

INFRASTRUKTUR

PENGARUH PERUBAHAN TATAGUNA LAHAN TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROGRAF BANJIR DI DAS MIU

Land Use Change Impact on Flood Hydrograph Characteristic in Miu Watershed

Siti Rahmi Oktavia, Tutty Amaliah

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 9 Palu 94118

E-mail : sroktavia@gmail.com, toetiamaliah83@gmail.com

ABSTRACT

The Miu basin is one of the watersheds located in Sigi District, Central Sulawesi province with an area of 10,471,71 km². In the last few years, Miu basin frequently got flood disaster and sediment. The change of watershed response to rain due to land use change is pointed to be the cause of frequent floods. It is necessary to overcome the frequent flooding in Miu basin by conducting hydrological analysis to determine the peak discharge change due to land use change. In this study, the analysis of the area of rain with Polygon Thiessen Method was conducted with the help of ArcGIS 10.3 software. ArcGIS 10.3 software is also used to analyze land use change. The process of diversing the rain into a stream by calculating the effective rainfall (P_{eff}) using the Soil Conservation Service-Curve Number (SCS-CN) Method. For Design Flood is calculated by the Nakayasu HSS Method. The research shows that the value of Curve Number as the determinant variable of land function change at Miu basin of 2003, 2009 and 2014 did not experience significant change. The decrease of flood peak discharge by HSS Nakayasu method in 2003, 2009 and 2014 respectively 525 m³ / sec, 366,4 m³ / second and 154,3 m³ / sec. The decrease in peak flood discharge is due to the fact that in addition to the non-significant land use change, the area rainfall as the input in the flood analysis of the designs of those years decreased from 2003 to 2014.

Keywords: flood, landuse, curve number

ABSTRAK

DAS Miu adalah salah satu DAS yang terletak di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah dengan luas 10.471,71 km². Beberapa tahun terakhir DAS Miu sering mengalami bencana banjir dan sedimen yang menimbulkan kerugian. Adanya perubahan respon DAS terhadap hujan akibat perubahan tataguna lahan disinyalir menjadi penyebab banjir yang sering terjadi. Untuk itu diperlukan upaya guna mengatasi banjir yang sering terjadi di DAS Miu dengan melakukan analisis hidrologi untuk mengetahui perubahan debit puncak akibat perubahan penggunaan lahan. Pada penelitian ini dilakukan analisis hujan kawasan dengan Metode Polygon Thiessen dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.3. Perangkat lunak ArcGIS 10.3 juga digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan. Proses pengalihragaman hujan menjadi aliran dengan menghitung besaran hujan efektif (P_{eff}) menggunakan Metode Soil Conservation Service-Curve Number (SCS-CN). Untuk Banjir Rancangan dihitung dengan Metode HSS Nakayasu. Dari hasil penelitian nilai Curve Number sebagai variabel penentu perubahan fungsi lahan pada DAS Miu tahun 2003, 2009 dan 2014 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Terjadinya penurunan debit puncak banjir dengan Metode HSS Nakayasutahun 2003, 2009 dan 2014 berturut-turut 525 m³/detik, 366,4 m³/detik dan 154,3 m³/detik. Penurunan debit puncak banjir disebabkan karena selain perubahan penggunaan lahan yang tidak signifikan, hujan wilayah sebagai input pada analisis banjir rancangan tahun-tahun tersebut menurun dari tahun 2003 hingga tahun 2014.

Kata kunci: banjir, penggunaan lahan, curve number

PENDAHULUAN

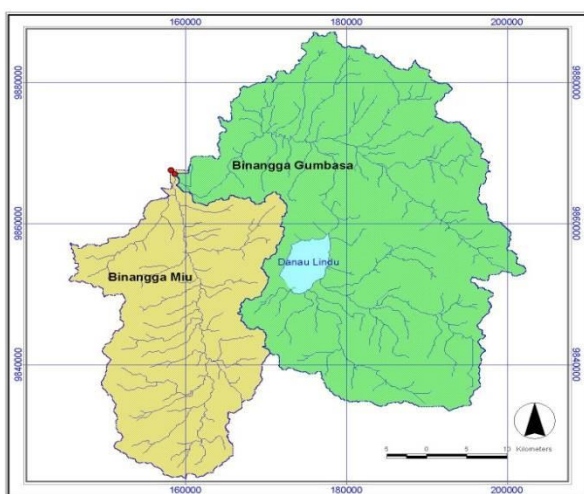
DAS Miu adalah salah satu DAS yang terletak di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah dengan luas 10.471,71 km² sejak beberapa tahun terakhir sering terjadi bencana banjir dan sedimen yang menimbulkan kerugian sedikitnya 245 kepala keluarga (KK), dan 137 rumah penduduk, yang

hancur tertimbun lumpur dan bahan materil yang hanyut terbawa banjir, serta 46 rumah yang rusak berat. Adanya perubahan respon DAS terhadap hujan akibat perubahan tataguna lahan disinyalir menjadi penyebab banjir yang sering terjadi. Untuk itu diperlukan upaya guna mengatasi banjir yang sering terjadi di DAS Miu dengan melakukan

analisis hidrologi untuk mengetahui perubahan debit puncak akibat perubahan penggunaan lahan.

Aurdin (2012) melakukan penelitian pada DAS Dengkeng dan DAS Jelantah, tataguna lahan di DAS Dengkeng dan DAS Jlantah tahun 2003, 2006 dan 2009 tidak mengalami perubahan fungsi lahan yang signifikan. Salah satu penyebab banjir pada tanggal 26 Desember 2007 di Bengawan Solo karena faktor alam yaitu curah hujan yang tinggi, ini ditandai dengan hasil hitungan hujan harian selama 20 tahun terakhir dari tahun 1990 sampai dengan 2009. Di DAS Dengkeng curah hujan bulan Desember 2007 sebesar 72,7 mm sedangkan di DAS Jlantah sebesar 105 mm. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan lahan terhadap peningkatan jumlah aliran permukaan wilayah penelitian yaitu DAS Miu yang terletak di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.

DAS Miu secara administratif terletak pada Kabupaten Sigi Biromaru yang beribukota di Biromaru, merupakan bagian dari Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai Miu termasuk dalam Wilayah Sungai Palu-Lariang, secara geografis terletak di 0°30" LU dan 2°20" LS, serta antara 119°45" – 121°45" BT. Luas wilayah daerah ini adalah 10.471,71 km² (BWSS III, 2008). Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan data sekunder yang berupa peta digital yaitu peta penggunaan lahan, peta wilayah DAS Miu, peta kemiringan lereng, peta jaringan sungai dan peta kondisi geologi DAS Miu tahun 2003, 2009 dan 2014. Data hidrologi menggunakan data pada tahun yang sama yaitu data hujan tahun 2003, 2009 dan 2014 dari stasiun Stasiun Tuva, Palolo, Kulawi dan Bangga Bawah.

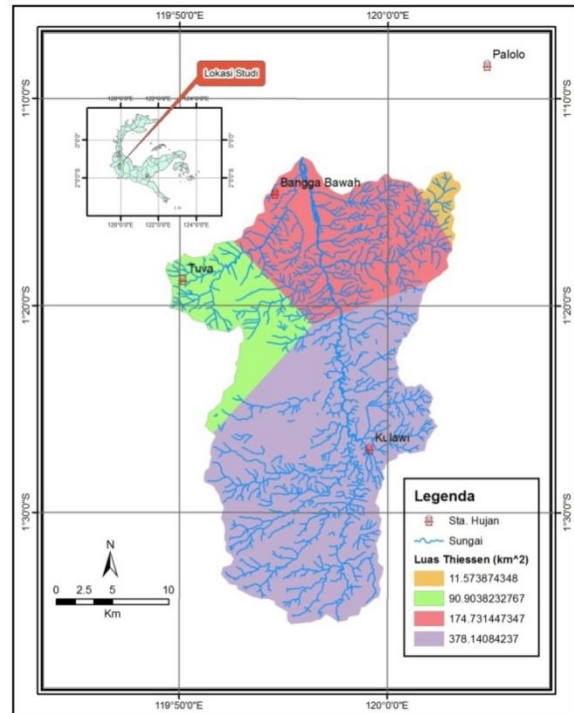


Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Miu

METODE PENELITIAN

Analisis Curah Hujan Wilayah

Curah hujan rata-rata wilayah dianalisis dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Data yang digunakan berasal dari 4 stasiun yang berada disekitar DAS Miu untuk data tahun 2003, 2009 dan 2014.



Gambar 2. Polygon Thiessen DAS Miu

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan:

- A_i = Luas pengaruh dari stasiun pengamatan i
- A = Luas total dari DAS
- $\bar{R}$ = Curah hujan rata-rata
- $R_1, R_2, \dots, R_n$ = Curah hujan pada setiap titik pengukuran (stasiun)

Hujan Harian Terdistribusi

Perhitungan hujan harian rancangan terdistribusi ini menggunakan cara empiric yaitu dengan *Alternating Block Method (ABM)* (Yulyana, 2012). Dalam metode ini diperlukan penetapan waktu konsentrasi saat terjadinya hujan, yang dilakukan dengan menggunakan persamaan Kirpich. Penyelesaian persamaan *Kirpich* di DAS Miu diberikan pada persamaan berikut:

$$t_c = \frac{0,06628 L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (2)$$

Analisis *Curve Number* dan Perhitungan Hujan Efektif (P_{eff})

Metode *SCS-CN* merupakan sebuah pendekatan empiris yang digunakan untuk perhitungan limpasan langsung (*direct runoff*) dari kejadian hujan dengan menggabungkan beberapa karakteristik daerah tangkapan. Penggunaan metode *SCS* dalam penetapan hujan efektif menyertakan variable *Curve Number* (CN) sebagai fungsi karakteristik DAS yang lain seperti tipe tanah, tanaman penutup, tataguna lahan, kelembaban dan cara pengerjaan tanah. Persamaan untuk menghitung hujan efektif metode *SCS* dituliskan sebagai berikut ini.

$$P_e = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad (3)$$

dengan:

P_e = kedalaman hujan efektif (mm),

P = kedalaman hujan (mm),

S = retensi potensial maksimum (mm).

Retensi potensial maksimum (S) air oleh tanah, sebagian besar terjadi karena infiltrasi (Triatmodjo, 2009). Untuk menghitung retensi potensial maksimum, digunakan Persamaan (4) berikut ini.

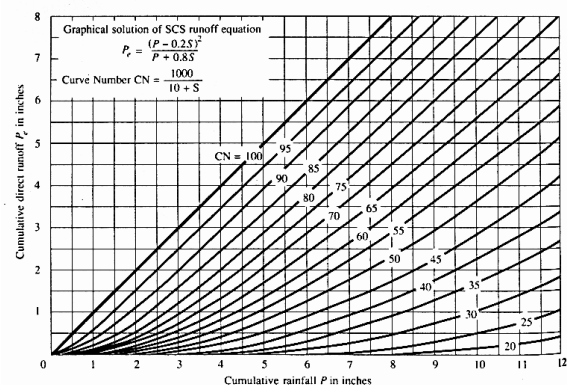
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (4)$$

Grafik hubungan antara hujan kumulatif dan hujan efektif kumulatif untuk berbagai nilai CN disajikan dalam **Gambar 3**. (Chow., et al., 1988). Nilai CN bervariasi antara 0 sampai 100, untuk $CN = 100$ (permukaan lahan kedap air), berarti hujan efektif samadengan hujan total yang selanjutnya berubah menjadi limpasan langsung. Nilai CN untuk berbagai jenis tataguna lahan diberikan dalam **Tabel 1**. Apabila lahan terdiri dari beberapa tataguna lahan dan tipe tanah, maka di hitung nilai $CN_{komposit}$. Meskipun nilai CN diperoleh dari penelitian di daerah beriklim sedang, akan tetapi dapat digunakan apabila nilai CN di daerah yang diteliti belum tersedia. Untuk kondisi kering (AMCI) atau kondisi basah (AMCIII).

Tabel 1. Nilai CN untuk beberapa tataguna lahan

No.	Jenis Tataguna Lahan	Kondisi Hidrologi	Jenis Tanah			
			A	B	C	D
1	Belukar	Poor	63	77	85	88
		Fair	55	72	81	86
		Good	49	68	79	84
2	Gedung		98	98	98	98
3	Hutan	Poor	45	66	77	83

		Fair	36	60	73	79
		Good	30	55	70	77
4	Kebun	Poor	57	73	82	86
		Fair	43	65	76	82
		Good	32	58	72	79
5	Lahan Kosong	Poor	77	86	91	94
		Fair	76	85	91	94
		Good	74	83	88	90
6	Pemukiman		89	92	94	95
7	Rumput	Poor	68	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
		Good	39	61	74	80
8	Sawah Irigasi	Poor	65	76	84	88
		Fair	64	75	83	87
		Good	63	75	83	87
9	Sawah Tadahan Hujan	Poor	65	76	84	88
		Fair	64	75	83	87
		Good	63	75	83	87
10	Tegalan	Poor	66	77	85	89
		Fair	62	74	83	87
		Good	58	72	81	85



Gambar 3. Grafik hujan efektif sebagai fungsi hujan dan CN .

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik adalah hidrograf yang disintetiskan dari berbagai parameter bentuk daerah aliran sungai. Hidrograf satuan sintetik dipergunakan apabila tidak tersedia atau sedikit data suatu daerah pengaliran sungai. Data yang dimaksud adalah data pengukuran debit, data hujan jam jaman, data AWLR dan sebagainya. Salah satu hidrograf satuan sintetik yang sering digunakan untuk permasalahan banjir di Indonesia adalah hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Dalam studi ini dilakukan perhitungan hidrograf banjir dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{(C \cdot A \cdot Re)}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (4)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$\alpha = \{0,47 (A.L)^{0,25}\} / t_g$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g$$

$$t_r = 0,5 \sim 1 \times t_g$$

dengan:

Q_p = debit puncak banjir

A = luas DAS (km^2)

L = panjang sungai utama (km)

Re = curah hujan efektif (1 mm)

$\alpha = 2$ Pada daerah pengaliran biasa

1,5 Pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat

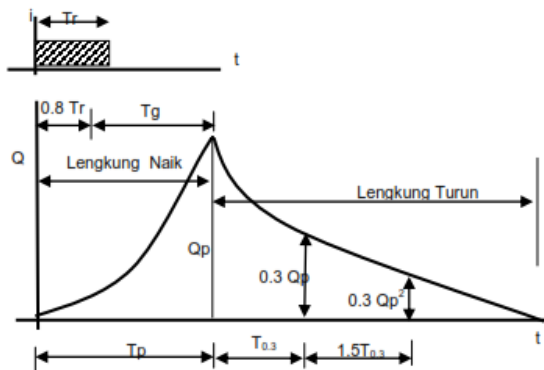
3 Pada bagian naik hidrograf cepat, turun lambat

T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (jam)

$T_{0,3}$ = waktu puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak banjir (jam)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

t_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)



Gambar 4. Model hidrograf Nakayasu

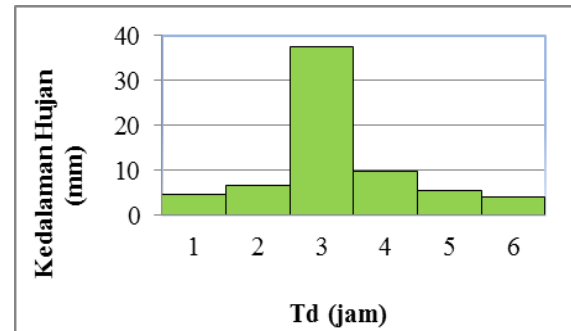
HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan Wilayah

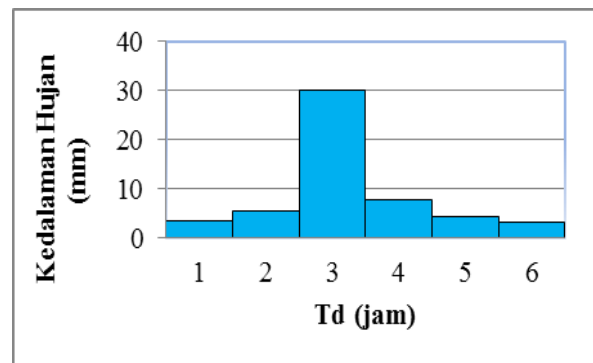
Berdasarkan input data hujan tahun 2003, 2009 dan 2014 dan hasil analisis dengan Metode Poligon Thiessen, diperoleh hujan harian maksimum tahunan untuk masing-masing tahun adalah berturut-turut sebagai berikut 68,3 mm, 54,8 mm dan 34,3 mm.

Hujan Harian Terdistribusi

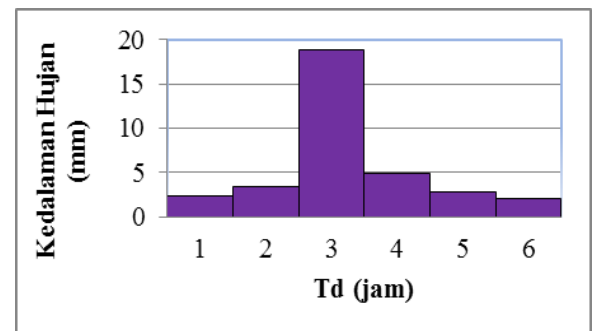
Hujan harian terdistribusi yang dianalisis dengan metode *Alternating Block Method (ABM)* dapat dilihat pada grafik *hyetograph* hubungan antara kedalaman hujan dengan jam sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik *hyetograph* hujan jam-jaman tahun 2003



Gambar 6. Grafik *hyetograph* hujan jam-jaman tahun 2003



Gambar7. Grafik *hyetograph* hujan jam-jaman tahun 2003

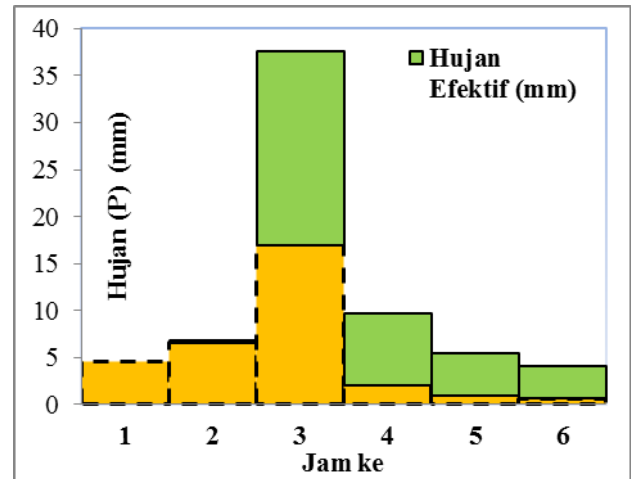
Nilai *Curve Number* dan Perhitungan Hujan Efektif

Untuk perhitungan Nilai *Curve Number* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil perhitungan hujan efektif dengan menggunakan Tabel 2 dengan kondisi nilai CN_{normal} atau $AMC II$ didapatkan nilai $S = 39,6$ mm, $I_a = 7,9$ mm dan $P_e = 36,4$ mm

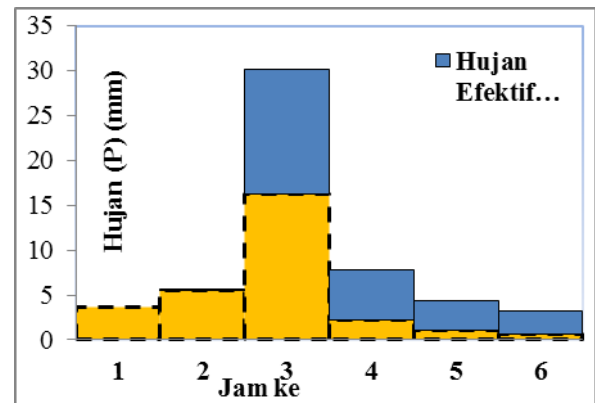
Tabel 2. Nilai CN untuk beberapa tataguna lahan Tahun 2003.

Tataguna lahan	Kondisi Hidrologi Kelompok Tanah	Nilai CN	Luas Lahan (Km)	CN Weighthted Area
Semak/ Belukar	Fair	B	72	0.30
	Poor	C	85	1.75
	Fair		81	2.13
	Poor	D	86	27.44
Hutan	Poor	B	66	327.50
	Poor	C	77	27.62
	Fair		73	15.45
	Poor	D	83	155.19
Kebun	Poor	B	73	8.59
	Poor	C	82	13.62
	Fair		76	14.69
	Good		72	10.89
	Fair	D	82	2.65
	Good		79	30.34
Sawah Irigasi	Fair	C	83	0.67
	Poor	D	88	3.55
	Fair		87	9.87
	Poor		87	2.012
Air tawar/Tubuh air		100	1.080	0.16
Total			655.35	73.58

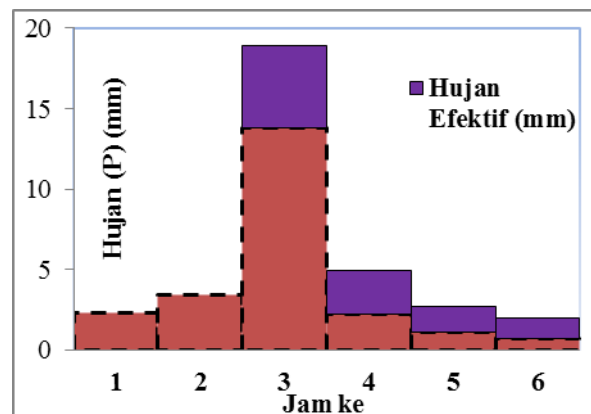


Gambar 8. Grafik hujan efektif metode SCS CN 2003

Untuk tahun 2009 diperoleh diperoleh Nilai CN 73,63 dengan hujan efektif sebesar 25,4 mm, sedangkan di tahun 2014 diperoleh nilai CN sebesar 73,83 dengan hujan efektif hasil analisis sebesar 10,7 mm. Grafik hujan efektif untuk Tahun 2009 dan tahun 2014 dapat dilihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 10** berikut.



Gambar 9. Grafik hujan efektif metode SCS CN 2009.



Gambar 10. Grafik hujan efektif metode SCS CN 2009

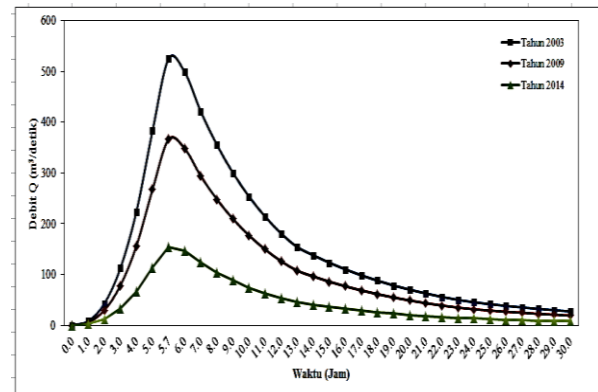
Dari hasil analisis nilai *CN* dan hujan efektif terlihat bahwa perubahan nilai *CN* meningkat walaupun perubahan tersebut tidak signifikan, hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang berarti pada penggunaan lahan. Nilai *CN* tersebut yang menjadi salah satu variabel dalam menentukan ujan efektif seharusnya menghasilkan hujan efektif yang bertambah seiring waktu, namun yang terjadi hujan efektif mengalami penurunan. Fenomena ini terjadi karena masukan atau input data hujan rata-rata wilayah dari tahun ke tahun juga semakin kecil, yang dengan sendirinya menghasilkan hujan efektif yang semakin kecil dari tahun 2003, 2009 dan 2014.

HSS Nakayasu

Hasil analisis Hidrograf Banjir dengan metode HSS Nakayasu dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Gambar 11**. Dapat dilihat bahwa terjadi penurunan Q_{puncak} dari tahun 2003 hingga tahun 2014, hal tersebut terjadi karena input hujan efektif yang dijadikan sebagai dasar analisis HSS Nakayasu dari tahun ke tahun semakin kecil. Yang dapat digaris bawahi dari fenomena hujan menjadi aliran pada penelitian ini, input hujan yang digunakan untuk tahun 2003, data yang digunakan berasal dari data kejadian hujan pada bulan-bulan basah, sehingga menghasilkan jumlah hujan yang cukup tinggi, sedangkan untuk tahun 2009 dan 2014 data hujan yang digunakan adalah kejadian hujan pada bulan-bulan kering (curah hujan rendah).

Tabel 3. Hasil Perhitungan Hidrograf banjir Metode HSS Nakayasu

Tahun	A (km ²)	L (km)	Re (mm)	tg (jam)
2003	655.35	54.541	36.4	3.563
2009	655.35	54.541	25.4	3.563
2014	655.35	54.541	10.7	3.563
Tahun	Tr (jam)	Tp (jam)	T0.3 (jam)	Qp (m ³ /det)
2003	2.673	5.701	7.127	524.944
2009	2.673	5.701	7.127	366.396
2014	2.673	5.701	7.127	154.290



Gambar 11. HSS Nakayasu untuk tahun 2003, 2009 dan 2014.

Dari **Tabel 3** dan **Gambar 11** dapat dilihat banjir yang terjadi sekitar 30 jam dengan *time to peak* sekitar 6 jam atau dapat dikatakan air di sungai akan kembali pada ketinggian normal setelah satu hari setelah puncak banjir.

KESIMPULANDAN SARAN

1. Perubahan penggunaan lahan dapat dilihat dengan berubahnya nilai *CN* di DAS Miu tahun 2003, 2009 dan 2014 dengan nilai 73,58; 73,63 dan 73,83. Perubahan Nilai *CN* di DAS Miu tidak terlalu signifikan.
2. Hujan efektif yang terjadi di DAS Miu tahun 2003, 2009 dan 2014 mengalami penurunan dengan masing-masing nilai 36,4 mm 25,4 mm dan 10,7 mm.
3. Q_{puncak} untuk Hidrograf Banjir pada DAS Miu pada tahun 2003, 2009 dan 2014 mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena input data hujan efektif yang dipakai pada tahun 2003, 2009 dan 2014 berturut-turut semakin kecil.
4. Perlu dilakukan Analisis Hujan Efektif dengan Metode SCS-CN dengan menggunakan peta citra satelit untuk membandingkan hasil dari dua input peta yang berbeda.
5. Perlu diperhatikan pemilihan data hujan yang dijadikan sebagai masukan dalam analisis hidrologi agar dapat disesuaikan waktu kejadian hujannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2008), *Studi Potensi DAS Miu*, Balai Wilayah Sungai Sulawesi III, Palu.
- Aurdin, Yulyana., (2012), *Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Karakteristik Hidrograf Banjir (Studi Kasus DAS Dengkeng dan DAS Jlantah)*, Tesis Pascasarjana, Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Chow, V. T., Maidment, D.R., and Mays, L. W., (1988), *Applied Hydrology*, Mc.Graw Hill, New York.
- Hariato, (29 Desember 2009), *Pengelolaan Terpadu Sub Das Miu Sulawesi Tengah*, (<http://sungaianto.blogspot.com/2009/12/pengelolaan-terpadu-sub-das-miu.html>). (diakses pada tanggal 6 Juni 2015).
- Isnaini, Nur A., (2004), *Analisis Karakteristik Aliran Terhadap Perubahan Tataguna lahan dengan Menggunakan Software HEC-HMS 2.2.2 (studi kasus DAS Progo Hulu, Outlet Kalibawang)*, Program Sarjana Reguler Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Harto, Sri Br., (2000), *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang (2009), *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.