

PENGARUH PERUBAHAN DAERAH KEDAP AIR, CURAH HUJAN DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP DEBIT PUNCAK BANJIR DI SUB DAS BRANTAS HULU DI KOTA BATU

Achmad Marzuqi¹, Ussy Andawayanti², Very Dermawan³

¹ Kasie Lingkungan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bulungan Kalimantan Utara

² Dosen Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang
marzuqi.wre@gmail.com

Abstrak: Perkembangan Kota Batu ke depan adalah sebagai sentra pertanian dan sentra wisata sehingga penambahan sarana dan prasarana dari tahun ke tahun semakin meningkat. Salah satu permasalahan yang terjadi Kota Batu sebagai daerah resapan air semakin berkurang dikarenakan oleh pertumbuhan penduduk meningkat dan membutuhkan areal yang luas untuk tempat tinggal dan tuntutan pembangunan kota wisata sehingga pada musim hujan terjadi peningkatan aliran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan daerah kedap air, untuk mengetahui hubungan perubahan daerah kedap air, curah hujan dan jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir. Dalam analisis ini data yang digunakan adalah data hujan, penggunaan lahan dan penduduk pada tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014. Untuk analisis hidrologi menggunakan metode Thissen dan analisis debit puncak banjir menggunakan metode Rasional dan untuk mengetahui hubungan daerah kedap, curah hujan dan jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir dengan metode regresi linier ganda orde 3.

Peningkatan secara signifikan terjadi pada daerah pemukiman yaitu tahun 2003 berkisar 28% ditahun 2014 meningkat menjadi berkisar 62%. Curah hujan harian maksimum mulai tahun 2003 sampai 2014 tidak mengalami perubahan secara signifikan yaitu berkisar 60,80 mm sampai 77,80 mm, sedangkan debit puncak banjir mengalami perbedaan secara signifikan yaitu 115,2 m³/dt tahun 2003, 179,8 m³/dt pada tahun 2014. Luas daerah kedap tahun 2003 yaitu 27,1 km², ditahun 2014 meningkat menjadi 95,5 km².

Secara umum pendekatan hubungan dari variabel daerah kedap air (X₁), curah hujan (X₂) dan jumlah penduduk (X₃) terhadap debit puncak banjir (Y) diberikan oleh persamaan $\hat{Y} = 199,89 + 2,157X_1 + 0,57X_2 - 1,190X_3$ dengan R² = 0,91.

Kata kunci: Debit, Kedap, Curah Hujan dan Penduduk

Abstract : *The future development of Batu City is as a center for farming and tourist it is requires additional infrastructure from year to year . One of the problems that occur Batu as buffer zone increasing diminishing due to increasing of population growth and it require large areas to stay and to tourism, so during the rainy season there is an increase of runoff. The purpose of this study was to assess changes buffer zone, to determine the relationship changes buffer zone area, rainfall and population against flood peak discharge. In this analysis the data used are rain data, land use and population in 2003, 2008, 2009, 2010 and 2014. For hydrologic analysis using methods Thissen and analysis of flood peak discharge using Rational method and to determine the relationship of watertight area, rainfall and population against flood peak discharge by the method of multiple linear regression order 3.*

Significant increase occurred in residential areas, namely in 2003 ranges from 28% in the year 2014 increased to 62%. The maximum daily rainfall started in 2003 to 2014 did not change significantly which ranges from 60.80 mm to 77.80 mm, while the flood peak discharge experiencing significant difference is 115.2 m³ / sec in 2003, 179.8 m³/sec in 2014. The area of buffer zone 2003 is 27.1 km², in the year 2014 buffer zone to 95.5 km².

In general approach to the relationship of the variable regions buffer zone (X1), rainfall (X2) and population (X3) against the flood peak discharge (Y) is given by the equation $y = 199.89 + 2,157X1 + 0,57X2 - 1,190X3$ with $R^2 = 0.91$.

Keywords : *discharge,buffer zone, rainfall and population*

Wilayah Kota Batu berada di ketinggian 680 sampai 1.200 meter dari permukaan laut. Dinamika perkembangan wilayah Kota Batu saat ini lebih mengarah pada perkembangan Kota Batu ke depan sebagai sentra pertanian dan sentra wisata. Kebutuhan ruang di wilayah Kota Batu untuk mendukung program pembangunan.

Kota Batu secara administrasi terletak di dalam Wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu, yang berfungsi sebagai daerah resapan air melalui proses infiltrasi dan perkolasi di dalam tanah.

Salah satu permasalahan yang terjadi adalah daerah resapan air di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu dari tahun ke tahun semakin berkurang, dikarenakan faktor pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun semakin bertambah, yang tentunya membutuhkan areal yang luas untuk tempat tinggal dan tuntutan pembangunan kota sebagai kota wisata. Akibatnya, pada musim hujan terjadi peningkatan aliran permukaan, sehingga berpengaruh pada debit puncak di outlet DAS.

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perubahan luas daerah kedap air di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu di Kota Batu.
2. Untuk mengetahui hubungan perubahan luas daerah kedap air, curah hujan dan jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir.
3. Untuk mengetahui model hubungan luas daerah kedap air, curah hujan dan jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir.

Kejadian banjir sangat erat kaitanya dengan besar kecilnya limpas-an permukaan di suatu daerah. Penutup lahan, kemiringan lereng, dan kerapatan aliran suatu daerah akan berpengaruh pada besar kecilnya limpasan permukaan. Misalnya limpasan permukaan pada daerah tutupan lahan terbangun akan lebih besar dibandingkan dengan limpasan permukaan pada tutupan lahan yang dominan vegetasi.

Karena pada daerah tutupan lahan terbangun merupakan kedap air, sehingga berpengaruh pada kemampuan infiltrasi yang rendah dan kemudian berpengaruh pada limpasan permukaan yang semakin tinggi (Asdak, 2001).

Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit puncak berpengaruh secara signifikan terutama di sub DAS hulu yaitu 16 % pengaruhnya, (Kundul dan Olang (2008).

Perubahan penggunaan lahan menyebabkan adanya perubahan kondisi debit banjir DAS. Akibat adanya alih fungsi lahan, air hujan yang jatuh lebih berpotensi menjadi aliran permukaan daripada terserap ke dalam tanah, (Erstayudha, 2007).

Dengan semakin bertambahnya luas kawasan terbangun dan semakin berkurangnya luas hutan maka nilai koefisien limpasannya akan semakin besar sehingga aliran permukaannya bertambah besar, (Wibowo, 2005).

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Studi

Kota Batu adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini terletak 15 km sebelah barat kota Malang, berada di jalur Malang-Kediri dan Malang-Jombang.

Kota Batu berbatasan langsung dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan di sebelah utara serta dengan Kabupaten Malang di sebelah timur, selatan, dan barat.

Dengan kondisi topografi pegunungan dan perbukitan tersebut menjadikan kota Batu terkenal sebagai daerah dingin. Temperatur rata-rata kota Batu 21,5°C, dengan temperatur tertinggi 27,2°C dan terendah 14,9°C. Rata-rata kelembaban nisbi udara 86' % dan kecepatan angin 10,73 km/jam.

Analisa Hidrologi

Metode yang digunakan adalah Metode Thiessen, dalam metode tersebut, perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan cara

memperhitungkan daerah pengaruh tiap-tiap stasiun hujan, stasiun hujan yang ada di Kota Batu ada tujuh stasiun antara lain adalah Stasiun Pendem, Stasiun Tlekung, Stasiun Ngaglik, Stasiun Tinjumoyo, Stasiun Temas, Stasiun Ngujung dan Stasiun Sumbergondo.

Perhitungan debit banjir terdiri dari debit air hujan dan debit air buangan domestik.

Untuk perhitungan debit dari air hujan menggunakan metode rasional:

$$Q_1 = 0,278 C.I.A \quad (1)$$

Daerah pengaliran di masing-masing saluran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda sesuai dengan tata guna lahannya, harga C rerata ditentukan dengan persamaan:

$$C_{rata2} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Bappeda Kota Batu

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data yang dikeluarkan oleh instansi terkait dan data primer, data tersebut yaitu:

1. Peta Saluran yang ada di kota Batu
2. Foto udara tahun 2009.
3. Peta Tata Guna Lahan Wilayah Kota Batu dari tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014.
4. Data luas daerah kedap air wilayah kota Batu dari tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014.

5. Data curah hujan tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Curah Hujan Rerata Harian Maksimum

Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Rerata Daerah

No.	Tahun	Curah Hujan Harian
		Maksimum Rerata Daerah (mm)
1	2000	90,117
2	2001	64,241
3	2002	65,832
4	2003	77,817
5	2004	64,946
6	2005	75,818
7	2006	62,576
8	2007	94,661
9	2008	62,677
10	2009	60,755
11	2010	66,591
12	2011	65,405
13	2012	54,854
14	2013	92,764
15	2014	65,348

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan waktu konsentrasi pada saluran yang ada di kota Batu menggunakan rumus:

$$t_c = \frac{0,0195}{60} \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \quad (3)$$

Hasil analisis tersebut digunakan untuk menghitung intensitas hujan pada tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014 dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (4)$$

Hasil dari perhitungan intensitas hujan pada keseluruhan saluran-saluran yang ada ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Intensitas Hujan

Daerah Pengaliran	Ruas	Intensitas Hujan (mm/jam)				
		2003	2008	2009	2010	2014
Kecamatan Junrejo						
Sal. Ds. Beji-Ds. Mojorejo	S1	33,00	26,58	25,76	28,24	27,71
Sal. Kajang Lor - Kajang Kidul Ds. Beji	S2	48,69	39,22	38,02	41,67	40,89
Sal. Ds. Junrejo-Ds. Dadaptulis Utara	S3	36,06	29,04	28,15	30,85	30,28
Sal. Ds. Junrejo	T1	44,20	35,60	34,51	37,82	37,12
Sal. Ds. Tlekung	T2	48,18	38,81	37,62	41,23	40,46
Sal. Ds. Torongrejo	P1	25,51	20,55	19,92	21,83	21,42
	S4.a	17,32	13,95	13,52	14,82	14,54
	S4.b	24,29	19,56	18,96	20,78	20,39
Sal. Ds. Pendem	S5	47,67	38,40	37,22	40,79	40,03
Kecamatan Batu						
Sal. Temas Barat	S6.a	50,03	40,29	39,06	42,81	42,01
Sal. Temas Barat	S6.b	40,73	32,80	31,80	34,85	34,20
Sal. Ds. Oro-oro Ombo	S7	58,29	46,95	45,51	49,88	48,95
Sal. Temas	T3	44,81	36,09	34,98	38,35	37,63
	T4	46,97	37,83	36,67	40,20	39,45
Sal. Ds. Sidomulyo Genting	S8	36,65	29,52	28,61	31,36	30,77
Sal. Tinjomoyo	P2	30,67	24,71	23,95	26,25	25,76
Sal. K. Kasin Sumberejo	P3	50,77	40,89	39,64	43,45	42,63
Sal. K. Brugan Songgoriti	P4	29,06	23,41	22,69	24,87	24,41
Sal. K. Putih Pesangrahan	S9	59,75	48,12	46,65	51,13	50,17
Sal. Ds. Sidomulyo	P5.a	62,19	50,09	48,56	53,22	52,23
	P5.b	34,65	27,91	27,05	29,65	29,10
Kecamatan Bumiaji						
Sal. K. Brantas	P6	25,74	20,73	20,09	22,02	21,61
Sal. Ds. Bumiaji	P7.b	20,08	16,17	15,68	17,18	16,86
Sal. Ds. Bumiaji	S10	18,29	14,73	14,28	15,65	15,36
Sal. Ds. Pandanrejo	P8	43,59	35,11	34,03	37,30	36,61
	S11.a	85,11	68,55	66,45	72,83	71,47
	S11.b	98,48	79,32	76,88	84,27	82,70
	S11.c	80,32	64,69	62,71	68,73	67,45

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Debit Banjir

Hasil secara keseluruhan nilai debit ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Banjir Dari Hujan

Daerah Pengaliran	Ruas	2003	2008	2009	2010	2014
		Q ₁	Q ₁	Q ₁	Q ₁	Q ₁
Kecamatan Junrejo						
		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
Sal. Ds. Beji-Ds. Mojorejo	S1	1,393	1,508	1,607	2,048	3,454
Sal. Kajang Lor - Kajang Kidul Ds. Beji	S2	2,080	2,757	3,065	5,986	5,874
Sal. Ds. Junrejo-Ds. Dadaptulis Utara	S3	1,970	2,388	3,276	3,873	3,969
Sal. Ds. Junrejo	T1	1,408	1,708	1,686	3,410	3,346
Sal. Ds. Tlekung	T2	2,164	4,320	4,188	5,482	5,394
Sal. Ds. Torongrejo	P1	0,795	0,867	0,840	1,241	1,218
	S4.a	0,608	0,685	0,664	0,740	0,726
	S4.b	0,321	0,258	0,250	0,274	0,269
Sal. Ds. Pendem	S5	1,447	3,329	3,227	3,572	3,505
Kecamatan Batu						
Sal. Temas Barat	S6.a	7,830	3,052	2,959	7,086	12,725
Sal. Temas Barat	S6.b	2,103	24,390	23,642	25,913	27,584
Sal. Ds. Oro-oro Ombo	S7	5,596	2,859	2,771	4,000	8,824
Sal. Ds. Oro-oro Ombo	T3	4,302	4,556	5,756	6,383	6,049
	T4	7,034	5,666	5,492	6,097	5,919
Sal. Ds. Sidomulyo Genting	S8	1,489	1,200	1,163	1,274	1,151
Sal. Tinjomoyo	P2	2,628	1,916	1,857	2,036	1,872
Sal. K. Kasin Sumberejo	P3	3,358	1,640	1,590	1,743	1,556
Sal. K. Brugan Songgoriti	P4	3,860	4,465	4,328	4,744	4,602
Sal. K. Putih Pesangrahan	S9	4,965	1,583	3,876	4,249	4,169
Sal. Ds. Sidomulyo	P5.a	5,384	4,337	4,204	4,607	4,267
	P5.b	0,433	0,349	0,338	0,371	0,364
Kecamatan Bumiaji						
Sal. K. Brantas	P6	4,694	6,682	8,106	8,681	9,971
Sal. Ds. Bumiaji	P7.b	4,859	3,337	6,487	7,230	7,048
Sal. Ds. Bumiaji	S10	2,907	7,556	9,764	11,778	10,787
Sal. Ds. Pandanrejo	P8	20,940	17,571	17,243	21,175	22,673
	S11.a	8,102	15,637	17,015	17,469	17,143
	S11.b	7,580	3,554	3,445	3,775	3,705
	S11.c	4,763	2,418	1,865	1,598	1,568
Jumlah		115,012	129,589	139,706	166,834	179,733

Sumber: Hasil Analisis

Menurut Linsley (1986) rumus untuk menghitung besarnya air buangan domestik adalah:

$$Q_2 = p \times Q_{ab} \times 0,7 \quad (5)$$

dengan:

- Q₂ = debit air buangan domestik rata-rata (m³/dt)
- p = jumlah penduduk daerah layanan (jiwa)
- = kepadatan penduduk x A (luas daerah layanan)
- Q_{ab} = kebutuhan air bersih (l / hari / jiwa)
- = 150 liter/orang/hari, kota Batu termasuk kota sedang .

Hasil perhitungan debit dari hujan dan domestik ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit dari Hujan dan Domestik

Nama Saluran	Ruas	Q _r = Q ₁ + Q ₂				
		Q ₂₀₀₃ (m ³ /det)	Q ₂₀₀₈ (m ³ /det)	Q ₂₀₀₉ (m ³ /det)	Q ₂₀₁₀ (m ³ /det)	Q ₂₀₁₄ (m ³ /det)
Kecamatan Junrejo						
Sal. Ds. Beji-Ds. Mojorejo	S1	1,395	1,510	1,610	2,050	3,458
Sal. Kajang Lor - Kajang Kidul Ds. Beji	S2	2,082	2,760	3,068	5,990	5,878
Sal. Ds. Junrejo-Ds. Dadaptulis Utara	S3	1,973	2,390	3,279	3,876	3,972
Sal. Ds. Junrejo	T1	1,410	0,710	0,687	3,412	3,348
Sal. Ds. Tlekung	T2	2,167	4,324	4,192	5,486	5,398
Sal. Ds. Torongrejo	P1	0,797	0,869	0,842	1,244	1,220
	S4.a	0,609	0,687	0,666	0,741	0,727
	S4.b	0,321	0,259	0,251	0,275	0,270
Sal. Ds. Pendem	S5	1,449	3,332	3,230	3,575	3,508
Kecamatan Batu						
Sal. Temas Barat	S6.a	7,831	3,056	2,961	7,090	12,731
Sal. Temas Barat	S6.b	2,118	24,405	23,660	25,931	27,603
Sal. Ds. Oro-oro Ombo	S7	5,598	2,862	2,774	4,004	8,831
Sal. Ds. Oro-oro Ombo	T3	4,305	4,562	5,762	6,389	6,055
	T4	7,039	5,671	5,498	6,103	5,925
Sal. Ds. Sidomulyo Genting	S8	1,490	1,201	1,164	1,276	1,152
Sal. Tinjomoyo	P2	2,632	1,920	1,862	2,041	1,877
Sal. K. Kasin Sumberejo	P3	3,362	1,643	1,593	1,746	1,559
Sal. K. Brugan Songgoriti	P4	3,864	4,469	4,333	4,749	4,606
Sal. K. Putih Pesangrahan	S9	4,966	1,585	3,878	4,251	4,171
Sal. Ds. Sidomulyo	P5.a	5,387	4,340	4,207	4,611	4,271
	P5.b	0,434	0,349	0,339	0,371	0,364
Kecamatan Bumiaji						
Sal. K. Brantas	P6	4,723	6,709	8,139	8,712	9,972
Sal. Ds. Bumiaji	P7.b	4,893	3,366	6,523	7,264	7,048
Sal. Ds. Bumiaji	S10	2,953	7,610	9,824	11,840	10,787
Sal. Ds. Pandanrejo	P8	20,964	17,598	17,272	21,205	22,674
	S11.a	8,105	15,645	17,027	17,479	17,143
	S11.b	7,582	3,556	3,447	3,778	3,706
	S11.c	4,765	2,419	1,867	1,600	1,569
Jumlah		115,215	129,807	139,957	167,087	179,826

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Luas Daerah Kedap Air Dan Jumlah Penduduk

Hasil pengukuran luas daerah kedap air di tempat penelitian dari instansi terkait dan data tata guna lahan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Luas Daerah Kedap

Tahun	2003	2008	2009	2010	2014
A					
(km ²)	27,123	50,458	71,096	84,516	95,578

Sumber: Hasil Analisis

Dan jumlah penduduk kota Batu tahun 2003, 2008, 2009, 2010 dan 2014 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah Penduduk

Tahun	2003	2008	2009	2010	2014
P					
1.000 jiwa	166.948	184.110	206.980	208.366	214.007

Sumber: Bappeda kota Batu

Analisis Pengaruh Debit Banjir terhadap Luas Daerah Keadap, Curah Hujan dan Jumlah Penduduk

1. Model Regresi Linier antara luas daerah keadap (X_1) terhadap debit banjir (Y).

Hasil analisis memberikan nilai R (koefisien korelasi) sebesar 0,96 dapat disimpulkan antara kedua variabel tersebut menunjukkan hubungan kuat, karena nilai R mendekati angka 1 (Soewarno,1995). Besarnya pengaruh ditentukan oleh koefisien determinasi $R^2 = 0,929$ atau 92,9%. Berarti besarnya nilai debit banjir atau menurunnya debit banjir sebesar 92,9% dapat dijelaskan oleh hubungan linier antara luas daerah keadap air dan debit banjir, sedangkan sisanya sekitar 7,1% disebabkan oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam analisis regresi ini. Persamaan regresinya adalah

$$\hat{Y} = 0,93 X_1 + 84,98 \quad (6)$$

2. Model Regresi Linier antara curah hujan (X_2) terhadap debit banjir (Y).

Rata-rata curah hujan tahun 2003 berdasarkan Tabel 1 adalah 77,817 mm, sedangkan debit banjir tahun 2003 adalah 115,215 m³/det dan rata-rata curah hujan tahun 2014 adalah 65,348 mm ditahun yang sama debit puncak banjir adalah 179,993 m³/det. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan perubahan curah hujan mempengaruhi besarnya debit banjir tidak signifikan. Dari hasil statistik hubungan antara dua variabel yaitu curah hujan dan debit banjir diperoleh nilai R (koefisien korelasi) sebesar (-0,508) artinya kedua variabel antara curah hujan dan debit banjir terjadi hubungan langsung negatif dengan arah berlawanan dengan nilai debit banjir. Nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,559 atau pengaruhnya 55,9 %. Berarti besarnya nilai debit banjir atau menurunnya debit banjir sebesar 55,9% dapat dijelaskan oleh hubungan linier antara curah hujan harian maksimum dan debit banjir, sedangkan sisanya sekitar 44,1% disebabkan oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam analisis regresi ini. Persamaan regresinya adalah

$$\hat{Y} = -1,63 X_2 + 254,99. \quad (7)$$

3. Model Regresi Linier antara jumlah penduduk (X_3) terhadap debit banjir (Y).

Untuk mengetahui hubungannya jumlah penduduk dengan debit banjir, perhitungan statistik diperoleh nilai R (koefisien korelasi) 0,89 dapat disimpulkan kedua variabel antara jumlah penduduk dan debit banjir ada hubungan langsung positif. Nilai R^2 sebesar 0,796 berarti besarnya nilai debit banjir atau menurunnya debit banjir sebesar 79,6% dapat dijelaskan oleh hubungan linier antara jumlah penduduk dan debit banjir, sedangkan sisanya sekitar 20,4% disebabkan oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam analisis regresi ini. Persamaan regresinya adalah

$$\hat{Y} = 0,00119 X_3 - 87,13. \quad (8)$$

Dewajati (2003) menjelaskan bahwa 3 faktor yang memiliki pengaruh yang besar terhadap aliran permukaan adalah luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan. Selain itu salah satu faktor yang mempengaruhi adanya banjir menurut Wibowo (2005) adalah adanya bertambahnya luas kawasan terbangun. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian faktor luas dan bentuk DAS, topografi memiliki besar yang sama, sedangkan curah hujan mulai tahun 2003 sampai 2014 besarnya tidak menunjukkan besar yang signifikan. Namun pada faktor penggunaan lahan dalam penelitian ini terjadi penambahan luas daerah keadap mulai tahun 2003 sampai 2014 terjadi peningkatan yang signifikan.

4. Model Regresi Linier Berganda orde 3 antara Luas Daerah Keadap (X_1), Curah Hujan (X_2) dan jumlah penduduk (X_3) terhadap debit banjir (Y).

Hasil analisis diperoleh nilai $R = 0,96$ dan $R^2 = 0,91$ bahwa 91% besarnya debit puncak banjir dapat dijelaskan oleh hubungan antara luas daerah keadap, curah hujan dan jumlah penduduk sisanya 9 % oleh faktor lain diluar analisis regresi ini setelah dilakukan uji F didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$, ini berarti hubungan antara luas daerah keadap, curah hujan dan jumlah penduduk terhadap debit banjir, sangat signifikan dengan derajat kebenaran 95%. Persamaan regresinya yaitu:

$$\hat{Y} = 199,89 + 2,157X_1 + 0,57X_2 - 1,190X_3 \quad (9)$$

5. Model Regresi Linier Berganda orde 3 antara Luas Daerah Kedap (X_1), jumlah penduduk (X_3) terhadap debit banjir (Y).

Untuk mengetahui hubungan antara data luas daerah kedap, jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir dilakukan dengan metode regresi linier ganda orde 3, hasil dari perhitungan menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,99 berarti bahwa 99 % besarnya debit puncak banjir dapat dijelaskan oleh hubungan antara luas daerah kedap, jumlah penduduk sisanya 1 % oleh faktor lain diluar analisis regresi ini dan $R = 0,996$, dibuktikan dengan Uji F hasilnya $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti hubungan antara luas daerah kedap, jumlah penduduk terhadap debit puncak banjir sangat signifikan dengan derajat kepercayaan 95%. Persamaan yang dihasilkan dari hubungan antara ketiga variabel adalah:

$$\hat{Y} = 329,01 + 2,102X_1 - 1,636X_3 \quad (10)$$

KESIMPULAN

Bedasarkan hasil dan pembahasan, maka penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan luas daerah kedap air di Sub DAS Brantas Hulu di Kota Batu adalah sebagai berikut:
27,123 km² tahun 2003, 50,458 km² tahun 2008, 71,096 km² tahun 2009, 84,516 km² tahun 2010, 95,578 km² tahun 2014.
2. Dari hasil analisis:
 - a. Luas daerah kedap air (X_1), terhadap debit puncak banjir (Y) di Sub DAS Brantas Hulu di Kota Batu terjadi hubungan positif baik karena nilai $R = 0,96$ dan $R^2 = 0,929$. Persamaan regresinya adalah $\hat{Y} = 0,93 X_1 + 84,98$.
 - b. curah hujan (X_2) terhadap debit puncak banjir (Y) terjadi hubungan dengan arah yang berlawanan dengan nilai $R = -0,508$ dan $R^2 = 0,559$. Persamaan regresinya adalah $\hat{Y} = -1,63 X_2 + 254,99$.
 - c. jumlah penduduk (X_3) terhadap debit puncak banjir (Y) terjadi hubungan positif

baik karena $R = 0,89$ dan $R^2 = 0,79$. Persamaan regresinya adalah $\hat{Y} = 0,00119 X_3 - 87,13$

3. Dari hasil analisis antara debit puncak banjir (Y), luas daerah kedap air (X_1), curah hujan (X_2) dan jumlah penduduk (X_3) terjadi hubungan yang signifikan dengan derajat kepercayaan 95%, hasil dari analisis menunjukkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ $R = 0,96$ dan $R^2 = 0,91$. Menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 199,89 + 2,157X_1 + 0,57X_2 - 1,190X_3$$

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2001. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Yogyakarta: GadjahMadaUniversity Press
- Dewajati, Ratna. 2003. *Pengaruh Perubahan Penggunaan DAS Kaligarang terhadap Banjir di Kota Semarang*. Tesis Semarang : Magister Teknik Pengembangan Kota Universitas Diponegoro.
- Erstayudha, 2007, *Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Debit Puncak Banjir di Sub DAS Brantas Hulu*. Tesis Malang : Magister Teknik Pengairan Brawijaya.
- Kundu dan Olang (2008). *Perubahan penggunaan lahan menyebabkan adanya perubahan kondisi debit banjir DAS*.
<http://www.212-2325-1-PB-pdf>.
- Linsley, 1986, *Water Resources Engineering*, McGraw Hill, New York.
- Wibowo, 2005. *Analisis pengaruh penggunaan lahan terhadap debit sungai*.
<http://www.415-2425-1-PB-pdf>.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Bandung: Penerbit Nova