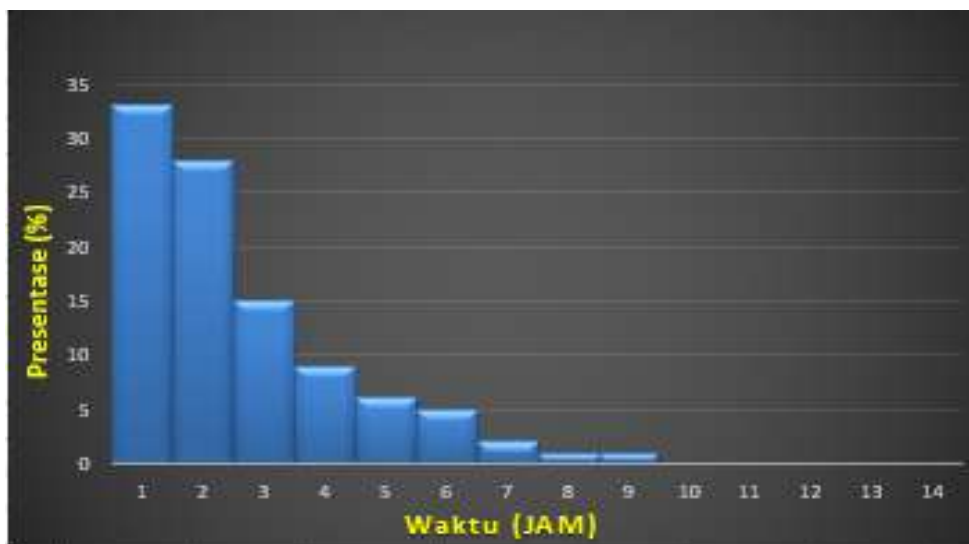
Presentase (%)	20.8	27.9	16.2	12.6	7.8	6.6	2.4	1.6	1.7	0.8	0.3	0.5	0.7	0.1
----------------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 15. Distribusi Hujan Hasil Analisis (≥ 30 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% Distribusi Hujan	33	28	15	9	6	5	2	1	1	0	0	0	0	0
% Distribusi Hujan Kumulatif	33	61	76	85	91	96	98	99	100	100	100	100	100	100

Berdasarkan persen distribusi hujan pada Tabel 15. selanjutnya dapat digambarkan histogram persen distribusi hujan pada Gambar 3. Berdasarkan gambar 3. dapat dilihat pola distribusi hujan yang terjadi di wilayah

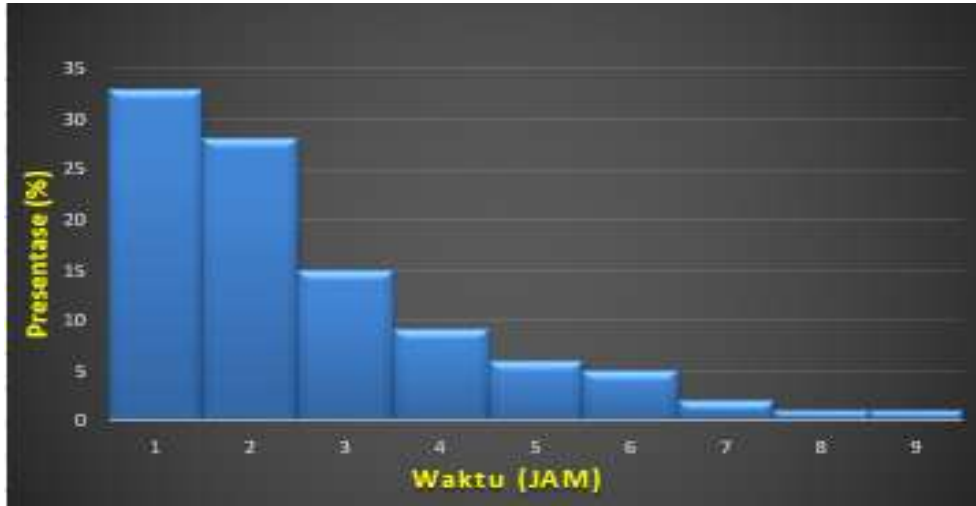
Bolaang Mongondow terjadi dalam 7 – 9 jam, dengan distribusi hujan tiap jamnya ditampilkan pada Tabel 16 – 18, dengan histogram persen distribusi yang ditunjukkan pada Gambar 4 – 6.



Gambar 3. Persentase Distribusi Hujan (≥ 30 mm)

Tabel 16. Distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 9 Jam (≥ 30 mm)

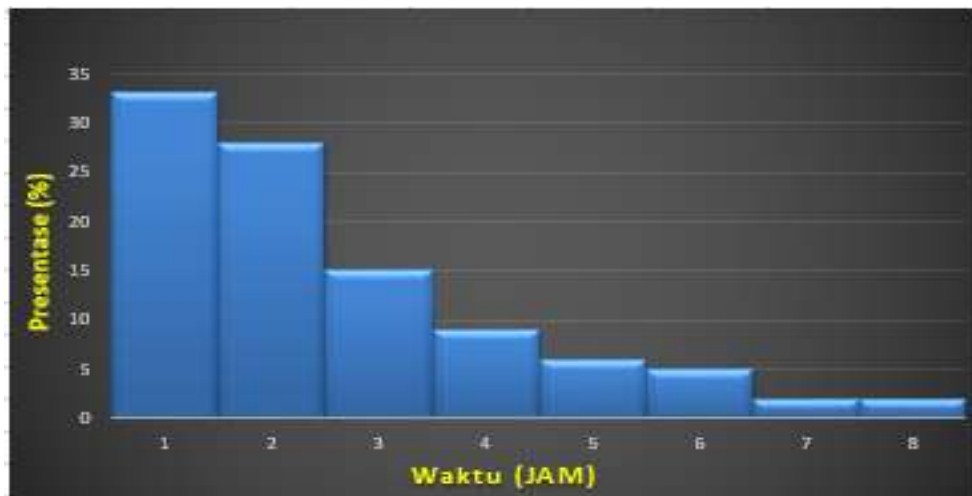
Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
% Distribusi Hujan	33	28	15	9	6	5	2	1	1
% Distribusi Hujan Kumulatif	33	61	76	85	91	96	98	99	100



Gambar 4. Persentase distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 9 Jam (≥ 30 mm)

Tabel 17. Distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 8 Jam (≥ 30 mm)

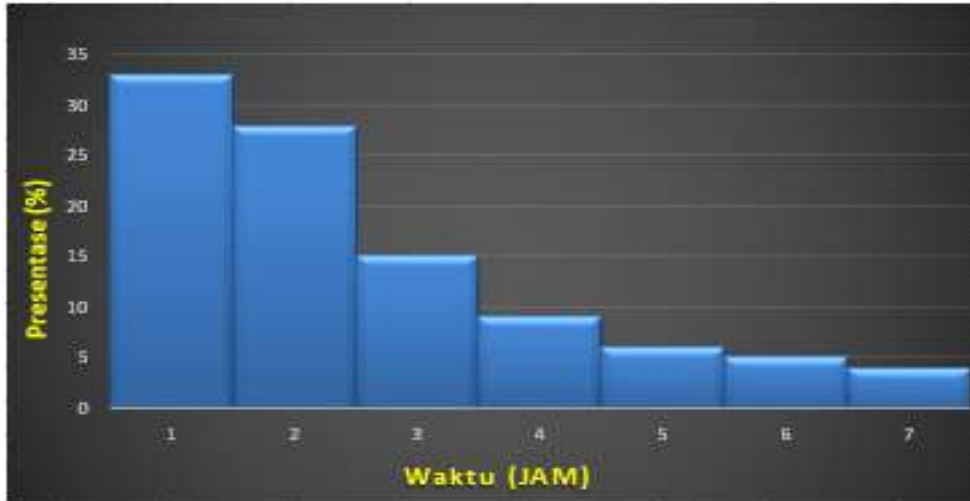
Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi Hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
% Distribusi Hujan Kumulatif	33	61	76	85	91	96	98	100



Gambar 5. Persentase distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 8 Jam (≥ 30 mm)

Tabel 18. Distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 7 Jam (≥ 30 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7
% Distribusi Hujan	33	28	15	9	6	5	4
% Distribusi Hujan Kumulatif	33	61	76	85	91	96	100



Gambar 6. Persentase distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 7 Jam (≥ 30 mm)

Tabel 19 adalah tabel distribusi hujan jam- jaman yang telah didapat dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan data hujan jam – jaman ≥ 50 mm dari enam pos curah hujan yang tersebar di Bolaang Mongondow . Berdasarkan persentase distribusi hujan pada Tabel 19, selanjutnya dapat digambarkan

histogram persen (Gambar 7). Pola distribusi hujan yang terjadi di wilayah Bolaang Mongondow terjadi dalam 7 – 10 jam, dengan distribusi hujan tiap jamnya ditampilkan pada Tabel 20 – 21, dengan histogram persen distribusi yang ditunjukkan pada Gambar 8 – 9.

Tabel 19. Distribusi Hujan Hasil Analisis (≥ 50 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% Distribusi Hujan	21	28	16	13	8	7	2	2	2	1	0	0	0	0
% Distribusi Hujan Kumulatif	21	49	65	78	86	93	95	97	99	100	100	100	100	100



Gambar 7. Persentase Distribusi Hujan (≥ 50 mm)

Tabel 20. Distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 10 Jam (≥ 50 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Distribusi Hujan	21	28	16	13	8	7	2	2	2	1
% Distribusi Hujan Kumulatif	21	49	65	78	86	93	95	97	99	100



Gambar 8. Persentase distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 10 Jam (≥ 50 mm)

Tabel 21. Distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 7 Jam (≥ 50 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7
% Distribusi Hujan	21	28	16	13	8	7	7
% Distribusi Hujan Kumulatif	21	49	65	78	86	93	100



Gambar 9. Persentase distribusi Hujan Wilayah Bolaang Mongondow 7 Jam (≥ 50 mm)

Pembahasan

- Penelitian dilakukan dengan menggunakan enam stasiun penakar hujan otomatis yang tersebar di sekitar wilayah Bolaang Mongondow yaitu, Pos Curah Hujan DAS Ayong – Bumbung, Pos Klimatologi DAS Kosinggolan – Doloduo, Pos Curah Hujan DAS Kosinggolan – Matayangan, Pos Hujan Pusian, Pos Klimatologi DAS Sangkub – Huntuk, dan Pos Klimatologi DAS Sangkub – Pangkusa.
- Seri data hujan jam-jaman yang digunakan dinyatakan valid berdasarkan kondisi alat penakar hujan otomatis yang digunakan dalam kondisi baik
- Metode yang dipakai adalah metode *observed* dan metode statistik. Cara *observed* diperoleh dari data hujan dari stasiun otomatis yang sudah dikelompokkan berdasarkan durasi hujan. Sedangkan metode statistik dipakai untuk pengumpulan, perhitungan, dan penyajian data hujan jam - jaman
- Analisis dilakukan dengan menggunakan kejadian hujan yang memiliki kedalaman hujan ≥ 30 mm dan ≥ 50 mm.
- Dari hasil analisis diketahui pola distribusi hujan yang terjadi di wilayah Bolaang Mongondow terjadi dalam 7 – 10 jam.
- Pola distribusi hujan jam – jaman wilayah Bolaang Mongondow disimpulkan masuk dalam pola bentuk ketiga dan kelima di dalam pembagian pola hujan menurut Johannes Brummer.
- Distribusi hujan yang terjadi pada pola 7 jam dengan kedalaman hujan ≥ 30 mm adalah 33% di jam pertama, di jam kedua 28%, di jam ketiga 15%, di jam keempat 9%, di jam kelima 6%, di jam keenam 5%, dan di jam ketujuh 4%.
- Distribusi hujan yang terjadi pada pola 8 jam dengan kedalaman hujan ≥ 30 mm adalah 33% di jam pertama, di jam kedua 28%, di jam ketiga 15%, di jam keempat 9%, di jam kelima 6%, di jam keenam 5%, di jam ketujuh 2%, dan di jam kedelapan 2%.
- Distribusi hujan yang terjadi pada pola 9 jam dengan kedalaman hujan ≥ 30 mm adalah 33% di jam pertama, di jam kedua 28%, di jam ketiga 15%, di jam keempat 9%, di jam kelima 6%, di jam keenam 5%, di jam ketujuh 2%, di jam kedelapan 1%, dan di jam kesembilan 1%.

- Distribusi hujan yang terjadi pada pola 7 jam dengan kedalaman hujan ≥ 50 mm adalah 21% di jam pertama, di jam kedua 28%, di jam ketiga 16%, di jam keempat 13%, di jam kelima 8%, di jam keenam 7%, dan di jam ketujuh 7%.
- Distribusi hujan yang terjadi pada pola 10 jam dengan kedalaman hujan ≥ 50 mm adalah 21% di jam pertama, di jam kedua 28%, di jam ketiga 16%, di jam keempat 13%, di jam kelima 8%, di jam keenam 7%, di jam ketujuh 2%, dan di jam kedelapan 2%, di jam kesembilan 2%, dan di jam kesepuluh 1%.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- Pola distribusi hujan jam – jaman di Wilayah Bolaang Mongondow terjadi dalam waktu 7 – 10 jam.

- Pola distribusi hujan jam – jaman Wilayah Bolaang Mongondow masuk dalam pola bentuk ketiga dan kelima di dalam pembagian pola hujan menurut Johannes Brummer.
- Pola bentuk ketiga menyebabkan debit air di sungai akan menjadi besar beberapa saat setelah hujan reda kemudian akan terus menurun hingga kembali normal.
- Pola bentuk kelima menyebabkan debit air di sungai bertambah secara tiba – tiba kemudian terus menurun hingga kembali normal.

Saran

- Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, penelitian selanjutnya diperlukan seri data yang lebih lengkap dari setiap stasiun, dan jumlah stasiun yang lebih banyak di Wilayah Bolaang Mongondow

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. Data Hujan Jam – jaman, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Manado
- Anonim. 2017. Lokasi Stasiun Penakar Hujan, Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2017, Manado
- Anonim. 2017. https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Bolaang_Mongondow Diakses : 8 Februari 2017
- Anonim. 2017. <https://www.google.co.id/maps> Diakses : 25 Februari 2017
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, hlm 7
- Salem Haniedo, 2016, “*Pola distribusi hujan jam-jaman di Kota Manado dan sekitarnya*”, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado, hlm 17