

akan lebih sesuai dengan daerah setempat dan pada akhirnya akan menghasilkan analisis debit rencana sungai sungai di daerah ini lebih akurat.

TINJAUAN PUSTAKA

Hyetograph Hujan Rencana

Dalam perhitungan banjir rencana, diperlukan masukan berupa hujan rencana yang didistribusikan ke dalam kedalaman hujan jam-jaman (*hyetograph*). Untuk dapat mengubah hujan rencana ke dalam besaran hujan jam-jaman perlu didapatkan terlebih dahulu suatu pola distribusi hujan jam-jaman. Untuk mendapatkan pola distribusi hujan jam-jaman dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain: apabila hanya tersedia data hujan harian, untuk mendapatkan kedalaman hujan jam-jaman dari hujan rencana dapat menggunakan model distribusi hujan. Model distribusi hujan yang telah dikembangkan untuk mengalihragamkan hujan harian ke hujan jam-jaman antara lain yaitu model distribusi hujan seragam, segitiga, dan *Alternating Block Method* (ABM) (Chow et. Al., 1988).

Penurunan Distribusi Hujan

Jika terdapat data hujan dari pos hujan otomatis maka pola distribusi hujan jam-jaman untuk keperluan perancangan bisa didapat dengan melakukan pengamatan dari kejadian

kejadian hujan besar. Dengan merata ratakan pola distribusi hujan hasil pengamatan, kemudian didapatkan pola distribusi rata rata yang selanjutnya dapat dianggap mewakili kondisi hujan dan dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rencana menjadi besaran hujan jam-jaman.

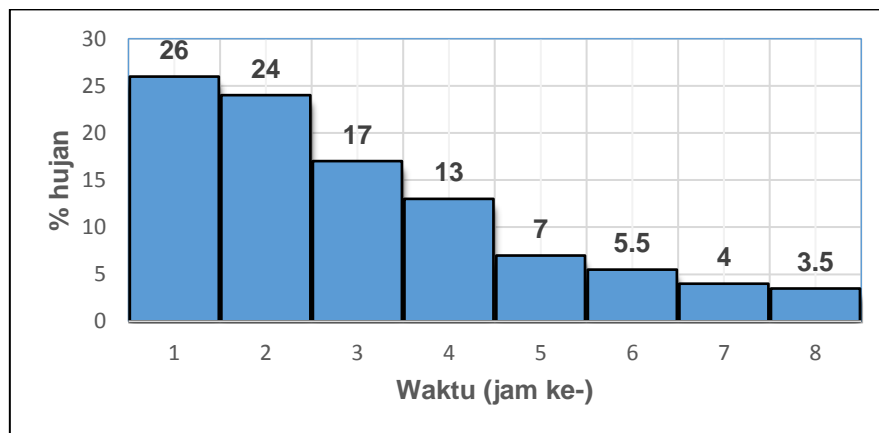
Tadashi Tanimoto (1969) mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa, seperti ditunjukkan pada table 2 dan gambar 2.

Dengan menganalisis data kejadian kejadian hujan terukur, maka tipikal waktu pengulangan hujan bisa didapatkan. Huff (1967) mendapatkan hubungan antara waktu dan distribusi untuk hujan besar pada daerah seluas lebih dari 400 mi² di Illinois. Pola distribusi waktu dibagi dalam empat kelompok kemungkinan, dari yang paling kering pada kelompok pertama sampai yang paling basah pada kelompok keempat.

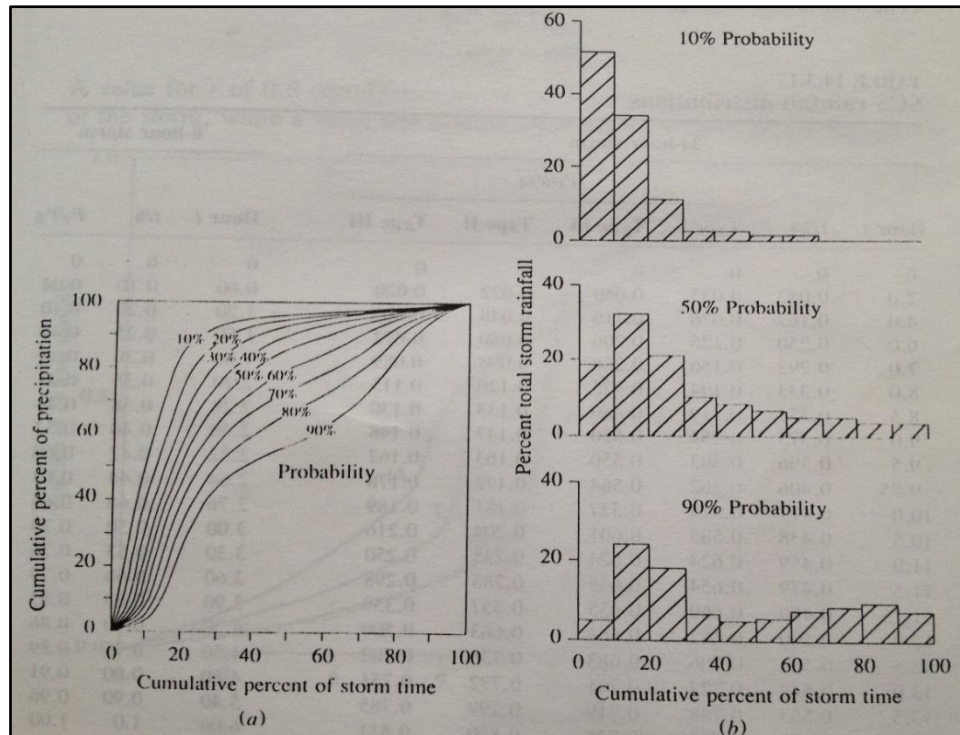
Gambar 2 menunjukkan histogram histogram terpilih dari kelompok pertama untuk 10, 50, dan 90 % probabilitas kejadian kumulatif, yang masing masing mengilustrasikan persentasi dari total hujan untuk setiap kenaikan 10 % dari seluruh durasi hujan. Histogram 50 % merepresentasikan pola hujan kumulatif yang terjadi dalam lebih dari setengah kejadian hujan. Histogram 50 % ini sudah digunakan dalam ILLUDAS storm drainage simulation model oleh Terstriep dan Stall (1974).

Tabel 2. Distribusi hujan di Jawa menurut Tadashi Tanimoto

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi	26	24	17	13	7	5.5	4	3.5
% Distribusi kumulatif	26	50	67	80	87	92.5	96.5	100



Gambar 2. Distribusi hujan Tadashi Tanimoto



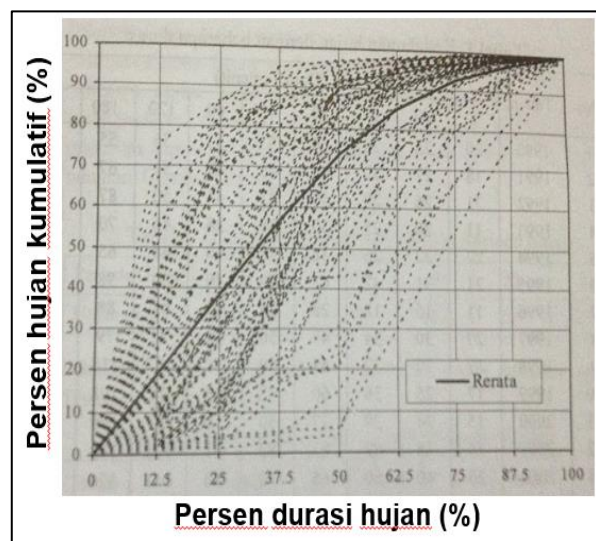
Gambar 3. Pola Distribusi Huff. (a) Distribusi waktu dari hujan kelompok pertama. (b) Histogram terpilih dari kejadian hujan kelompok pertama

U.S. Department of Agriculture, SCS (1986) membangun sebuah Hyetographs hujan sintetik untuk digunakan di Amerika dari kejadian kejadian hujan dengan durasi 6 dan 24 jam. Pilgrim dan Cordery (1975) membangun sebuah metode analisis hyetograph yang didasarkan pada ranking dari interval waktu dalam setiap kejadian hujan dengan kedalaman hujan yang terjadi pada saat itu. Analisis dilakukan berulang ulang pada banyak kejadian hujan di daerah penelitian. Bentuk tipikal dari hyetograph bisa didapatkan dengan menjumlahkan ranking dari setiap interval. Pendekatan ini merupakan metode standard di Desain Hidrologik Australia (The Institution of Engineers Australia, 1987).

Prayoga (2004) melakukan penelitian pola hujan di DAS Cimanuk, Jawa Barat. Pola distribusi hujan didasarkan pada hujan deras yang tercatat oleh alat ukur hujan otomatis. Data hujan yang digunakan adalah yang mempunyai kedalaman hujan diatas 50 mm. yang diperkirakan setara dengan periode ulang 1 tahunan. Kemudian semua data dianalisis untuk mendapatkan frekwensi kejadian dari masing masing durasi hujan.

Dari hasil analisis frekwensi kemudian ditetapkan durasi hujan tertentu sebagai durasi yang mewakili kondisi hujan yang sering terjadi

di daerah penelitian. Selanjutnya data hujan jam-jaman ini dipresentasikan dalam bentuk persen kumulatif kedalaman hujan, dan digambarkan dalam bentuk kurva profil hujan dan dibuat profil hujan rata ratanya seperti ditunjukkan pada gambar 4. Profil hujan rata rata tersebut merupakan pola distribusi hujan di lokasi studi, yang bisa dinyatakan dalam grafik nilai rata rata.



Gambar 4. Profil distribusi hujan DAS Cimanuk

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan selama satu tahun, dengan meneliti pola hujan daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa. Dipilih stasiun hujan otomatis yang ada di daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa yaitu: Stasiun Klimatologi Bandara Sam Ratulangi, Stasiun Klimatologi Maen, Stasiun Klimatologi Rumengkor dan Stasiun Klimatologi Paleloan.

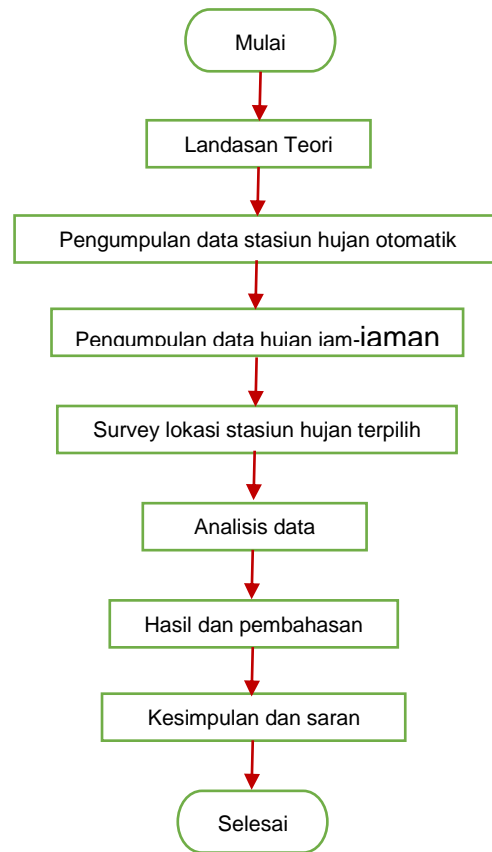
Metode penelitian meliputi pengumpulan data stasiun hujan otomatis di daerah studi, survey lokasi stasiun hujan terpilih, pengumpulan data hujan jam-jaman dari semua stasiun hujan terpilih, dan melakukan analisis data untuk mendapatkan pola hujan daerah penelitian. Bagan alir penelitian ditunjukkan pada gambar 5.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan diawali dari penseleksian 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. Berikut adalah contoh penseleksian kejadian hujan:



Gambar 5. Bagan alir penelitian

TABEL HUJAN JAM - JAM-AN (MM)

	H.O	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kejadian hujan < 50 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	3,2	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kejadian hujan > 50 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	59,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	30,0	10,4	9,2	0,0	0,0	0,0
	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	3,6	0,9	0,0
	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sumber : BWSS I

Gambar 6. Contoh Data Kejadian Hujan

Tabel 9. Persentase Kedalaman Hujan

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0.0	22.5	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6
2	0.0	9.4	19.4	29.4	39.4	49.4	59.4	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9
3	0.0	76.0	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2	77.2
4	0.0	10.0	28.0	48.0	58.0	58.5	59.0	69.0	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2
5	0.0	4.3	54.3	57.4	57.5	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3
6	0.0	100.6	107.1	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5
7	0.0	1.9	8.2	38.2	47.4	48.1	48.3	55.6	64.8	66.2	66.4	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
8	0.0	3.7	29.9	50.5	90.5	93.8	99.5	104.8	108.3	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2	109.2
9	0.0	0.5	58.5	67.8	71.1	71.7	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
10	0.0	11.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
11	0.0	10.1	40.1	50.5	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7
12	0.0	4.7	5.0	5.5	10.6	14.1	19.6	22.8	27.4	30.0	32.4	34.2	38.4	44.0	54.4	60.2	61.0
13	0.0	35.1	53.1	62.2	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9
14	0.0	3.5	41.3	51.9	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
15	0.0	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5	111.5
16	0.0	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5
17	0.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
18	0.0	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1
19	0.0	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7
20	0.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0	183.0
21	0.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
22	0.0	2.2	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4
23	0.0	3.8	21.0	48.2	52.6	55.2	56.2	56.4	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6
24	0.0	2.0	5.8	7.8	10.0	15.4	18.2	39.0	42.0	55.8	65.8	66.8	67.8	69.4	70.2	70.4	70.4
25	0.0	0.4	14.4	15.8	19.4	54.8	59.4	64.8	66.4	68.4	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0
26	0.0	7.6	14.0	22.2	43.4	50.8	53.2	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4	55.4
27	0.0	10.0	50.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
28	0.0	50.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0
29	0.0	9.0	49.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0
30	0.0	30.0	50.0	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7
31	0.0	40.0	90.0	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1
32	0.0	5.0	30.0	50.0	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1
33	0.0	30.0	35.0	47.5	48.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Rata-rata		38.0	56.8	63.3	67.0	69.2	70.2	72.0	72.7	73.3	73.7	73.8	74.0	74.2	74.6	74.7	74.8
Bobot Massa		38.0	18.8	6.5	3.7	2.2	1.0	1.8	0.7	0.6	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.0
%		0.508	0.252	0.086	0.049	0.029	0.014	0.024	0.009	0.008	0.006	0.001	0.002	0.003	0.005	0.002	3E-04
		50.83	25.17	8.638	4.933	2.927	1.354	2.428	0.904	0.839	0.616	0.126	0.211	0.292	0.454	0.243	0.032

Sumber : Hasil Analisis

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Pola distribusi hujan jam-jaman adalah hasil yang dituju dari penelitian ini, pola distribusi hujan jam-jaman diperoleh dari hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Dari hasil analisis yang telah dilakukan telah didapat persentase kedalaman hujan, persentase tersebut yang kemudian akan digambarkan histogramnya dan dibuat tabel distribusinya.

Berikut adalah tabel distribusi hujan jam-jaman yang telah didapat dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan data hujan jam-jaman dari empat stasiun penakar hujan otomatis yang berada di Manado, Minahasa Utara dan Manado.

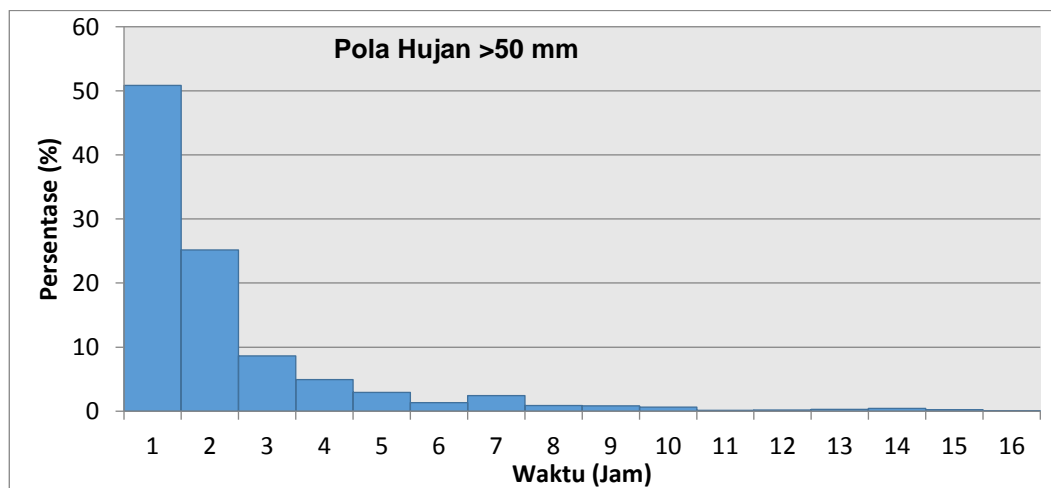
Berdasarkan persen distribusi hujan pada Tabel 9. dapat digambarkan histogram persen distribusi hujan seperti pada gambar 7.

Berdasarkan gambar 7. dapat dilihat pola distribusi hujan yang terjadi di Manado, Minahasa Utara dan Minahasa terjadi dalam 7 – 10 jam, dengan distribusi hujan tiap jamnya sebagai berikut :

Tabel 10. Distribusi Hujan Hasil Analisis

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Distribusi hujan	50.83	25.17	8.64	4.93	2.93	1.35	2.43	1.24	1.24	1.24
% Distribusi hujan kumulatif	50.83	76	84.64	89.57	92.5	93.85	96.28	97.52	98.76	100

Sumber : Hasil Analisis

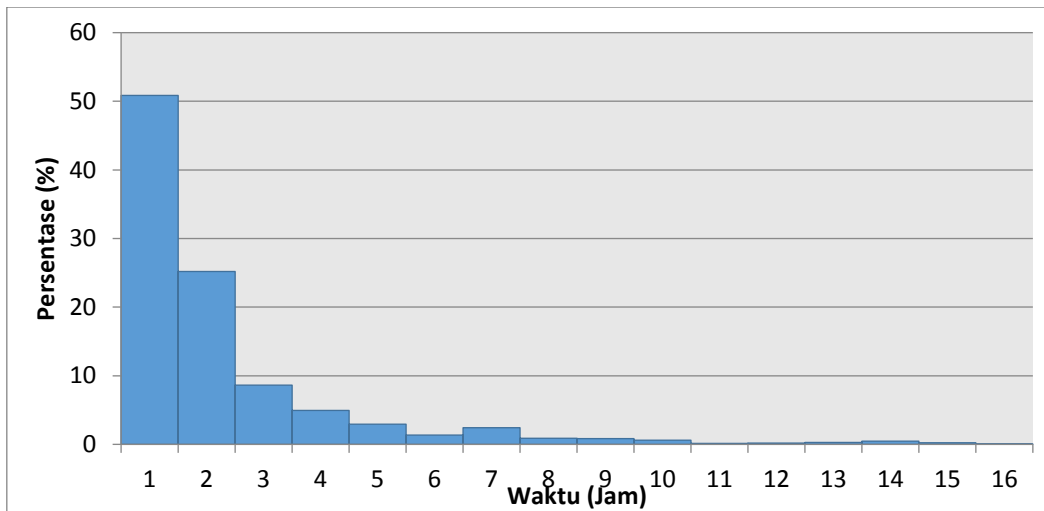


Gambar 7. Persentase Distribusi Hujan Hasil Analisis

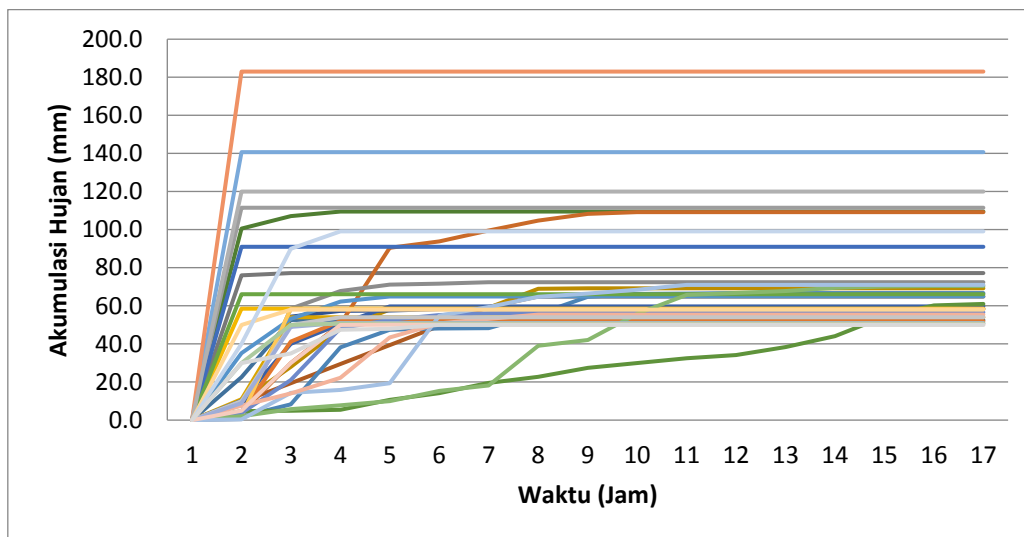
Tabel 11. Distribusi Hujan Minahasa Selatan dan Minahasa Tenggara

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Distribusi hujan	50.83	25.17	8.64	4.93	2.93	1.35	2.43	1.24	1.24	1.24

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 8. Pola hujan untuk kedalaman hujan lebih dari 50 mm



Gambar 9. Kurva massa hujan untuk kedalaman hujan lebih dari 50 mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pola hujan jam-jaman untuk hujan lebih dari 50 mm, durasinya selama 7 sampai 10 jam, dengan distribusi seperti ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.

PENUTUP

1. Pola hujan daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa, untuk hujan badai cenderung berdurasi 7 sampai 10 jam.
2. Bentuk distribusinya adalah advance.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W. 2010. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman di Sub-DAS Keduang. Skripsi. Fakultas Teknik UNS.
- Brass, R.L., 1990. Hydrology: an Introduction to Hydrologic Science. Addison-Wesley Publishing Company. USA.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill. Singapore. Hal. 459-470.

- Ginting, S. 2014. Pola Distribusi Hujan. Bahan Training Hidrologi Banjir. Training Hidrologi II, Ditjen SDA. Banten.
- Handayani, N. 2007. Studi Penentuan Pola Distribusi Curah Hujan dengan Berbagai Kala Ulang. Thesis. ITS.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A., and Paulhus, J.L.H. 1989. *Hidrologi untuk Insinyur*. Erlangga. Jakarta.
- Ponce, V.M. 1989. *Engineering Hydrology, Principle and Practices*. Prentice Hall. New Jersey.
- Singh, S. et.al. 2011. *Weather variability and rainfall pattern of Sidr, the post-monsoon cyclonic storm of 15 November 2007 in the Meghalaya Plateau, India*. Current Science, Vol. 100, No. 10, 25 May 2011.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta. Hal. 262-273.
- Wanielista, M.P. 1990. *Hydrology and Water Quantity Control*. John Wiley & Sons. Florida-USA.

Halaman ini sengaja
dikosongkan