

TEKNOLOGI PERTANIAN**ANALISIS KEJADIAN BANJIR MENGGUNAKAN METODE AMBANG BATAS
(THRESHOLD LEVEL METHOD)***(Analysis of Flooding Using Threshold Level Method)***Ahmad Faruq K.^{*}, Sri Wahyuningsih, Hamid Ahmad, Indarto**

Lab. Teknologi Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,
 Jl. Kalimantan no. 37 Kampus Tegalboto, Jember, 68121
¹⁾E-mail: ahmadfaruqkaha@gmail.com

ABSTRACT

Flood is a puddle of water on the soil surface, which occurs due to the bad drainage system, so that the rain water spill or water delivery from upstream areas cannot be accommodated by the river. Threshold Level Method (TLM) is a method used to determine the threshold of flooding which is further processed into data on the number and duration of flood events and the number of exceedance stream flow. This research was conducted from July 2014 to January 2015. The aim of this research was to determine the discharge thresholds expressed as a threshold value of flooding in 24 watersheds in three areas of UPT PSDA (Water Resource Departmet) East Java using discharge data records in period 1996-2001. The determination of flooding threshold used TLM method using percentile value of 90 (Q90) from the data on discharge record of each watershed observed. Thus, the occurrence of discharge that exceeded the predetermined threshold would be categorized as a flood event. Based on the data analysis in 24 watersheds spread over UPT PSDA Malang, Madiun and Bojonegoro regions using discharge data obtained for 6 years, the biggest flood discharge threshold was in Babat Watershed by 990 m³/s.

Keywords: , analysis, flooding, threshold, percentile.

PENDAHULUAN

Banjir adalah genangan air di permukaan tanah, yang terjadi akibat tidak baiknya sistem drainase, sehingga tumpahan air hujan dan atau kiriman air dari daerah hulu tidak tertampung oleh sungai. Banjir merupakan salah satu bencana yang frekuensinya paling besar di Indonesia. Berdasarkan data BNPB (2015), selama 10 tahun terakhir yakni 2004 – 2013 telah terjadi 312 kasus banjir di Provinsi Jawa Timur, yang tersebar di hampir seluruh kabupaten. Pada wilayah Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air (UPT PSDA) Malang, Madiun, dan Bojonegoro tercatat 125 kejadian banjir yang menyebabkan korban meninggal sebanyak 43 jiwa, kerusakan lahan seluas 90.001 ha, dan kerusakan jalan 2164,89 km.

Berdasarkan jumlah kejadian banjir dan kerugian yang diakibatkan, untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada diperlukan informasi berupa nilai ambang batas debit banjir sebagai peringatan dini untuk kejadian banjir guna menunjang program pemerintah dan meminimalisir permasalahan yang ada.

Menurut Gregor (2010:3-4), metode *Threshold Level Method* (TLM) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan ambang batas banjir yang selanjutnya diolah menjadi data jumlah dan lama kejadian banjir serta jumlah pelampauan debit sungai. Input data yang digunakan dalam metode TLM hanya data rekaman debit debit pada periode tertentu. Nilai debit yang melampaui ambang batas dikatakan mengalami kelebihan air yang selanjutnya dinyatakan sebagai peristiwa banjir. Pada metode TLM peristiwa banjir ditentukan dengan cara mengetahui nilai debit yang berada di atas batasan ambang batas. Nilai ambang batas diperoleh dari perhitungan nilai persentil Q₉₀ terhadap keseluruhan data debit harian yang digunakan (Li, 2012).

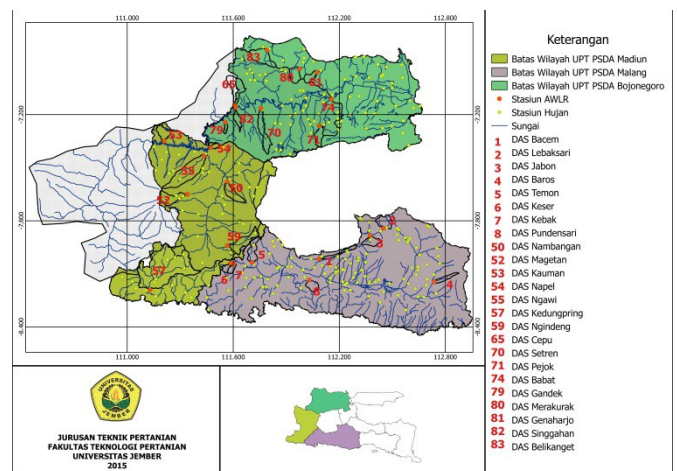
Penelitian ini dilakukan untuk menentukan batasan debit atau ambang batas yang dinyatakan sebagai nilai ambang batas banjir pada 24 DAS di tiga wilayah UPT PSDA Jawa Timur dengan menggunakan rekaman data debit periode 1996-2001.

METODOLOGI PENELITIAN**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian akan dilakukan di Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juli 2014 sampai dengan Januari 2015.

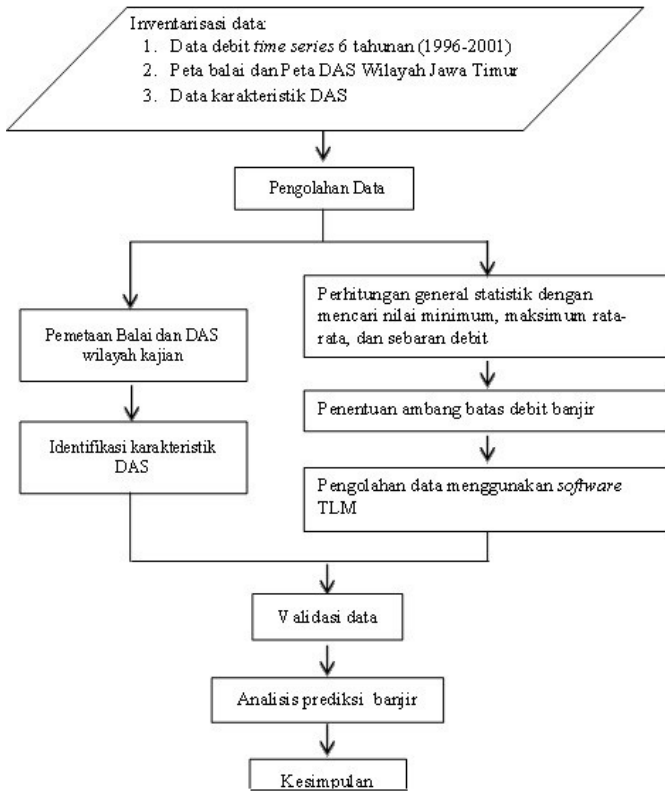
Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut: seperangkat personal komputer (PC); Software *Hydrooffice*; *Software Quantum GIS*; *Software Ms. Excel*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data debit *time series* 6 tahunan (1996-2001), peta *layout* balai, dan data karakteristik DAS.



Gambar 1. Layout Peta UPT PSDA Malang, Madiun, dan Bojonegoro.

Tahapan Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data debit time series yaitu suatu hasil pengamatan besar debit aliran sungai dalam suatu DAS yang terukur secara berkala dan dengan acuan waktu secara berkelanjutan. Selain data debit, dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder yang meliputi peta wilayah PSDA, batas DAS, lokasi stasiun AWLR, serta data-data yang menunjukkan karakteristik fisik masing-masing DAS.

Proses analisis kejadian banjir dalam hal ini dengan menggunakan *software* TLM, yaitu dengan mencari nilai ambang batas banjir. dengan diketahuinya nilai ambang batas debit banjir, maka dapat diketahui banyaknya kejadian pelampauan debit, lamanya, dan jumlah debit yang melewati ambang batas dalam periode pengamatan.

Penentuan nilai ambang batas berdasarkan pada ketentuan banjir sedang menurut Li (2012), yaitu persentil 90 (Q₉₀). Penentuan ambang batas dilakukan dengan cara mengurutkan seluruh data debit dalam satu periode pengamatan untuk masing-masing DAS dari nilai terkecil sampai dengan nilai terbesar menggunakan *Software MS. Excel* yang selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ambang batas atau persentil untuk peringatan banjir. Nilai ambang batas tersebut kemudian digunakan sebagai parameter pada *tool* TLM yaitu pada menu *threshold manager*. Hal ini berbeda dengan mencari ambang batas kekeringan yang mengurutkan data debit dari yang terbesar sampai yang terkecil tanpa proses perhitungan manual untuk menentukan nilai ambang batas sesuai dengan persentil yang digunakan, tetapi langsung menentukan persentil dengan menggunakan menu *percentile* yang telah tersedia pada *software* TLM untuk mendapatkan grafik *time series*.

Persentil merupakan nilai – nilai yang membagi seugus pengamatan menjadi 100 bagian yang sama. Q₉₀ menyatakan debit dengan frekuensi kejadian lebih dari 90% dan nilainya merupakan proporsi 10% tertinggi dari data debit yang terekam selama periode analisis. Penentuan nilai persentil menggunakan persamaan ketiga Lane (tanpa tahun), yaitu sebagai berikut:

$$Q_{xi} = Xi/100 (n+1).....(1)$$

keterangan :

Q_{xi} = rangking data yang menunjukkan persentil ke-xi

Xi = persentil yang akan dicari

N = jumlah data

catatan: ketika Q_{xi} menghasilkan bilangan desimal maka dilakukan interpolasi antara nilai data diantara persentil yang dicari dengan cara persamaan 2 :

$$Q = (Q_{xi}') (P_2 - P_1) + P_1.....(2)$$

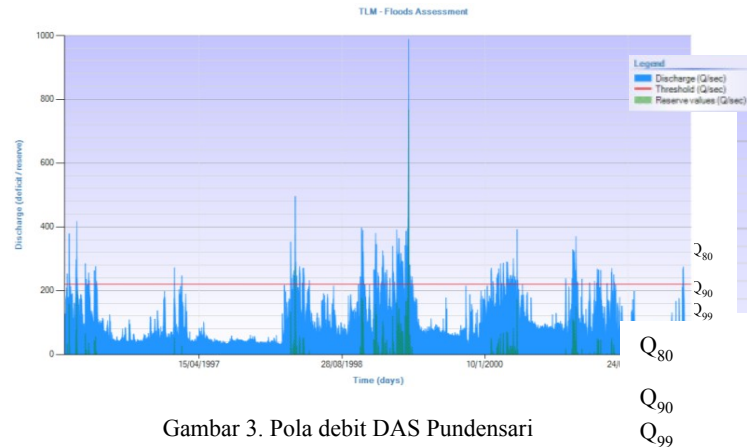
keterangan :

Q = nilai debit (ambang batas)

Q_{xi'} = nilai desimal dari persentil ke-xi

P₁ = nilai 1 debit hasil pencarian persentil

P₂ = nilai 2 debit hasil pencarian persentil



Gambar 3. Pola debit DAS Pundensari

Pertimbangan penggunaan ambang batas Q₉₀ didasarkan pada gambar 3, dimana Q₈₀ dalam analisis ini tidak digunakan sebagai ambang batas karena terlalu rendah sehingga dikhawatirkan akan banyak kejadian debit yang seharusnya belum banjir namun dianggap sebagai banjir. Sebaliknya, Q₉₉ tidak digunakan sebagai ambang batas karena terlalu tinggi sehingga dikhawatirkan akan banyak kejadian debit yang seharusnya sudah banjir masih dianggap belum terjadi banjir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran DAS yang Diamati

Wilayah pengamatan dalam penentuan nilai ambang batas banjir ini adalah DAS yang berada pada wilayah UPT PSDA Malang, Madiun, dan Bojonegoro yang memiliki kelengkapan data debit harian yang diperoleh minimal selama enam tahun dan pada periode yang sama. Adapun DAS yang memiliki kelengkapan data tersebut diperoleh sebanyak 24 DAS. Berikut merupakan satuan wilayah pengelolaan DAS pada UPT PSDA yang diamati:

1. UPT PSDA Malang
Terdiri dari DAS Bacem, Lebaksari, Jabon, Baros, Temon, Keser, Kebak, dan Pundensari.
2. UPT PSDA Madiun
Terdiri dari DAS Nambangan, Magetan, Kauman, Napel, Ngawi, Kedungpring, dan Ngindeng.
3. UPT PSDA Bojonegoro
Terdiri dari DAS Cepu, Setren, Pejok, Babat, Gandek, Merakurak, Genaharjo, Singgahan, dan Belikanget.

Karakteristik Fisik DAS

Karakteristik fisik DAS yang diamati adalah luas DAS, panjang sungai utama, bentuk DAS, Jenis tanah, dan tata guna lahan. Karakteristik fisik hasil identifikasi dari tiap DAS yang diamati dikelompokkan berdasarkan bentuk DAS dan disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik fisik DAS

No. DAS	Nama DAS	Bentuk DAS	Panjang Sungai Utama (Km)	Luas DAS (Km ²)	Kategori Luas DAS	Karakteristik Curah Hujan	
						No. DAS	Nama DAS
1	Bacem		21.028	35.322	Sangat kecil		
4	Baros		9.958	30.49	Sangat kecil		
5	Temon		16.944	64.544	Sangat kecil		
52	Magetan		17.361	80.413	Sangat kecil		
55	Ngawi		28.76	213.376	Kecil		
57	Kedungpring		46.238	610.322	Kecil		
59	Ngindeng	Memanjang	19.768	109.848	Kecil		
65	Cepu		33.301	105.969	Kecil		
70	Setren		44.084	93.734	Sangat kecil		
71	Pejok		19.473	48.407	Sangat kecil		
74	Babat		375.839	14,125.37	Sangat Besar		
79	Gandek		9.124	11.175	Sangat kecil		
82	Singgahan		17.173	31.711	Sangat kecil		
2	Lebaksari		6.645	62.428	Sangat kecil		
3	Jabon		5.669	45.692	Sangat kecil		
6	Keser		7.422	42.332	Sangat kecil		
7	Kebak		6.543	18.868	Sangat kecil		
8	Pundensari		11.338	38.646	Sangat kecil		
50	Nambangan	Melebar	18.473	66.603	Sangat kecil		
53	Kauman		15.341	51.195	Sangat kecil		
54	Napel		8.766	14.399	Sangat kecil		
80	Merakurak		12.398	29.275	Sangat kecil		
81	Genaharjo		12.622	33.555	Sangat kecil		
83	Belikanget		14.735	105.716	Kecil		

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil klasifikasi luas DAS berdasarkan Kemenhut BPDAS dan PS (2013), diperoleh tiga kelas yaitu, sangat kecil meliputi: Bacem, Baros, Temon, Kebak, Nambangan, Magetan, Setren, Pejok, Gandek, Singgahan, Lebaksari, Jabon, Keser, Pundensari, Kauman, Napel, Merakurak, dan Genaharjo, DAS dengan luasan kecil meliputi: Ngawi, Ngindeng, Cepu, Kedungpring, dan Belikanget, sedangkan DAS dengan luasan sangat besar yaitu Babat. Jika dilihat secara keseluruhan, sebagian besar DAS memiliki luasan sangat kecil, adapun yang DAS luasanya paling besar adalah Babat, sedangkan yang luasanya paling kecil adalah Gandek.

Karakteristik Curah Hujan

Kejadian banjir pada suatu DAS dapat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan pada DAS tersebut. Karakteristik curah hujan harian dari tiap DAS yang diamati disajikan pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa besarnya curah hujan harian tiap DAS berbeda-beda. Hal ini dikarenakan perbedaan karakteristik klimatologis daerah kajian. Besarnya curah hujan erat hubungannya dengan rawan timbulnya kejadian banjir, hal ini dikarenakan limpasan air dari curah hujan turut menyumbang banyak debit yang akan mengalir ke *outlet* (Estiningtyas, 2009: 14-15). Sehingga, dapat dideskripsikan bahwa DAS dengan curah hujan yang tinggi memiliki potensi lebih besar mengalami kejadian banjir dari pada DAS dengan curah hujan rendah, namun panjang periode berlangsungnya banjir tidak dapat diketahui.

Mengacu pada klasifikasi curah hujan harian yang ada, ke-24 DAS yang dikaji dapat dikelompokkan dalam kategori curah hujan harian lebat dengan rentang nilai 51 s/d 100 mm/24 jam dan sangat lebat dengan rentang nilai lebih dari 100 mm/24 jam. DAS yang memiliki curah hujan harian lebat yaitu DAS Bacem, Kebak, Nambangan, Magetan, Cepu, Setren, Pejok, Gandek, Singgahan, Keser, Pundensari, Kauman, Napel, Babat, Merakurak, Genaharjo, dan Belikanget. DAS dengan curah hujan harian sangat lebat yaitu DAS Baros, Temon, Ngawi, Ngindeng, Lebaksari, Jabon, dan Kedungpring.

Tabel 2. Karakteristik curah hujan harian

1	1	Bacem	85	105
2	4	Baros	122	150
3	5	Temon	103	114
4	52	Magetan	94	104
5	55	Ngawi	101	158
6	57	Kedungpring	122	148
7	59	Ngindeng	113	116
8	65	Cepu	65	141
9	70	Setren	65	141
10	71	Pejok	68	168
11	74	Babat	97	105
12	79	Gandek	55	85
13	82	Singgahan	65	141
14	2	Lebaksari	102	149
15	3	Jabon	131.3	123
16	6	Keser	74	95
17	7	Kebak	92	125
18	8	Pundensari	80	145
19	50	Nambangan	63	99
20	53	Kauman	76	98
21	54	Napel	83	132
22	80	Merakurak	67	92
23	81	Genaharjo	57	97
24	83	Belikanget	92	84

meliputi DAS Nambangan, Ngawi, Cepu, Pundensari, Kauman, Napel, Gandek, dan Babat.

Karakteristik Debit

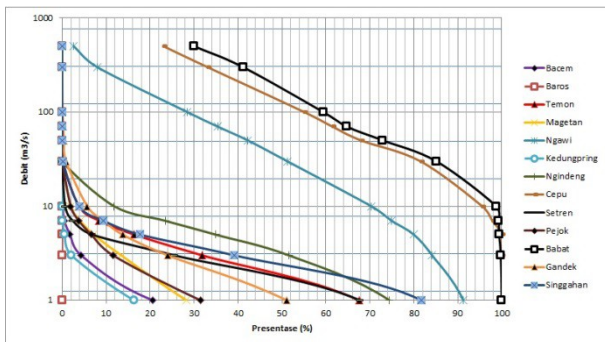
Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa batasan debit banjir yang dimiliki oleh masing-masing DAS bervariasi. Dari ke-24 DAS yang diamati, dapat diketahui bahwa ambang batas Q₉₀ terbesar pada DAS dengan bentuk memanjang yaitu DAS Babat dengan nilai 990 m³/s dengan debit maksimum 2.002 m³/s, sedangkan pada DAS dengan bentuk melebar adalah DAS Napel dengan nilai 723 m³/s dengan debit maksimal 2.141 m³/s.

Tabel 3. Karakteristik debit

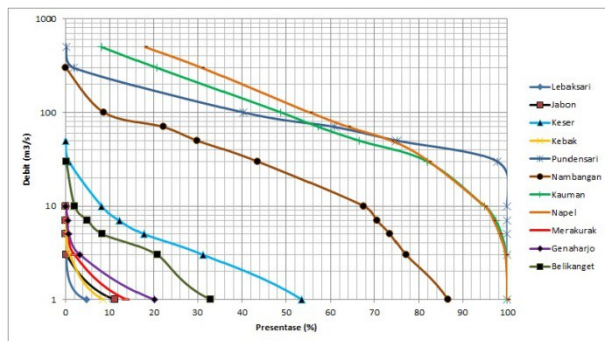
No.	No. DAS	DAS	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{min} (m ³ /s)	Q _{rat} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)
1	1	Bacem	20.5	0.01	0.73	1.82
2	4	Baros	0.8	0	0.08	0.13
3	5	Temon	57.3	0	2.93	6.55
4	52	Magetan	29.3	0	1.28	3.9
5	55	Ngawi	972	0.05	92.23	270
6	57	Kedungpring	9.46	0	0.49	1.52
7	59	Ngindeng	47	0.06	4.54	10.6
8	65	Cepu	2481	5.72	306.16	864
9	70	Setren	19.2	0.02	2.04	4.49
10	71	Pejok	32.8	0	1.37	3.5
11	74	Babat	2002	2.29	361.3	990
12	79	Gandek	132	0	2.91	6.58
13	82	Singgahan	80.1	0.12	3.3	6.81
14	2	Lebaksari	3.91	0.07	0.47	0.82
15	3	Jabon	10.7	0.01	0.46	1.06
16	6	Keser	69.6	0.01	3.28	8.26
17	7	Kebak	24.7	0	0.35	0.89
18	8	Pundensari	988	22.7	110.13	220
19	50	Nambangan	397	0	38.26	97.2
20	53	Kauman	2035	1.24	177.37	444
21	54	Napel	2141	2.09	262.7	723
22	80	Merakurak	27.2	0	0.53	1.23
23	81	Genaharjo	11.6	0	0.67	1.8
24	83	Belikanget	45.1	0.02	1.76	4.58

Analisis Frekuensi Debit

Analisis frekuensi kejadian debit dimaksudkan untuk menampilkan sebaran data berdasarkan rentangnya dan disajikan dalam persentase kumulatif. Pada penentuan nilai retang terkecil dan terbesar berdasarkan debit minimum dan maksimum 24 DAS yang diamati. Nilai rentang terkecil adalah ≥ 0 m³/s sedangkan rentang terbesar adalah ≥ 500 m³/s. Jadi, semua data debit pada periode pengamatan yang dipersentasekan adalah data debit yang kemunculannya ≥ rentang debit yang dibuat dalam analisis ini. Hasil analisis frekuensi kejadian debit disajikan dalam gambar 4 dan 5 berikut:



Gambar 4 Frekuensi sebaran data debit DAS dengan bentuk memanjang



Gambar 5 Frekuensi sebaran data debit DAS dengan bentuk melebar

Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan bahwa terdapat dua pola grafik yang sama yaitu memiliki dua kelompok garis yang berada di bagian atas dengan jumlah debit tertinggi lebih besar dari 100 m³/s dan di bagian bawah dengan jumlah debit tertinggi kurang dari 100 m³/s. Pola grafik dengan debit lebih besar sama dengan 100 m³/s

Metode Ambang Batas

Ambang batas debit banjir dapat diartikan sebagai suatu nilai batas debit yang menyatakan jika kejadian debit melebihi nilai tersebut maka disebut banjir. Dalam studi ini ambang batas yang digunakan adalah ambang batas untuk peramalan kejadian banjir. Penetapan ambang batas pada penelitian menggunakan persentil 90 (Q₉₀). Penggunaan Q₉₀ dimaksudkan untuk menetapkan ambang batas banjir pada level sedang.

Pada prinsipnya, ambang batas yang dibuat pada suatu DAS dilihat dari persentase kejadian debit besar pada masing-masing DAS. Apabila kejadian debit pada suatu DAS cenderung besar maka ambang batas akan semakin besar pula dan sebaliknya. Besarnya Q₉₀ tidak dipengaruhi langsung oleh luasan DAS, hal ini diperjelas oleh Safarina (2009), bahwa apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luas DAS. Besar kecilnya ambang batas banjir DAS dipengaruhi oleh beberapa karakteristik DAS seperti panjang sungai utama, bentuk DAS, luas DAS, curah hujan, jenis tanah, dan tata guna lahan dengan pengaruh yang berbeda-beda.

Karakteristik Kejadian Banjir

Dalam studi ini banjir diartikan sebagai kejadian dimana jumlah debit melebihi nilai ambang batas yang ditentukan. Dengan ditentukannya ambang batas Q₉₀ pada tiap DAS, maka dapat dilakukan perhitungan jumlah, lama, dan nilai pelampauan debit. Berikut merupakan gambaran peristiwa kejadian banjir pada 24 DAS yang diamati disajikan dalam table 4,

Tabel 4 Perbandingan peristiwa kejadian banjir

No.	No. DA	Nama DAS	Amban g Batas	Kejadia n Banjir	Periode Kejadia n	Pelampauan Debit Q90
-----	--------	----------	---------------	------------------	-------------------	----------------------

S	Q90 (m ³ /s)	n Maks. (kali)	n Maks. (hari)		(m ³ /s)		
			Maks.	Min	Maks.	Min	
1	1	Bacem	1.82	60	44	18.68	0.02
2	4	Baros	0.13	39	55	0.67	0.01
3	5	Temon	6.55	58	15	50.75	0.06
4	52	Magetan	3.9	72	19	25.4	0.02
5	55	Ngawi	270	100	6	702	4
6	57	Kedungpring	1.52	122	14	7.94	0.05
7	59	Ngindeng	10.6	82	19	36.4	0.1
8	65	Cepu	864	77	18	1617	1
9	70	Setren	4.49	80	26	14.71	0.09
10	71	Pejok	3.5	111	8	29.3	0.05
11	74	Babat	990	61	17	1012	4
12	79	Gandek	6.58	88	21	125.4	0.15
13	82	Singgahan	6.81	77	22	73.29	0.03
14	2	Lebaksari	0.82	41	29	3.09	0.01
15	3	Jabon	1.06	30	59	9.64	0.02
16	6	Keser	8.26	54	69	61.34	0.31
17	7	Kebak	0.89	83	35	23.81	0.01
18	8	Pundensari	220	77	18	768	2
19	50	Nambangan	97.2	82	15	299.8	0.1
20	53	Kauman	444	91	14	1591	1
21	54	Napel	723	77	19	1418	8
22	80	Merakurak	1.23	78	38	25.97	0.01
23	81	Genaharjo	1.8	81	37	9.8	0.12
24	83	Belikanget	4.58	23	56	40.52	0.05

Tabel 4 di atas menggambarkan kejadian banjir pada 24 DAS sampel selama periode pengamatan pada tahun 1996 – 2001. Kejadian banjir paling banyak terjadi pada DAS dengan bentuk memanjang yaitu Kedungpring tercatat 122 kejadian, sedangkan kejadian banjir paling sedikit terjadi pada DAS dengan bentuk melebar yaitu Belikanget tercatat 23 kejadian. Hal ini menunjukkan bentuk DAS pada lokasi yang diamati tidak memiliki pengaruh langsung terhadap banyaknya kejadian banjir, namun tata guna lahan dan jenis tanah memiliki pengaruh yang lebih besar. Dimana, pada DAS Kedungpring terjadi banyak kejadian banjir dikarenakan didominasi oleh penggunaan lahan berupa semak belukar seluas 27,183%, sawah tadah hujan 21,378%, dan ladang 25,888, sedangkan hutan hanya seluas 0,113%, dan untuk jenis tanah didominasi oleh jenis Tanah Litosol seluas 63,561 %, selanjutnya Andosol seluas 35,999 %, dan Aluvial seluas 0,440 %. Tanah Litosol yaitu tanah mineral yang tebalnya 20 cm atau kurang dan dibawahnya terdapat batuan keras yang padu sehingga sulit untuk meloloskan air (Darmawijaya, 1980).

DAS Belikanget mengalami kejadian banjir paling sedikit dari ke-24 DAS yang diamati dikarenakan penggunaan lahannya didominasi oleh kebun seluas 35,625 %, sawah tadah hujan seluas 23,270 %, semak belukar seluas 21,663 %, sawah irigasi seluas 2,501 %, pemukiman seluas 2,228 %, dan tanah kosong atau padang rumput seluas 0,274 %, sedangkan untuk jenis tanah pada wilayah tersebut didominasi oleh latosol seluas 44,185 % yang memiliki sifat laju infiltrasi sedang dan regosol yaitu sebesar 43,652% yang memiliki sifat permeabilitas dan infiltrasi yang cepat sampai sangat cepat. Untuk selengkapnya, data tata guna lahan dan jenis tanah terdapat pada lampiran empat dan lima.

Panjang periode banjir merupakan besaran yang menggambarkan lamanya kejadian pelampauan debit terhadap ambang batas. Pada tabel 4 dari ke-24 DAS, yang memiliki panjang periode kejadian banjir paling besar terjadi pada DAS Keser, yaitu 69 hari, sedangkan untuk panjang periode banjir maksimal paling kecil terjadi pada DAS Ngawi selama 6 hari. Pelampauan debit paling besar terjadi pada DAS Cepu dengan nilai 1.617 m³/s.

Pada dasarnya jika dilihat secara keseluruhan dari tabel 4, banyaknya kejadian banjir yang diamati menggunakan metode TLM dengan ambang batas Q₉₀ diperoleh bahwa pada DAS dengan jumlah kejadian banjir yang relatif banyak cenderung memiliki panjang periode kejadian banjir yang pendek. Sebagai contoh DAS dengan

kejadian banjir terbanyak yaitu DAS Kedungpring, panjangnya periode kejadian banjir relatif lebih kecil dari pada DAS dengan kejadian banjir yang sedikit sedangkan untuk debit pelampauannya bervariasi. Berdasarkan hasil pengamatan kejadian banjir dengan menggunakan TLM diperoleh bahwa pada DAS yang memiliki kejadian banjir yang banyak yaitu pada rentang diatas 100 kejadian cenderung memiliki panjang periode kejadian maksimal yang pendek yaitu ≤ 14 hari.

Periode Kejadian Banjir Tahunan dan Bulanan

Tabel 5 Perbandingan peristiwa kejadian banjir tahunan

No.	No. DAS	Nama DAS	Kejadian Tahunan					
			1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	1	Bacem	3	5	106	63	9	32
2	4	Baros	26	72	21	0	1	81
3	5	Temon	9	1	122	9	11	68
4	52	Magetan	3	13	2	17	92	92
5	55	Ngawi	33	16	56	37	42	35
6	57	Kedungpring	28	42	63	30	18	38
7	59	Ngindeng	31	9	111	33	15	19
8	65	Cepu	30	11	54	35	43	46
9	70	Setren	106	28	22	24	11	27
10	71	Pejok	35	23	32	44	32	53
11	74	Babat	36	25	46	44	32	35
12	79	Gandek	19	11	53	49	48	39
13	82	Singgahan	23	15	61	37	34	58
14	2	Lebaksari	14	17	54	9	43	77
15	3	Jabon	14	0	1	45	1	153
16	6	Keser	34	19	146	0	16	4
17	7	Kebak	17	5	27	85	49	29
18	8	Pundensari	19	2	44	64	66	20
19	50	Nambangan	97	13	42	15	39	4
20	53	Kauman	20	18	34	56	49	42
21	54	Napel	26	13	47	26	68	39
22	80	Merakurak	4	8	36	64	76	32
23	81	Genaharjo	23	10	23	49	20	104
24	83	Belikanget	0	0	1	0	71	147

Berdasarkan tabel 5 diperoleh jumlah kejadian banjir tahunan untuk 24 DAS yang diamati yaitu sebagai berikut: tahun 1996 sebanyak 685 kejadian, tahun 1997 sebanyak 429 kejadian, tahun 1998 sebanyak 1.195 kejadian, tahun 1999 sebanyak 896 kejadian, tahun 2000 sebanyak 909 kejadian, dan tahun 2001 sebanyak 1.303. Jumlah kejadian tahunan untuk tahun 1998 yang melebihi angka 1000 kejadian dikarenakan pada tahun tersebut terjadi La Nina dan pada tahun 2001 yang juga memiliki angka kejadian melebihi 1000 dikarenakan efek dari La Nina yang terjadi pada tahun 1998 sampai 2000. La Nina merupakan turunnya suhu permukaan laut di timur dan tengah di kawasan tropis samudera pasifik (Utami, 2011). Sedangkan pada tahun 1997 merupakan yang memiliki kejadian banjir paling sedikit, hal ini dikarenakan pada tahun tersebut terjadi El Nino. El Nino merupakan naiknya suhu permukaan laut di timur dan tengah di kawasan tropis samudera pasifik (Utami, 2011).

Kejadian El Nino biasanya diikuti dengan penurunan curah hujan dan peningkatan suhu udara, sedangkan kejadian La Nina merangsang kenaikan curah hujan di atas curah hujan normal. Di daerah tropis, kedua anomali iklim tersebut biasanya menimbulkan pergeseran pola curah hujan, perubahan besaran curah hujan dan perubahan temperatur udara. Akibat lebih lanjut adalah terjadinya musim kemarau yang semakin panjang, kekeringan yang merangsang terjadinya kebakaran hutan di daerah yang sensitif, banjir, serta meningkatnya gangguan hama dan penyakit tanaman.

Menurut data dari BMKG (2015), sejak tahun 1996 sampai 2000 terjadi 3 kali peristiwa La Nina yaitu September sampai Oktober 1996, Maret 1998 sampai Maret 2000, dan Juli sampai November 2000, namun periode terjadinya La Nina yang terparah terjadi pada Maret 1998 sampai Maret 2000. Sedangkan periode terjadinya El Nino yaitu sejak Februari 1997 sampai Februari 1998.

Pengaruh La Nina pada masing masing DAS berbeda-beda jika dilihat dari jumlah terjadinya banjir seluruh DAS setiap tahunnya, hal

Faruq, et al., *Prediksi Banjir Menggunakan Metode Ambang Batas (Threshold Level Method) Studi Kasus di Wilayah UPT PSDA*

ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik lokasi, luas DAS, penutupan lahan, bentuk DAS, topografi dan lain-lain. Sebagai contoh, DAS Temon pengaruhnya terhadap La Nina sangat cepat yaitu pada saat terjadi La Nina pada tahun 1998 langsung terjadi banyak sekali peristiwa banjir, sedangkan pada DAS Belikanget pengaruh La Nina tidak dirasakan secara langsung namun efeknya dirasakan pada tahun 2001 yang ditandai dengan banyaknya peristiwa banjir. Jika diamati secara keseluruhan, DAS Magetan, Jabon, Pejok, dan Lebaksari mengalami hal yang sama dengan DAS Belikanget.

Peristiwa banjir yang terjadi pada masing-masing DAS tersebar dalam beberapa bulan setiap tahunnya. Untuk dapat mengetahui kejadian banjir bulanan dapat diperoleh dari data kejadian banjir hasil analisis keluaran TLM kemudian dikelompokkan menjadi kejadian banjir bulanan. Dari hasil perhitungan kejadian banjir bulanan, diperoleh bahwa pola kejadian banjir pada masing-masing DAS berbeda-beda. Secara keseluruhan bila jumlah kejadian banjir pada 24 DAS dijumlah untuk setiap bulannya akan diketahui bahwa kejadian banjir paling banyak terjadi pada bulan Januari sampai April dan November sampai Desember yang jika dirata-rata dari 24 DAS selama enam tahun jumlahnya lebih dari empat puluh kali kejadian seperti y. ang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata jumlah kejadian banjir bulanan wilayah UPT PSDA Malang, Madiun, dan Bojonegoro

Nama DAS	Kejadian Bulanan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Bacem	10	29	54	49	7	3	2	1	0	4	20	39
Baros	31	12	3	1	1	0	3	1	0	24	82	43
Temon	13	33	32	29	5	11	8	1	8	22	45	13
Magetan	41	34	43	38	12	14	3	0	0	12	14	8
Ngawi	25	54	57	34	3	5	2	0	0	6	16	17
Kedungpring	47	63	35	22	1	0	0	0	0	4	30	17
Ngindeng	20	38	53	27	3	7	1	1	6	12	34	16
Cepu	16	59	66	42	1	1	1	0	0	3	16	14
Setren	35	39	40	46	3	0	1	0	0	7	18	29
Pejok	36	44	41	27	6	5	2	0	0	3	28	27
Babat	32	61	58	39	1	0	0	0	0	1	7	19
Gandek	40	46	43	44	6	3	1	1	0	6	14	15
Singgahan	42	41	54	21	5	2	0	0	0	2	24	37
Lebaksari	22	70	58	43	3	9	0	0	0	1	8	3
Jabon	4	17	40	40	19	2	0	4	1	29	25	33
Keser	15	30	34	36	6	4	9	3	4	13	32	33
Kebak	40	48	57	27	6	3	1	0	3	4	9	14
Pundensari	21	30	59	54	4	0	0	0	0	4	29	14
Nambangan	41	34	40	21	5	7	12	0	0	2	22	26
Kauman	40	62	53	30	4	1	0	0	0	5	13	11
Napel	21	54	69	40	2	2	1	0	0	5	11	14
Merakura	35	38	63	38	15	3	0	0	0	0	17	11
Genaharjo	44	37	52	19	5	2	1	0	0	1	21	47
Belikanget	41	40	37	16	11	5	0	0	0	13	25	31
Rata-rata	29.7	42.2	47.5	32.6	5.6	3.7	2.0	0.5	0.9	7.6	23.3	22.13

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pola kejadian pelampauan debit pada masing-masing DAS cukup bervariasi, sedangkan untuk kejadian pelampauan debit sebagian besar terjadi di sepanjang tahun pengamatan namun terdapat 3 DAS yang tidak mengalami kejadian tersebut yaitu DAS Jabon, Keser, dan Belikanget. DAS Jabon pada tahun 1997 tidak terjadi banjir dikarenakan pada tahun tersebut terjadi peristiwa La Nina. DAS Keser pada tahun 1999 tidak terjadi banjir dikarenakan DAS ini memiliki respon yang cepat terhadap kejadian La Nina sehingga pada tahun 1998 yang merupakan awal kejadian La Nina terparah menjadi tahun dengan kejadian banjir terbanyak yaitu sebanyak 146 kali kejadian. Akibatnya, tahun selanjutnya yaitu 1999 terjadi banyak defisit debit. DAS Belikanget pada tahun 1996, 1997 dan 1999 tidak terdapat kejadian banjir dikarenakan kejadian El Nina pada DAS ini memiliki pengaruh yang lebih besar, dapat dilihat dari tabel kejadian banjir tahunan dimana pada tahun 1996 sampai dengan 1999 hanya terjadi satu kali kejadian banjir. Akibatnya, kejadian banjir terbanyak terjadi pada tahun 2001. Jika diurutkan dari frekuensi kejadian banjir terbesar terdapat pada DAS Singgahan, kemudian selanjutnya DAS Merakurak, Keser, Kauman, Napel, Kedungpring, Cepu, Pejok, Gandek, Belikanget,

Babat, Pundensari, dan Jabon. Khusus untuk DAS Babat, meskipun memiliki luas yang paling besar namun pada hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kerawanan kejadian banjir berada pada urutan kesebelas, hal ini sesuai dengan keterangan yang di bahas sebelumnya bahwa luas DAS tidak berpengaruh secara langsung pada nilai ambang batas debit banjir.

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa pada beberapa DAS menunjukkan cukup banyak terjadi banjir pada bulan yang seharusnya merupakan musim kemarau. Peristiwa tersebut dapat terjadi akibat adanya peristiwa La Nina. Pola kejadian banjir yang ditunjukkan tersebut menunjukkan bahwa respon masing-masing DAS terhadap peristiwa La Nina berbeda-beda.

Aldrian dan Susanto (2003) menyimpulkan bahwa pengaruh El Nino atau La Nina berbeda pada setiap daerah dengan pola hujan yang berbeda, dimana di daerah dengan polah hujan monson pengaruh fenomena iklim ini kuat, pada daerah berpola hujan equatorial pengaruhnya lemah, sedangkan pada daerah berpola hujan lokal tidak jelas. Hasil yang sama juga di ungkapkan oleh Hamada et al. (2002). Sedangkan Bell et al. (2000) mengatakan bahwa La Nina menyebabkan curah hujan di Indonesia meningkat pada saat musim kemarau serta menyebabkan majunya awal musim hujan. Dari beberapa keterangan di atas dapat menjelaskan mengapa pada beberapa DAS menunjukkan cukup banyak terjadi peristiwa pelampauan debit pada musim kemarau.

Kesimpulan

1. Ambang batas debit banjir dari 24 DAS yang diamati diperoleh sebagai berikut: ambang batas terbesar terletak pada DAS Babat sebesar 990 m³/s dan terkecil pada DAS Baros sebesar 0.13 m³/s;
2. Banyaknya kejadian banjir pada 24 DAS yang diamati diperoleh sebagai berikut: kejadian banjir terbanyak terjadi pada DAS Kedungpring sebanyak 122 kejadian dan yang paling sedikit pada DAS Belikanget sebanyak 23 kejadian;
3. Berdasarkan hasil pengamatan kejadian banjir dengan menggunakan TLM diperoleh bahwa pada 24 DAS yang diamati jika dirata-rata kejadian banjir paling banyak terjadi pada bulan Februari dan Maret yang selanjutnya di sebut sebagai bulan rawan banjir, Sedangkan untuk sebaran kejadian banjir tahunan terbanyak terjadi pada tahun 1998 dan 2001.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., dan Susanto, R.D. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol.* 23. 1435–1452.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2014. Data dan Informasi Bencana Indonesia. [Serial Online] http://dibi.bnpb.go.id/DesInventar/simple_results.jsp [17 November 2014].
- Bell, Halpert, Schnell, Higgins, Lawrimore, Kousky, Tinker, Thiaw, Chelliah, dan Artusa. 2000. Climate Assessment for 1999. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(6). S1-S50.
- Darmawijaya, M. I. 1980. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Estiningtyas, W., Boer, R., dan Buono, A. 2009. Analisis Hubungan Curah Hujan dengan Kejadian Banjir dan Kekeringan pada Wilayah dengan Sistem Usahatani Berbasis Padi di Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Agromet* 23 Vol. 1:11-19.
- Gregor, M. 2010. *User Manual TLM 2.1*. Department of Hydrogeology-Faculty of Natural Science-Comenius University. Slovakia.

- Faruq, et.al., Prediksi Banjir Menggunakan Metode Ambang Batas (Threshold Level Method) Studi Kasus di Wilayah UPT PSDA Jefferson High School for Science and Technology. Oceanography and Geophysical Systems Research Laboratory. Virginia.*
- Hamada, Yamanaka, Matsumoto, Fukao, Winarso, dan Sribimawati. 2002. Spatial and Temporal Variations of the Rainy Season Over Indonesia and their Link to ENSO. *J. Meteor. Soc. Japan*, 80. 285-310.
- Kemenhut BPDAS dan PS. 2013. *Peraturan DIRJEN BPDAS dan PS Nomor: P. 3/V-SET/2013 Tentang Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai*. Jakarta: Kementerian Kehutanan, Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial.
- Lane, D. M. (tanpa tahun). Percentiles. <http://onlinestatbook.com/2/introductionpercentiles.html> [20 februari 2014]
- Li, D. 2012. A Novel Real Time Flood Warning System for the United States via Mobile and Web Based Application. *Thomas*
- Safarina, dan Ariani, B. 2009. Kajian Pengaruh Luas Daerah Aliran Sungai Terhadap Debit Banjir Berdasarkan Analisa Hydrograf Satuan Observasi Menggunakan Metoda Konvolusi (Studi Kasus: DAS Citarum, DAS Ciliwung, DAS Cimanuk). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*; Vol. 6, NO. 1.
- Utami A. W., Jamhari, dan Hardyastuti. 2011. El Nina, La Nino, dan Penawaran Pangan di Jawa, Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan, Volume 12, Nomor 2, hal. 257-271*. Yogyakarta: Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.