

ANALISIS CURAH HUJAN PENYEBAB BANJIR BANDANG DI UJUNG BERUNG, BANDUNG

Segel Ginting¹⁾

¹⁾Balai Teknik Irigasi, Kementerian PUPR

e-mail: gintingsegel@gmail.com

Abstrak

Banjir bandang di Ujungberung terjadi sebanyak 3 kali selama tahun 2019. Kejadian banjir ini terjadi pada sungai yang sama. Kejadian banjir tersebut disebabkan oleh hujan yang sangat tinggi di hulu sungai yang sudah padat pemukiman. Kejadian hujan yang menyebabkan banjir bandang tersebut memiliki tingkat probabilitas yang sangat tinggi sampai dengan kecil, hal ini dapat dilihat dari hasil analisis yang telah dilakukan. Kejadian banjir bandang yang pertama disebabkan oleh hujan dengan periode ulang 88 tahun, kejadian banjir bandang ke dua tidak teridentifikasi, dan kejadian banjir bandang ketiga memiliki kala ulang sekitar 25 tahun. Analisis tersebut berdasarkan pada kejadian hujan sesuai dengan durasi hujannya, namun jika dilakukan analisis berdasarkan kejadian hujan harian, maka kejadian banjir bandang pertama disebabkan oleh hujan dengan kala ulang 30 tahunan, kejadian banjir bandang ke dua disebabkan oleh hujan kala ulang 3 tahunan, dan banjir bandang ketiga disebabkan oleh hujan kala ulang 5 tahun.

Kata kunci: banjir bandang, analisis frekuensi, lengkung intensitas, banjir di hulu sungai.

Abstract

Flash floods in Ujungberung occurred 3 times during 2019. These flood events occurred in the same area. The flood was caused by very high rainfall intensity in the upstream, a densely populated area. Flash floods occur due to very high rainfall intensity to small probability level. Based on the analysis of rainfall duration data, the first flash flood was caused by the rainfall intensity 88-years return period, the second flash flood was not identified, and the third flash flood was caused by rainfall intensity 25-years return period. Another analysis based on daily rainfall data, the first flash flood is caused by rainfall with 30-year return period, the second flash flood is caused by rainfall with 3-years return period, and the third flash flood is caused by rainfall 5-year return period.

Keywords: flash flood, frequency analysis, intensity duration frequency, upstream flood.

I. PENDAHULUAN

Banjir bandang merupakan fenomena yang paling merusak di antara bencana alam dalam hal orang yang terkena dampak [1]. Banjir bandang memiliki karakteristik yang berbeda dengan banjir biasa (*pluvial flood*), terutama dalam skala waktu yang singkat dan terjadi dalam skala ruang kecil, yang membuat peramalan banjir bandang menjadi tantangan yang cukup berbeda dengan pendekatan prakiraan banjir biasa. Dalam peramalan banjir bandang, terutama memperhatikan prakiraan kejadian, dan difokuskan pada dua peristiwa penyebab yaitu curah hujan yang sangat tinggi dan hujan pada kondisi tanah yang sudah jenuh [2]. Menurut Badan Meteorologi Dunia (WMO), banjir

bandang adalah banjir yang berdurasi singkat dengan debit puncak yang relatif tinggi [3]. Di daratan benua Eropa, banjir bandang diakibatkan oleh zona hujan lebat yang terjadi secara lokal. Zona tersebut biasanya kurang dari 100 km² dan paling sering 25 km² [4].

Banjir yang ditimbulkan oleh jenis curah hujan ini termasuk banjir bandang lokal, dan biasanya mempengaruhi daerah tangkapan yang lebih kecil dari 40 km² [5]. Banjir bandang berkembang dalam skala ruang dan waktu, skala ruang yang sempit dan waktu yang singkat, sehingga jaringan pengukuran hujan dan debit sungai tidak dapat mengambil sampel secara efektif [6]. Akibatnya, kontrol atmosfer, hidrologi dan geomorfik dari proses hidrogeomorfik ini

kurang dipahami, yang menyebabkan peringatan dan proses manajemen risiko yang tidak pasti [7].

Intensitas curah hujan merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan ketika memeriksa kondisi hujan pada saat banjir bandang. Curah hujan dengan intensitas sangat tinggi biasanya ditemukan pada curah hujan konvektif. Lamanya curah hujan intensitas tinggi merupakan faktor utama lain yang menentukan risiko banjir bandang [2]. Banjir menjadi masalah pada saat musim hujan, karena daya dukung daerah aliran sungai terhadap hujan yang turun sudah tidak mampu.

Perubahan iklim yang dapat meningkatkan intensitas hujan dan perubahan tata guna lahan menambah besar resiko yang terjadi. Setiap memasuki musim penghujan, beberapa daerah dan kota di Indonesia mengalami masalah banjir. Banjir, alaminya akan terjadi pada dataran banjir (*lowland*) dan umumnya terjadi di hilir sungai. Namun permasalahan banjir saat ini sudah berubah tidak hanya pada daerah dataran banjir dan di hilir sungai (*downstream*), tetapi terjadi juga di daerah hulu sungai (*upstream*). Umumnya, kejadian banjir di hulu sungai disebabkan oleh perubahan tata guna lahan seperti meningkatnya pemukiman di pinggir sungai dan implikasinya menyebabkan penghabatan aliran.

Salah satu kota di Indoensia yang baru saja mengalami banjir bandang adalah di Kota Bandung. Banjir yang terjadi di Kota Bandung secara umum di bantaran Sungai Citarum, namun saat ini sudah terjadi di hulu sungai atau terjadi pada orde sungai besar. Cacatan kejadian banjir di Kota Bandung yang terjadi di hulu sungai salah satunya di Kecamatan Ujungberung. Kejadian banjir bandang di Ujungberung terjadi di awal tahun 2019 di Kali Cicalobak dan Cigending. Kejadian banjir bandang yang terjadi di Kota Bandung disebabkan oleh kejadian hujan dengan intensitas hujan tinggi. Kejadian banjir bandang ini terjadi pada saat musim hujan pada periode bulan Januari sampai dengan bulan April. Untuk mengetahui besar hujan yang menyebabkan banjir bandang, maka kajian ini bertujuan untuk melakukan investigasi terhadap data hujan penyebab banjir bandang supaya diketahui tingkat probabilitas kejadian hujan pada masing masing kejadian banjir bandang.

II. BAHAN DAN METODOLOGI

Data dan Bahan

Kejadian banjir bandang di Ujungberung, Bandung untuk tahun 2019 terjadi sebanyak 3 kali mulai dari bulan Januari sampai dengan April. Kejadian banjir bandang yang pertama terjadi pada tanggal 9 Februari 2019, yang kedua terjadi pada tanggal 19 Maret 2019 dan yang ketiga terjadi pada tanggal 1 April 2019. Data hujan yang tercatat pada saat terjadinya banjir bandang di Kali Cicalobak tersebut, terdapat di lokasi pemantauan hujan di Perumahan Griya Winaya, Ujungberung, Bandung yang berada sekitar 2 km dari lokasi kejadian. Adapun data hujan yang tercatat adalah hujan harian namun pada saat terjadinya hujan ekstrim yang menyebabkan banjir bandang, besarnya intensitas hujan diamati secara manual selama terjadinya hujan.

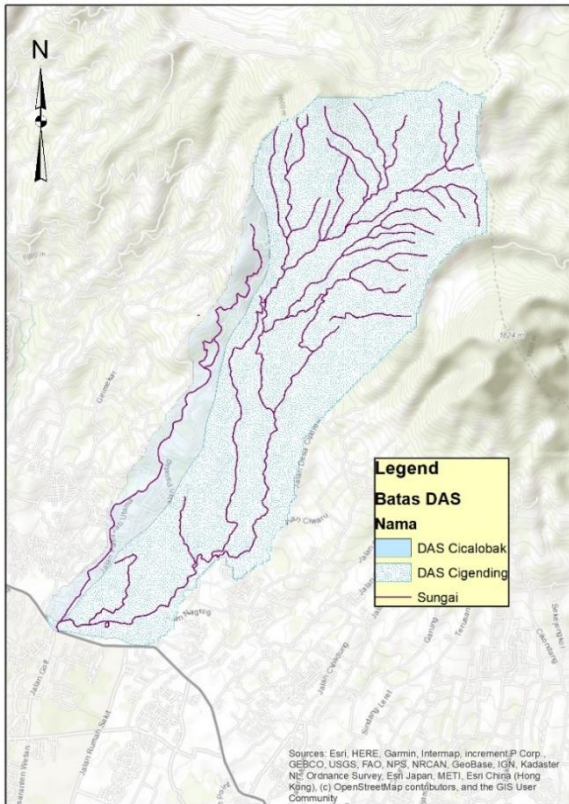
Lokasi Studi

Lokasi kejadian banjir bandang di Ujungberung, Kota Bandung berada pada Kali Cicalobak anak Sungai Cigending. Adapun daerah aliran sungai (DAS) dari kajian dapat dilihat pada Gambar 1. DAS Cicalobak memiliki luas sekitar 2,6 km² dengan panjang sungai sekitar 7.129,5 m. Sungai Cicalobak bertemu dengan Sungai Cigending dan selanjutnya melintasi Jalan A.H Nasution, Ujungberung. DAS Cigending memiliki luas sekitar 14,6 km², sehingga total luas kedua DAS tersebut adalah sekitar 17,2 km².

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis frekuensi hujan maksimum untuk catatan data hujan historis yang telah diamati di lokasi kejadian banjir bandang. Analisis frekuensi dilakukan dengan beberapa metode distribusi kemudian dipilih jenis distribusi yang sesuai dengan kondisi data tersebut. Hasil analisis frekuensi yang dihasilkan dinyatakan sebagai hujan rencana dan digunakan sebagai acuan untuk melakukan evaluasi terhadap tingkat probabilitas hujan penyebab banjir bandang di Ujungberung. Evaluasi hujan tersebut dilakukan terhadap data hujan harian. Selain itu, dilakukan juga evaluasi terhadap besarnya hujan selama durasi kejadian hujannya. Karena kejadian hujan yang menyebabkan banjir bandang di Ujungberung memiliki durasi yang pendek, maka besarnya hujan pada saat terjadinya banjir tersebut dibandingkan dengan lengkung intensitasi di

lokasi studi. Lengkung intensitas di lokasi studi dihasilkan dari analisis data hujan harian dengan menggunakan pendekatan empiris yang dikemukakan oleh Bell [8].



Gambar 1. Lokasi DAS Cicalobak dan Cigending

Analisis Frekuensi Hujan

Analisis hujan rencana dilakukan dengan menggunakan analisis probabilitas terhadap data hujan maksimum dengan menggunakan beberapa pendekatan distribusi frekuensi. Adapun distribusi frekuensi yang digunakan adalah distribusi normal, distribusi log normal 2 parameter, distribusi log normal 3 parameter, distribusi pearson, distribusi log pearson, distribusi gumbel, dan distribusi *generalized extreme value* (GEV). Pemilihan distribusi frekuensi dilakukan dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov.

Lengkung Intensitas

Lengkung intensitas merupakan salah satu metode untuk menentukan level tingkatan curah hujan. Dalam kajian ini kurva tersebut diperoleh berdasarkan lengkung intensitas sintetis yang dihasilkan dari persamaan Bell [8]. Metode Bell

dikembangkan, setelah melakukan analisis data hujan di US, Australia dan Afrika Selatan. Metodenya berdasarkan asumsi bahwa hujan ekstrim dengan durasi yang sangat singkat dan inten sering disebabkan oleh hujan konveksi. Hujan dengan karakteristik demikian dapat terjadi dimana saja di dunia. Bell mengemukakan 2 persamaan dasar yang dapat digunakan yaitu perubahan karena perbedaan durasi hujan dengan persamaan seperti berikut:

$$R[t, T] = (0.54t^{0.25} - 0.50)R[60, T]$$

Sedangkan untuk perubahan karena perbedaan periode ulang dengan persamaan seperti berikut:

$$R[t, T] = (0.21 \ln(T) + 0.52)R[t, 10].$$

Kedua persamaan di atas dikombinasikan untuk mendapatkan persamaan yang dapat digunakan secara umum [9]:

$$R[t, T] = (0.54t^{0.25} - 0.50)(0.21 \ln(T) + 0.52)R[60, 10]$$

Persamaan Bell tersebut telah digunakan dan dimodifikasi untuk digunakan di wilayah Indonesia dengan persamaan sebagai berikut [10]:

$$R[t, T] = (0.54t^{0.25} - 0.50)(0.14 \ln(T) + 0.68)R[60, 10]$$

$$R[60, 10] = 0,92 M^{0,67} N^{0,33}$$

Dimana M adalah hujan harian maksimum tahunan rata-rata (mm) dan N adalah rata rata jumlah hari hujan dalam setahun dengan tinggi hujan > 10 mm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi DAS

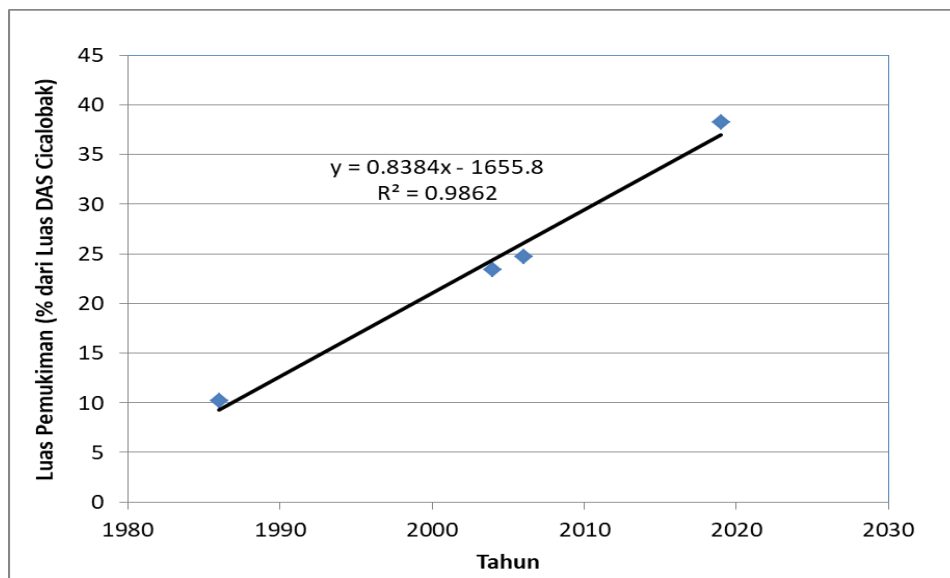
DAS Cicalobak memiliki bentuk yang memanjang dan berada di daerah pengunungan. Kondisi sungai banyak mengalami penyempitan akibat aktivitas manusia dalam rangka untuk membangun tempat tinggal. Kondisi DAS demikian, menyebabkan alur sungai menjadi sempit dan limpasan yang terjadi akibat lahan yang telah berubah menjadi sulit untuk mengalir ke hilir sehingga menyebabkan terjadinya banjir bandang di hulu DAS. Perubahan penggunaan lahan di DAS Cicalobak dapat dilihat pada Tabel

1. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa, mengalami peningkatan mulai dari tahun 1986 sampai dengan tahun 2006. Sampai dengan tahun 2006 penggunaan lahan untuk pemukiman telah mencapai 24,7 % dari luas total DAS Cicalobak (2,6 km²). Pada tahun 2020 penggunaan lahan untuk pemukiman telah

pemukiman di wilayah DAS Cicalobak mencapai sekitar 38,28 % dari luas DAS Cicalobak. Dilihat dari tren perubahan pemukiman seperti pada Gambar 2 tersebut, maka setiap tahun terjadi peningkatan pemukiman sekitar 1 % dari luas DAS Cicalobak.

Tabel 1. Perubahan Tutupan Lahan di DAS Cicalobak

No	Penggunaan Lahan	Tahun 1986		Tahun 2004		Tahun 2006	
		Luas (m ²)	%	Luas (m ²)	%	Luas (m ²)	%
1	Permukiman	266,318.4	10.24	608761.3	23.41	642335.9	24.70
2	Belukar	41,248.5	1.59	261325.7	10.05	261325.7	10.05
3	Hutan	297,590.4	11.45	-	-	-	-
4	Jalan	95,658.5	3.68	95658.5	3.68	95658.5	3.68
5	Kebun Campuran	450,443.6	17.32	322609.6	12.41	322609.6	12.41
6	Sawah	327,531.3	12.60	148674.3	5.72	148674.3	5.72
7	Tanah Kosong	29,261.8	1.13	62836.4	2.42	29261.8	1.13
8	Tegal/Ladang	1,092,042.3	42.00	1100229.1	42.31	1100229.1	42.31
Total		2,600,095.0		2,600,095.0		2,600,095.0	



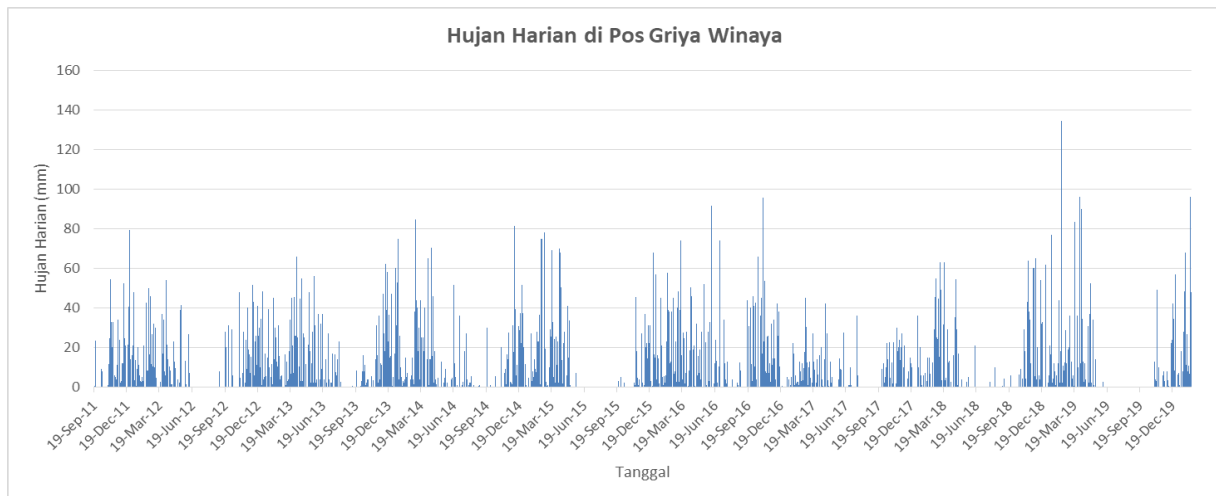
Gambar 2. Trend peningkatan pemukiman di DAS Cicalobak

Analisis Curah Hujan

Kondisi curah hujan di lokasi kajian dihasilkan dari data pos hujan Perumahan Griya Winaya. Hasil pengamatan curah hujan di Pos Griya Winaya Ujung Berung yang terpasang mulai dari tahun 2010, telah memonitor kondisi

hujan sampai dengan terjadinya banjir bandang. Dari hasil pemantauan selama hampir sekitar 10 tahun, menunjukkan kondisi hujan pada tahun 2019 pada bulan Januari dan Februari yang tertinggi dan jumlah hari hujan pada bulan tersebut lebih besar dari pengamatan yang sudah

dilakukan. Data hujan harian dari tahun 2010 sampai dengan 2019 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Curah Hujan Harian di Pos Griya Winaya dari tahun 2010 s/d April 2019

Besarnya hujan pada saat terjadinya banjir bandang di Kali Cicalobak adalah sebagai berikut:

1. Kejadian banjir bandang I (9 Feb 2019) terjadi sekitar jam 21:00 sampai dengan 22:00 Wib dengan total hujan sehari yang tercatat pada tanggal 10 Feb 2019 sekitar 134 mm. Intensitas hujan selama durasi hujan tercatat dengan pengamatan manual sekitar 86.3 mm selama 1 jam.
2. Kejadian banjir bandang II (19 Mar 2019) terjadi pada siang hari sekitar jam 13:00 Wib dengan total hujan sehari yang tercatat pada tanggal 20 Maret 2019 adalah sekitar 83.4 mm.
3. Kejadian banjir bandang III (1 April 2019) terjadi sekitar jam 14:00 sampai dengan 16:00 Wib dengan total hujan selama sehari yang tercatat pada tanggal 2 April 2019 adalah sekitar 96 mm. Intensitas hujan selama durasi hujan tercatat dengan pengamatan manual sekitar 96 mm selama 2 jam.

Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi dilakukan untuk menentukan besarnya hujan rencana di lokasi studi. Hujan rencana yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk menilai level hujan yang

telah menyebabkan banjir bandang. Analisa frekuensi dilakukan terhadap data hujan harian maksimum di Pos Hujan Perumahan Griya Winaya, Ujungberung dengan menggunakan beberapa metode distribusi, mulai dari distribusi normal, log normal 2 parameter, log normal 3 parameter, pearson tipe III, log pearson, gumbel dan GEV. Adapun hasil analisis frekuensi dapat dilihat pada Tabel 2. Dari beberapa distribusi yang digunakan, maka dipilih salah satu metode distribusi yang sesuai. Metode yang digunakan dalam pemilihan distribusi tersebut adalah Smirnov-Kolmogorov. Dari hasil pengujian tersebut metode log pearson merupakan distribusi yang terpilih sesuai dengan kondisi data tersebut.

Analisis Lengkung Intensitas

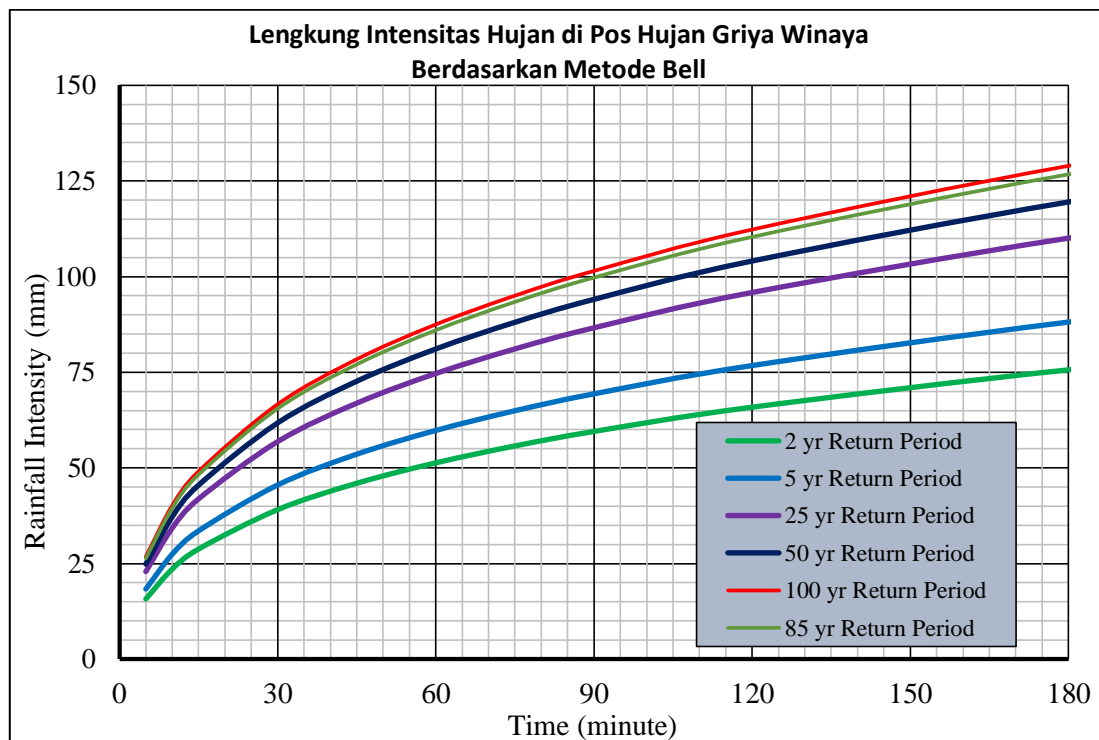
Lengkung intensitas hujan merupakan salah satu metode untuk menentukan besarnya hujan rencana untuk durasi pendek. Analisis lengkung intensitas di lokasi kejadian dilakukan dengan menggunakan pendekatan Bell. Lengkung intensitas ini diperoleh dari data hujan harian. Pendekatan Bell memerlukan informasi karakteristik hujan harian mulai dari rata-rata hujan harian maksimum dan jumlah hari hujan dalam satu tahun. Berdasarkan analisis data di lokasi diperoleh hasil untuk hujan maksimum

tahunan sekitar 78 mm dengan rata-rata jumlah hari hujan dalam setahun sekitar 60 hari. Dengan demikian, maka diperoleh lengkung intensitas hujan di lokasi kajian seperti terlihat pada

Gambar 4. Data yang dihasilkan dari analisis ini kemudian digunakan sebagai acuan untuk melakukan evaluasi terakit dengan kondisi hujan penyebab banjir bandang tersebut.

Tabel 2. Hasil perhitungan analisis frekuensi untuk beberapa metode distribusi

Kala Ulang (Tahun)	Distribusi Probabilitas						
	Normal	LN 2 Param	LN 3 Param	Gumbel I	Pearson III	Log Pearson III	GEV
2	78	74	74	75	73	74	90
5	99	97	96	102	96	96	112
10	110	111	110	120	111	111	126
25	121	128	129	142	129	130	145
50	129	140	142	159	143	144	159
100	136	153	156	175	156	159	173
150	139	160	164	185	164	168	181
200	142	165	169	192	169	174	187
250	144	169	174	197	173	179	191
500	149	181	188	214	186	194	205
1000	154	193	202	230	198	210	219



Gambar 4. Lengkung Intensitas di Pos Griya Winaya

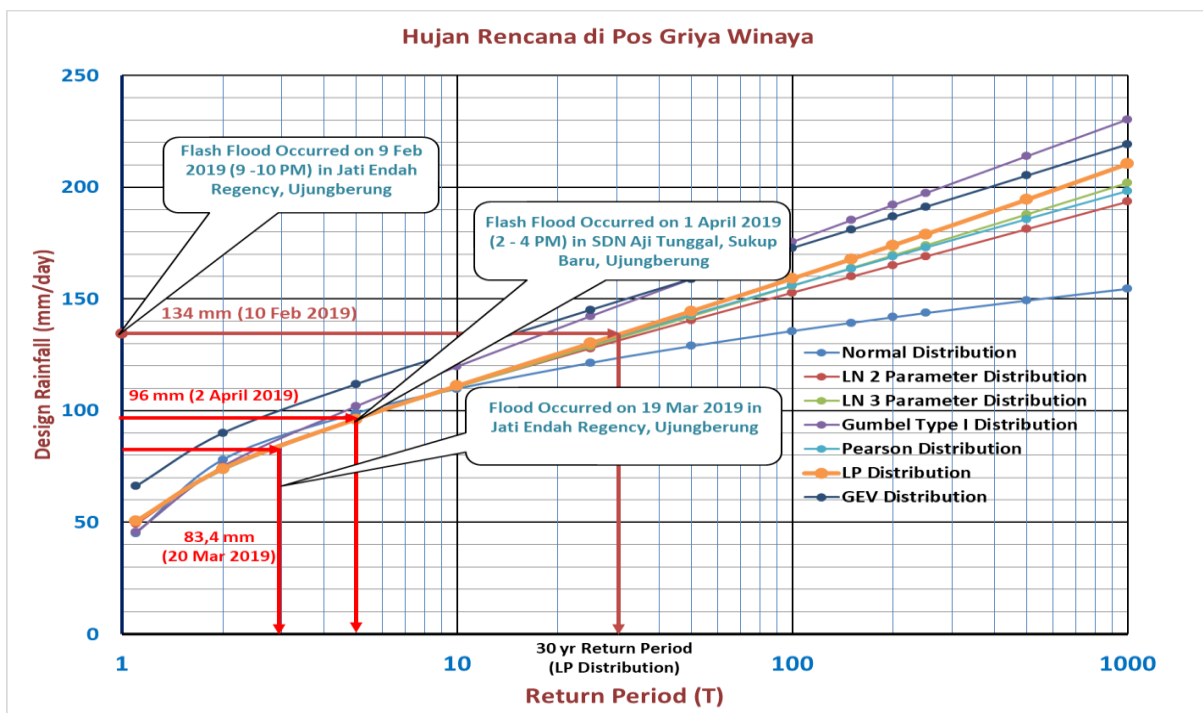
Analisis Kejadian Hujan Penyebab Banjir Bandang

Kejadian hujan yang terjadi di Ujungberung berdasarkan catatan data yang terjadi di pos pengamatan Griya Winaya telah diamati selama kurang lebih 10 tahun terakhir menunjukkan kejadian hujan ekstrim pada tahun 2019 merupakan yang tertinggi selama sepuluh tahun terakhir. Berdasarkan analisis frekuensi, maka telah diperoleh nilai hujan rencana dengan berbagai tingkat probabilitas. Adapapun hasil hujan analisis hujan rencana di lokasi dapat dilihat pada Gambar 5.

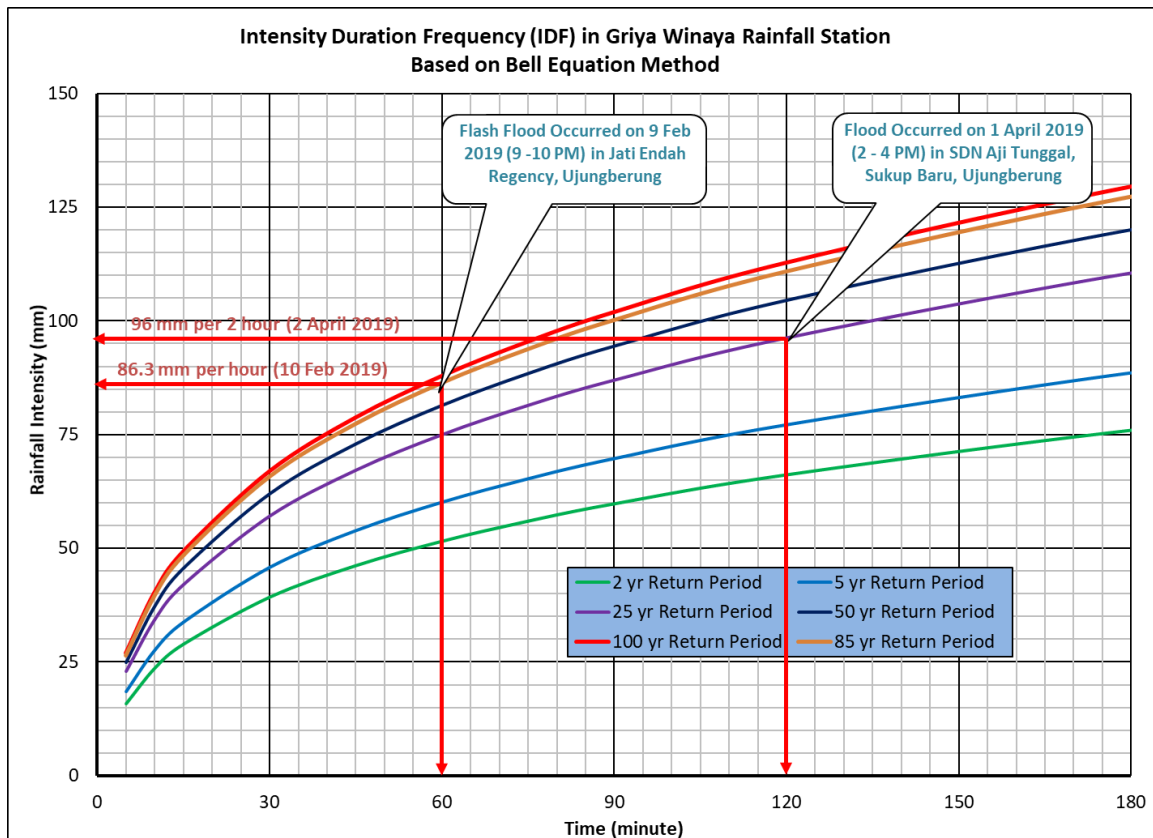
Kejadian banjir bandang di Ujungberung terjadi sebanyak 3 kali selama tahun 2019. Kejadian pertama terjadi pada tanggal 9 Februari 2019. Kejadian hujan harian yang tercatat sebesar 134 mm selama 1 hari, namun kejadian intensitas hujan yang sangat tinggi terjadi mulai jam 21.00 sampai dengan jam 22.00 wib dengan jumlah hujan mencapai 86.3 mm. Berdasarkan kondisi data yang tercatat tersebut, maka dapat ditentukan bahwa peluang kejadian hujan penyebab banjir mencapai kala ulang 30 tahun untuk hujan harian, namun jika dilakukan dengan menggunakan lengkung intensitas untuk durasi 1 jam maka diperoleh kala ulang 88 tahun seperti pada Gambar 6.

Kejadian banjir bandang kedua terjadi pada tanggal 19 Maret 2019. Jumlah hujan yang tercatat pada tanggal 20 Maret sekitar 83.4 mm. Distribusi hujan untuk kejadian yang kedua ini tidak termonitor secara manual sehingga tidak memiliki informasi nilai intensitas hujan tertinggi selama kejadian tersebut. Berdasarkan data hujan harian, maka dapat dianalisis bahwa kejadian hujan penyebab banjir bandang memiliki kala ulang 3 tahunan. Kejadian hujan yang terjadi ini merupakan yang terkecil dibandingkan dengan kejadian banjir bandang lainnya (Gambar 5).

Kejadian banjir bandang yang ketiga terjadi pada tanggal 1 April 2019. Kejadian hujan diperkirakan terjadi mulai siang hari jam 14.00 sampai dengan 16.00 wib dengan durasi hujan sekitar 2 jam. Berdasarkan hasil pengamatan hujan diperoleh sekitar 96 mm selama durasi hujan sekitar 2 jam, dan kejadian hujan tersebut tercatat juga selama 1 hari. Berdasarkan informasi tersebut, maka dapat diidentifikasi kejadian hujan tersebut memiliki kala ulang 5 tahunan untuk durasi harian (Gambar 5), dan memiliki kala ulang 25 tahun untuk durasi hujan 2 jam (Gambar 6).



Gambar 5. Kejadian hujan harian penyebab banjir bandang di Ujungberung



Gambar 6. Kejadian hujan selama durasi hujan penyebab banjir bandang

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kejadian hujan penyebab banjir bandang di Ujungberung, dapat disimpulkan bahwa, kejadian hujan yang terjadi pada saat banjir bandang yang pertama merupakan yang sangat ekstrim, dimana dapat mencapai kala ulang 88 tahun untuk durasi 1 jam dan kala ulang 30 tahun dengan menggunakan data hujan harian. Kejadian banjir bandang kedua merupakan kejadian hujan yang terkecil dari ketiga kejadian tersebut dimana hanya memiliki kala ulang 3 tahunan, dan untuk kejadian banjir bandang ketiga memiliki kejadian hujan yang sedikit lebih tinggi yaitu memiliki kala ulang 5 tahun untuk durasi harian atau kala ulang 25.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barredo, J.I., 2007. Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Nat Hazards* 42:125–148.
- [2] COMET, 2011. *Flash Flood Processes*. University Corporation for Atmospheric Research. All Rights Reserved. http://kejian1.cmatc.cn/vod/comet/hydro/flash_flood/navmenu.php tab 1 page 1.1.0. [htm](#).
- [3] Hall, A.J., 1981. *Flash Flood Forecasting*. Operational Hydrology Report No 18. World Meteorological Organization.
- [4] Bryndal, T., 2015. Local flash floods in Central Europe: a case study of Poland. *Nor Geogr Tidsskr Nor J Geogr* 69(5):288–298. doi:10.1080/00291951.2015.1072242.
- [5] Bryndal, T., 2014. A method for identification of small Carpathian catchments more prone to flash flood generation. Based on the example of south-

- eastern part of the Polish Carpathians. *Carpath J Earth Environ Sci* 9(3):109–122.
- [6] Gaume, E.; Bain, V.; Bernardara, P.; Newinger, O., 2009. A compilation of data on European flash floods. *J Hydrol* 367(1–2):70–78.
- [7] Creutin, J.D dan Borga, M., 2003. Radar hydrology modifies the monitoring of flash-flood hazard. *Hydrol Process* 17:1453–1456.
- [8] Bell F.C., 1969. Generalized rainfall-duration-frequency relationships. *Proc ASCE*, 95, HY1,3 11-327.
- [9] Manley, R.E., 1992. Bell's Formula-A Reappraisal. *Journèes hydrologiques - Orstom* - September 1992.
- [10] Standar Nasional Indonesia (SNI), 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*. Badan Standar Nasional.