

ANALISIS PERUBAHAN BILANGAN KURVA ALIRAN PERMUKAAN (RUNOFF CURVE NUMBER) TERHADAP DEBIT LIMPASAN PADA DAS BRANTAS HULU

Tyas Daru Kartikawati¹, Ussy Andawayanti², Lily Montarcih Limantara²

¹Staf Balai Besar Wilayah Sungai Brantas

²Dosen, Program Studi Magister Sumber Daya Air, Teknik Pengairan Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia
tyas.daru@gmail.com

Abstrak : Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana, perubahan vegetasi dan tutupan lahan pada Daerah Aliran Sungai akan berdampak pada ekosistem, diantaranya adalah terganggunya tata air. Hal tersebut mempengaruhi kapasitas infiltrasi dan volume limpasan. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah pengelolaan sumber daya alam tersebut terjadi pada DAS Brantas Hulu. Nilai bilangan kurva aliran permukaan merupakan parameter hidrologi yang digunakan untuk menggambarkan potensi aliran permukaan dan fungsi dari penggunaan lahan, jenis tanah, dan kelembaban tanah. Hasil studi menunjukkan peningkatan nilai bilangan kurva aliran permukaan setiap tahunnya rata-rata 2,19% dan limpasan permukaan rata-rata sebesar 35,31 mm dan debit sungai rata-rata 4,83 m³/dtk. Peningkatan tersebut berbanding lurus dengan berubahnya tata guna lahan pada DAS Brantas Hulu.

Kata Kunci: Runoff Curve Number, Limpasan, Perubahan Tata Guna Lahan

Abstract : Land utilization indiscretion, vegetation and land cover changes in the watershed will have an impact on the ecosystem, such as disturbance of the water system. It affects the capacity of infiltration and runoff volume. Watershed management less attention to the rules of natural resource management occurs in the Brantas Hulu watershed. Runoff curve number a hydrological parameter that is used to describe the potential for runoff and function of land use, soil type and soil moisture. The study shows an increase in surface runoff curve number value each year, an average of 2.19% and an average runoff of 35.31 mm and an average river discharge of 4.83 m³ / sec. The increase is directly proportional to changes in land use in the Brantas Hulu watershed.

Key words: Runoff Curve Number, Runoff, Land use changes

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan sempitnya lahan pertanian menuntut adanya perluasan lahan. Kebutuhan akan perluasan lahan mengakibatkan terjadinya perambahan hutan. Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana pada DAS Brantas Hulu akan berdampak pada ekosistem, diantaranya adalah terganggunya tata air. Perubahan vegetasi tersebut juga mempengaruhi kapasitas infiltrasi dan volume limpasan. Peningkatan volume limpasan dan penurunan kapasitas infiltrasi mengakibatkan banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau.

Kerusakan lingkungan di wilayah hulu sungai Brantas akibat tekanan deforestasi kawasan hutan di Kecamatan Bumiaji terus berkembang. Tanaman sayur-sayuran bahkan

kini ditanam di tepi sungai hulu Brantas Kawasan yang seharusnya menjadi hutan Kota Batu mencapai 11.227 hektar, tetapi terus berkurang. Sebanyak 111 sumber air di wilayah ini yang merupakan pemasok air hulu Brantas, berdasarkan hasil survei 2006, kini hanya tersisa 54. Itu pun dalam kondisi memprihatinkan, bahkan pada saat musim hujan (Kompas, 23 Maret 2013)

Pada tahun 1984 dan 2001 DAS Brantas termasuk dalam salah satu DAS super prioritas (Suripin, 2001). Dasar dari penetapan DAS prioritas ini antara lain:

1. DAS yang hidro-orologisnya kritis, ditandai oleh rendahnya prosentase penutupan lahan, tingginya laju erosi tahunan, dan besarnya nisbah debit sungai

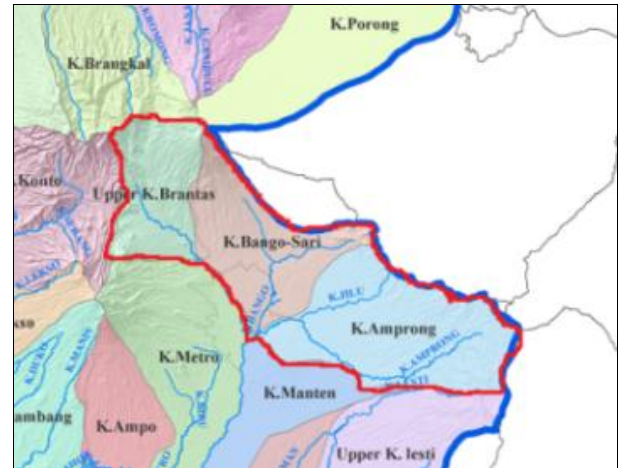
maksimum (musim hujan) dan debit minimum (musim kemarau) serta kandungan lumpur (sedimen load) yang berlebihan.

2. Urgensi perlindungan investasi yang telah, sedang, atau akan dibangun bangunan vital dengan investasi besar di daerah hilirnya, antara lain waduk, bendung, dan bangunan pengairan lain-nya.
3. Daerah yang rawan terhadap banjir dan kekeringan.
4. Daerah perladangan berpindah dan atau daerah dengan penggarapan tanah yang merusak tanah dan lingkungan.
5. Daerah di mana tingkat pendapatan penduduknya rendah, tingkat kesadaran masyarakat terhadap pelestarian sumber daya alam tanah, air dan hutan masih rendah.
6. Daerah dengan kepadatan penduduk tinggi.

DAS Kali Brantas Hulu merupakan daerah tangkapan hujan yang kondisinya memprihatinkan. Dalam *Watershed Conservation Master Plan* yang disusun pada Pebruari 2005 sebagai bagian dari *Water Resources Existing Facilities Rehabilitation and Capacity improvement Project* ada 4 sub DAS yang menjadi target program konservasi yaitu Kali Brantas Hulu, Kali Brangkal, Kali Lekso dan Kali Konto (BBWS Brantas, 2010). Nilai bilangan kurva aliran permukaan merupakan parameter hidrologi yang digunakan untuk menggambarkan potensi aliran permukaan dan fungsi dari penggunaan lahan, jenis tanah, dan kelembaban tanah. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisa tentang sejauh mana pengaruh perubahan tataguna lahan terhadap nilai bilangan kurva aliran permukaan (*runoff curve number*) dan besar limpasan pada DAS Brantas Hulu.

BAHAN

Wilayah studi terletak pada DAS Brantas Hulu dengan Sub DAS Amprong, Sub DAS Bango dan Sub DAS Upper Brantas yang terletak pada wilayah administrasi Kota Batu, Kota Malang, dan Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. DAS Brantas Hulu berbatasan dengan sub DAS Brangkal dan Kabupaten Mojokerto di bagian utara Kecamatan Karangploso dan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang di bagian Timur, Sub DAS Metro Kabupaten Malang di bagian Selatan, dan Sub DAS Konto Kabupaten Malang di Barat.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

Sumber: Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam studi ini antara lain:

1. Data curah hujan yang digunakan selama 12 tahun (2001-2012) Pujon, Poncokusumo, Tangkil dan Wagir.
2. Data debit dari pos AWLR Gadang selama 12 tahun (2001-2012)
3. Data Klimatologi, meliputi data temperatur udara tahun 2001-2012
4. Peta Topografi (skala 1 : 25.000)
5. Peta Tataguna Lahan tahun 2001, 2003, 2006, 2008, 2010 dan 2012
6. Peta Jenis Tanah

METODE

Metode SCS berusaha mengaitkan karakteristik DAS seperti tanah, vegetasi, dan tata guna lahan dengan bilangan kurva air larian CN (*runoff curve number*) yang menunjukkan potensi air larian untuk curah hujan tertentu (Chay Asdak, 2002).

Soil Conservation Service (SCS) (1972) merupakan salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk mengasumsikan rasio dari nilai limpasan permukaan langsung (*direct runoff*) dengan nilai potensial limpasan (*potential runoff*) (Chow, 1988)

Curve Number (CN) merupakan fungsi dari karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, kelembapan tanah, dan cara pengerjaan tanah. Dasar dari metode ini adalah hubungan infiltrasi pada tiap jenis tanah dan curah hujan. Secara terinci perumusan dari metode ini adalah sebagai berikut :

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - I_a)^2}{(R_{day} - I_a + S)}$$

dengan:

Q_{surf} = Volume Limpasan permukaan(mm)

I_a = Abstraksi awal (initial abstraction)

R_{day} = Hujan harian (mm)

S = Volume dari total simpanan permukaan (retention parameter).

Korelasi antara nilai I_a dengan S adalah : (Chow, 1988)

$$I_a = 0,2 S \quad \text{Untuk}$$

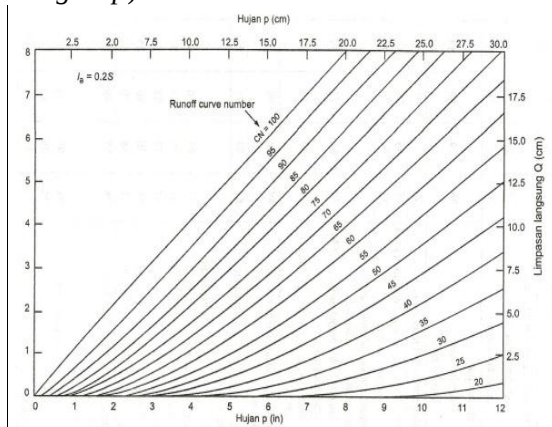
memudahkan perhitungan kelembaban awal (*antecedent moisture condition*), tata guna lahan, dan konservasi tanah, US SCS menentukan besarnya S sebagai berikut :

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

dengan :

CN = Bilangan kurva air larian, bervariasi dari 0 hingga 100

Dengan mengplotkan nilai dari R_{day} dan Q_{surf} pada kurva SCS maka nilai CN dapat ditentukan. Metode SCS mengelompokkan jenis tanah dalam 4 (empat) jenis yaitu berdasar tipe tanah dan tataguna lahannya (*hydrology soil group*).



Gambar 2. Grafik hubungan limpasan permukaan dengan curah hujan pada metode SCS Curve Number

Sumber : Bambang Triadmodjo, 2010

Pada abstraksi awal, I_a biasanya menggunakan pendekatan $0.2 S$ sehingga persamaan menjadi :

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0.2 S)^2}{(R_{day} + 0.8 S)}$$

Limpasan permukaan akan terjadi bila $R_{day} > I_a$. Grafik penyelesaian dari rumus diatas untuk

nilai CN yang berbeda dapat dilihat pada gambar 2. (2-13)

Tabel 1. Bilangan kurva air larian (CN) untuk kondisi hujan awal II pada tanah pertanian yang ditanami (SCS Engineering Division, 1986)

Tataguna Lahan	Cara Bercocok Tanam	Keadaan Hidrologi	Kelompok Tanah			
			A	B	C	D
Tidak Dikerjakan	Gundul/ kosong Tanah Kosong	--	77	86	91	94
		Buruk	76	85	90	93
		Baik	74	83	88	90
Tanaman berjajar	Larikan lurus	Buruk	72	81	88	91
		Baik	67	78	85	89
	Larikan lurus ada bekas ditanami	Buruk	71	80	87	90
		Baik	64	75	82	85
	Kontur	Buruk	70	79	84	88
		Baik	65	75	82	86
	Kontur ada bekas ditanami	Buruk	69	78	83	87
		Baik	64	74	81	85
	Kontur dan Teras	Buruk	66	74	80	82
		Baik	62	71	78	81
	Kontur dan teras ada bekas ditanami	Buruk	65	73	79	81
		Baik	61	70	77	80
Padi, Gandum	Larikan lurus	Buruk	65	76	84	88
		Baik	63	75	83	87
	Larikan lurus ada bekas ditanami	Buruk	64	75	83	86
		Baik	60	72	80	84
	Kontur	Buruk	63	74	82	85
		Baik	61	73	81	84
	Kontur ada bekas ditanami	Buruk	62	73	81	84
		Baik	60	72	80	83
	Kontur dan Teras	Buruk	61	72	79	82
		Baik	59	70	78	81
	Kontur dan teras ada bekas ditanami	Buruk	60	71	78	81
		Baik	58	69	77	80
Tanaman Legum	Larikan Lurus	Buruk	66	77	85	89
		Baik	58	72	81	85
	Kontur	Buruk	64	75	83	85
		Baik	55	69	78	83
	Kontur dan teras	Buruk	63	73	80	83
		Baik	51	67	76	80

Sumber : AVSWAT Theoretical Documentation 2000, 2002

Nilai CN berkisar antara 0 -100. Apabila lahan terdiri dari beberapa tata guna lahan dan tipe tanah maka dihitung dengan nilai CN komposit. Tabel diatas ini menunjukkan nilai-nilai dari CN .

Kondisi kelengasan tanah awal atau disebut *Antecedent Moisture Condition* (AMC) sangat mempengaruhi volume laju aliran permukaan. Mengingat pentingnya pengaruh faktor ini, maka *Soil Conservation Service* (SCS) menyusun tiga kondisi ke-lengasan tanah

atau kondisi kandungan air awal, berdasarkan jumlah hujan selama 5 hari terdahulu, yaitu antara lain:

1. AMC I (*Antecedent Moisture Condition I*). Tanah pada DAS dalam keadaan kering, potensi limpasan terendah, akan tetapi tidak sampai pada titik layu, telah atau pernah ditanami dengan hasil baik
2. AMC II (*Antecedent Moisture Condition II*). Kondisi tanah dalam keadaan rata-rata atau *average condition*
3. AMC III (*Antecedent Moisture Condition III*). Hujan lebat atau ringan dan temperatur rendah, kondisi tanah pada DAS jenuh dengan air, dan potensi limpasan tertinggi

SCS (*Soil Conservation Service*) telah mengembangkan sistem klasifikasi tanah berdasarkan sifat tanah dan dikelompokkan menjadi empat kelompok hidrologi (*Hydrologic Soil Grup*). Pada setiap kelompok tanah disesuaikan dengan kesamaan terhadap potensi limpasan permukaan pada kondisi cuaca dan tata guna lahan yang sama, sehingga tanah tersebut termasuk dalam salah satu dari 4 kelompok, yaitu kelompok A, B, C, D (SWAT Theoretical Documentation 2000,2002)

Tabel 3. Klasifikasi Kelompok Tanah

Kel. Tanah	Keterangan	Laju Infiltrasi (mm/jam)
A	Potensi air larian paling kecil. Laju infiltrasi tinggi	8 – 12
B	Potensi air larian kecil. Laju infiltrasi sedang.	4 – 8
C	Potensi air larian sedang, tanah dangkal dan mengandung cukup liat.. Laju infiltrasi rendah	1 – 4
D	Potensi air larian tinggi, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi paling rendah	0 - 1

Sumber : Asdak, 2002

Penelitian terdahulu yang membahas nilai CN antara lain :

1. Empirical Determination of Runoff Curve Number for a Small Agricultural Watershed in Poland oleh Kazimierz Banasik. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengestimasi debit air di sungai,

analisa anggaran air dalam suatu DAS, memprediksi sedimen dari DAS. Metode yang digunakan yaitu dengan mengestimasi nilai CN dari aplikasi prosedur USDA-SCS, CN berdasarkan catatan curah hujan-limpasan dengan penggunaan badai terbesar, CN berdasarkan semua curah hujan-limpasan dengan menggunakan "pendekatan asimtotik", teknik ini didasarkan pada konsep pencocokan frekuensi. Dan variasi musiman CN, telah dicatat bahwa dalam beberapa model hidrologi digunakan nomor kurva bulanan.

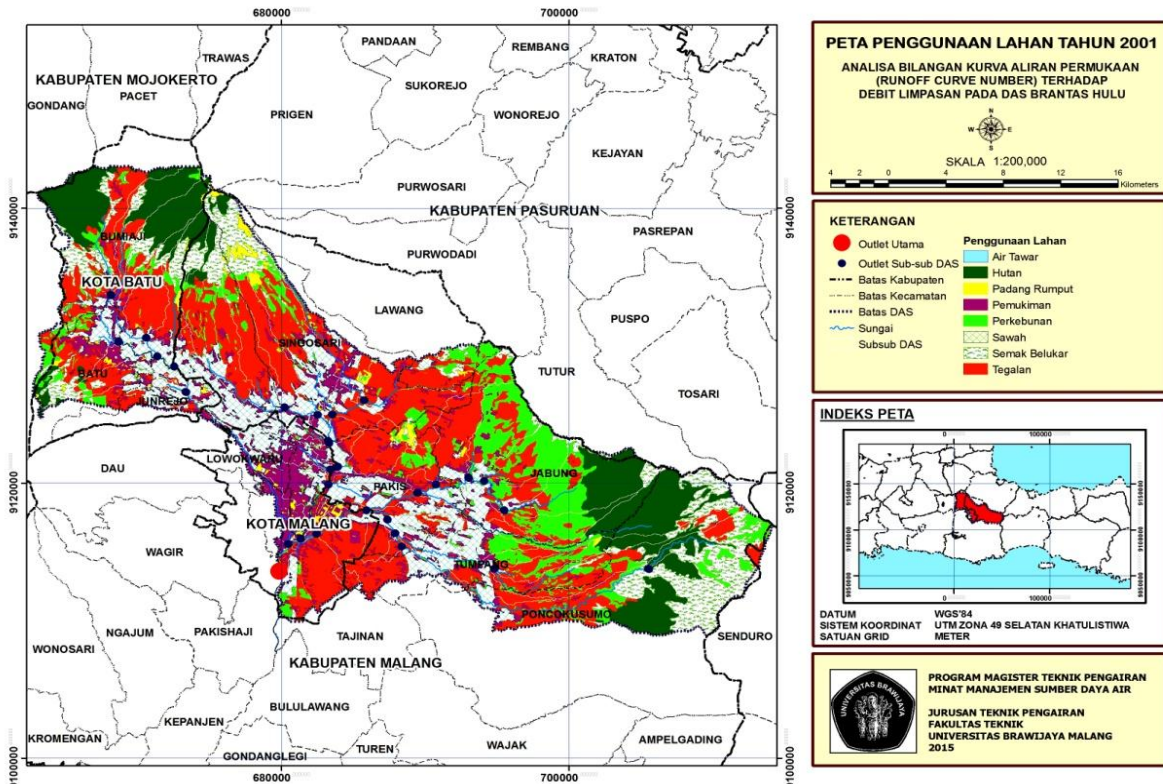
2. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Perubahan *Runoff* di DAS Bedog Yogyakarta oleh Sanggara Yudha. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis dampak dari penggunaan lahan terhadap perubahan *runoff* dan merumuskan simulasi penggunaan lahan dalam menurunkan *runoff* di DAS Bedog menggunakan metode Curve number USSCS (CN USSCS).

Tahapan studi analisis nilai bilangan kurva aliran permukaan ini adalah sebagai berikut:

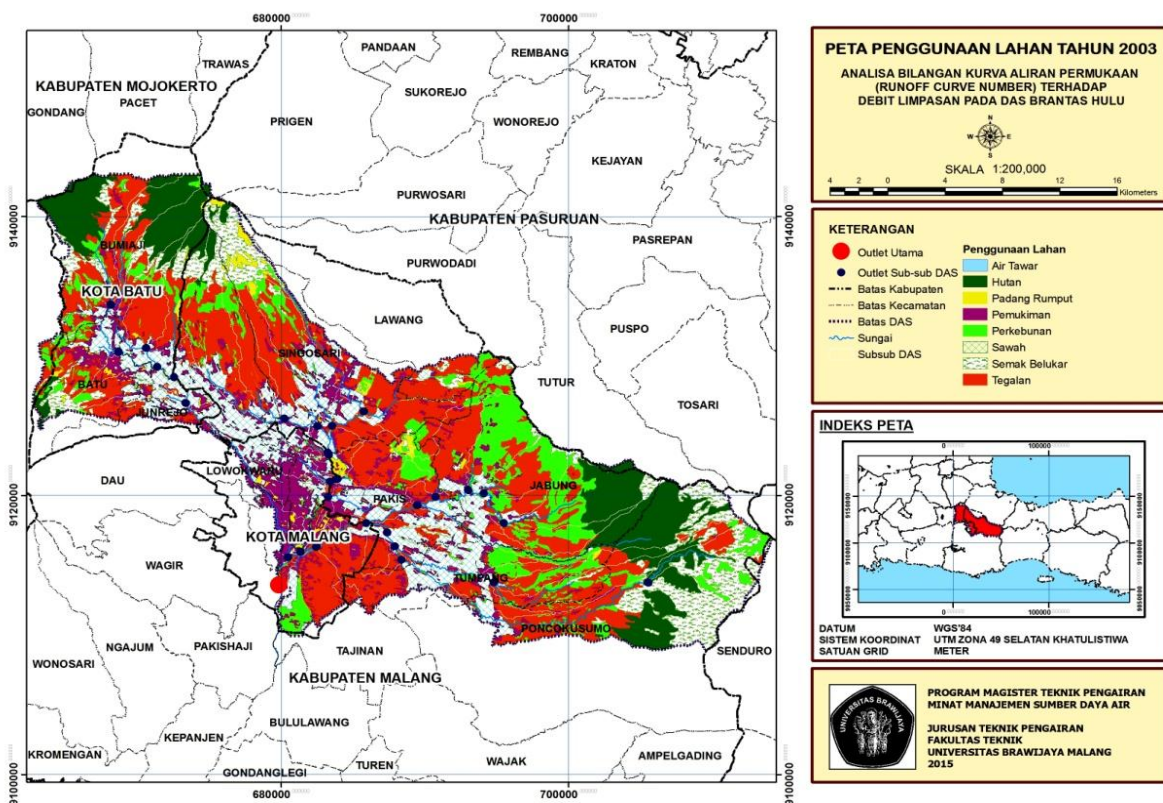
1. Analisa Hidrologi
2. Pengolahan peta topografi, jenis tanah dan tata guna lahan dengan ArcView GIS 3.3
3. Simulasi data dengan AVSWAT 2000
4. Kalibrasi debit model hasil AVSWAT dengan debit AWLR
5. Verifikasi lapangan dengan menguji laju infiltrasi tanah pada masing-masing jenis tanah
6. Analisa debit limpasan hasil simulasi AVSWAT 2000
7. Analisa debit di sungai hasil simulasi ASWAT 2000
8. Analisa nilai CN per tata guna lahan per jenis tanah
9. Membandingkan grafik analisa CN dengan grafik SCS-CN

HASIL DAN PEMBAHASAN

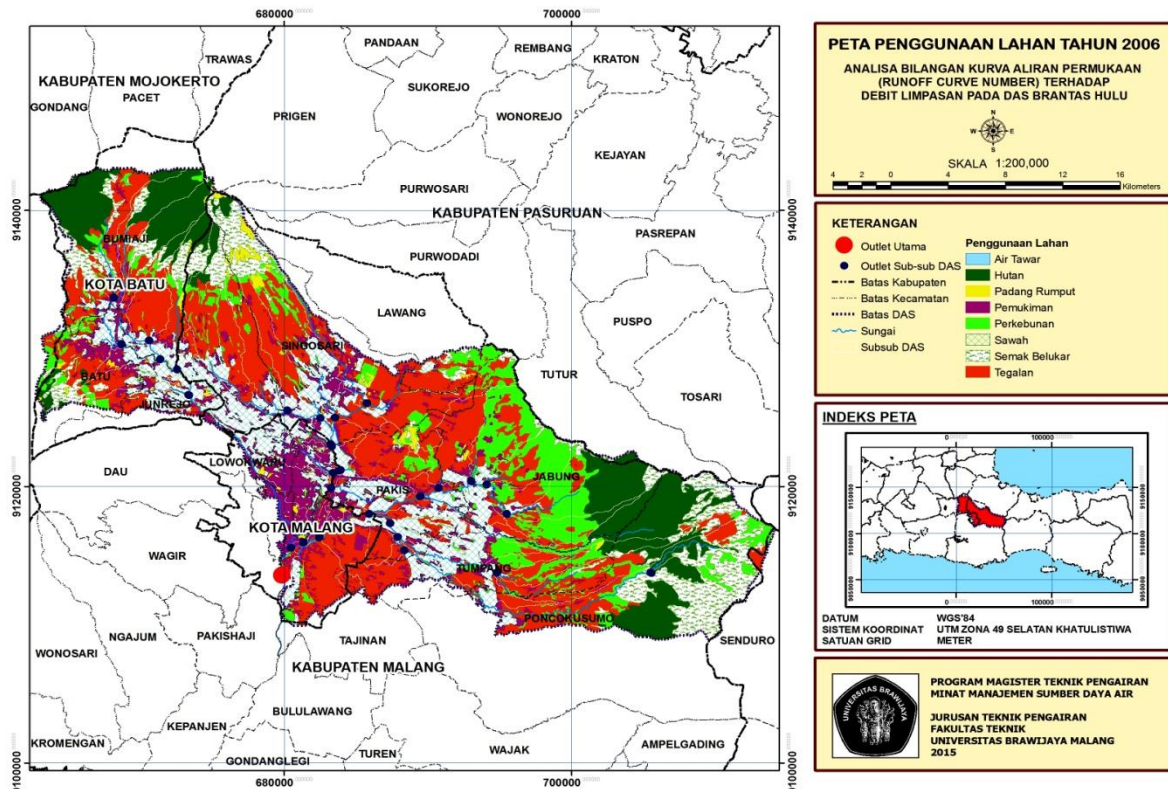
Meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan perubahan tataguna lahan. Pada gambar berikut disebutkan kondisi tataguna lahan pada tahun 2001-2012.



Gambar 3. Tata Guna Lahan tahun 2001
Sumber: Hasil Analisa

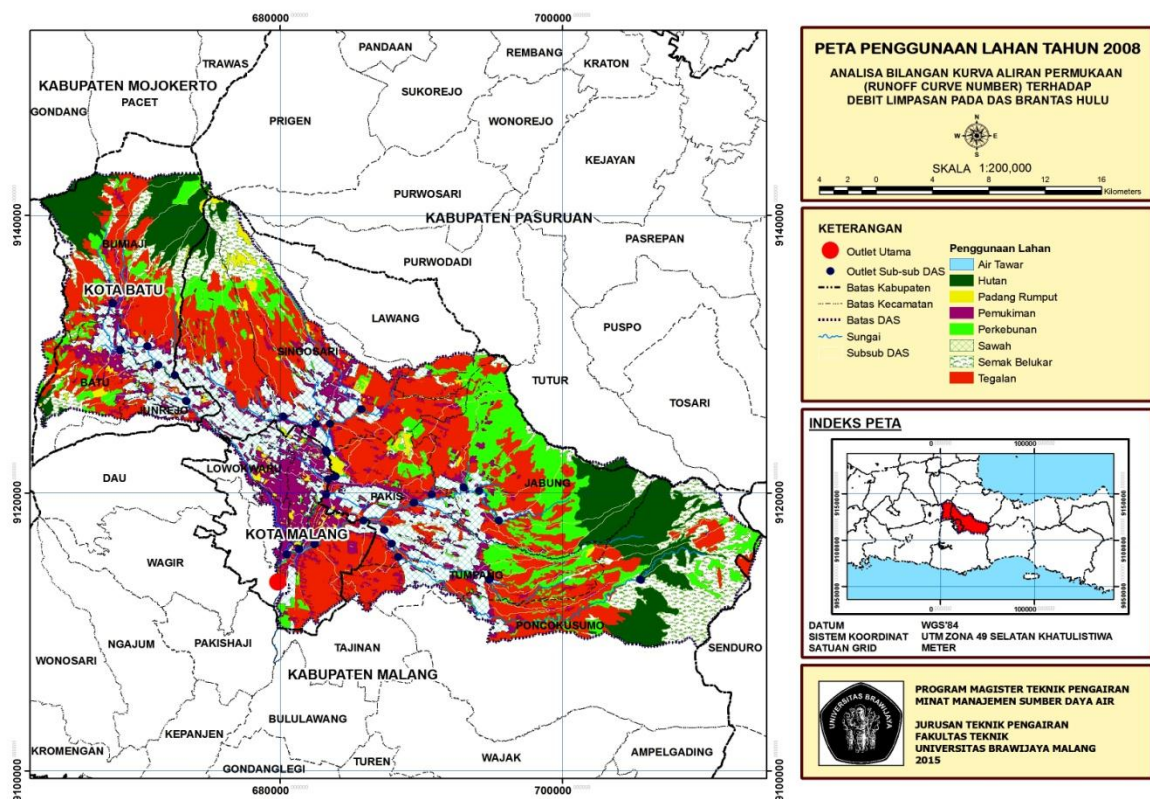


Gambar 4. Tata Guna Lahan tahun 2003
Sumber: Hasil Analisa



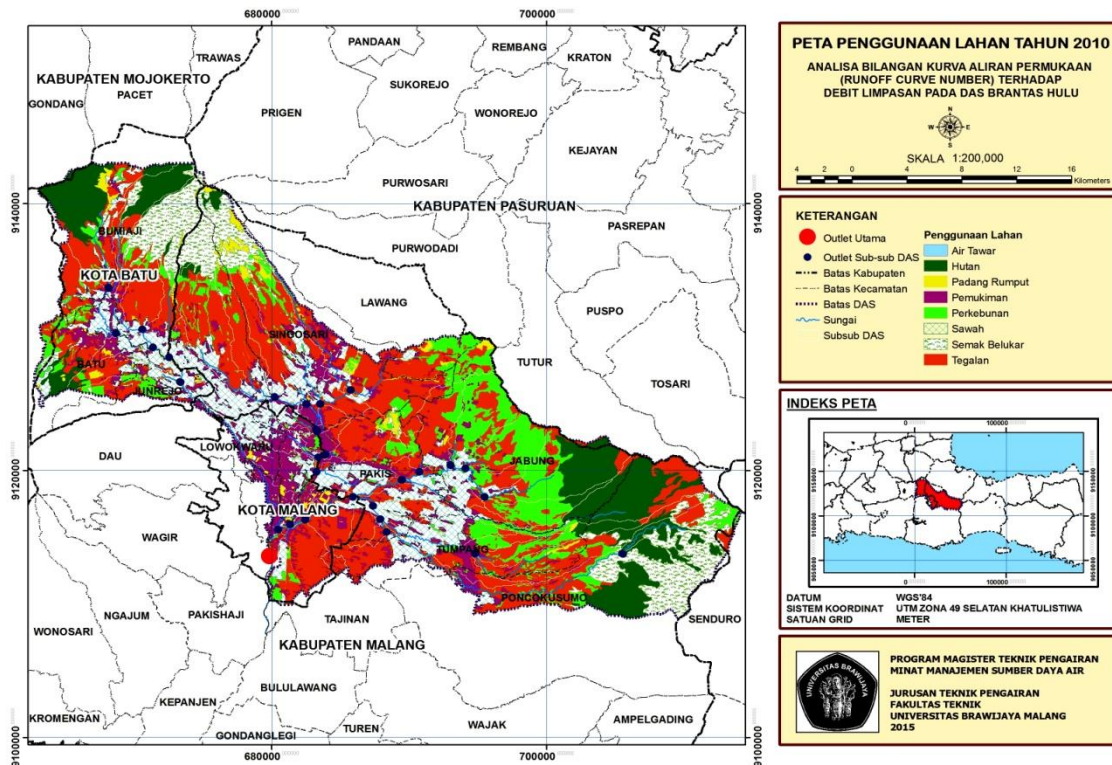
Gambar 5. Tata Guna Lahan tahun 2006

Sumber: Hasil Analisa



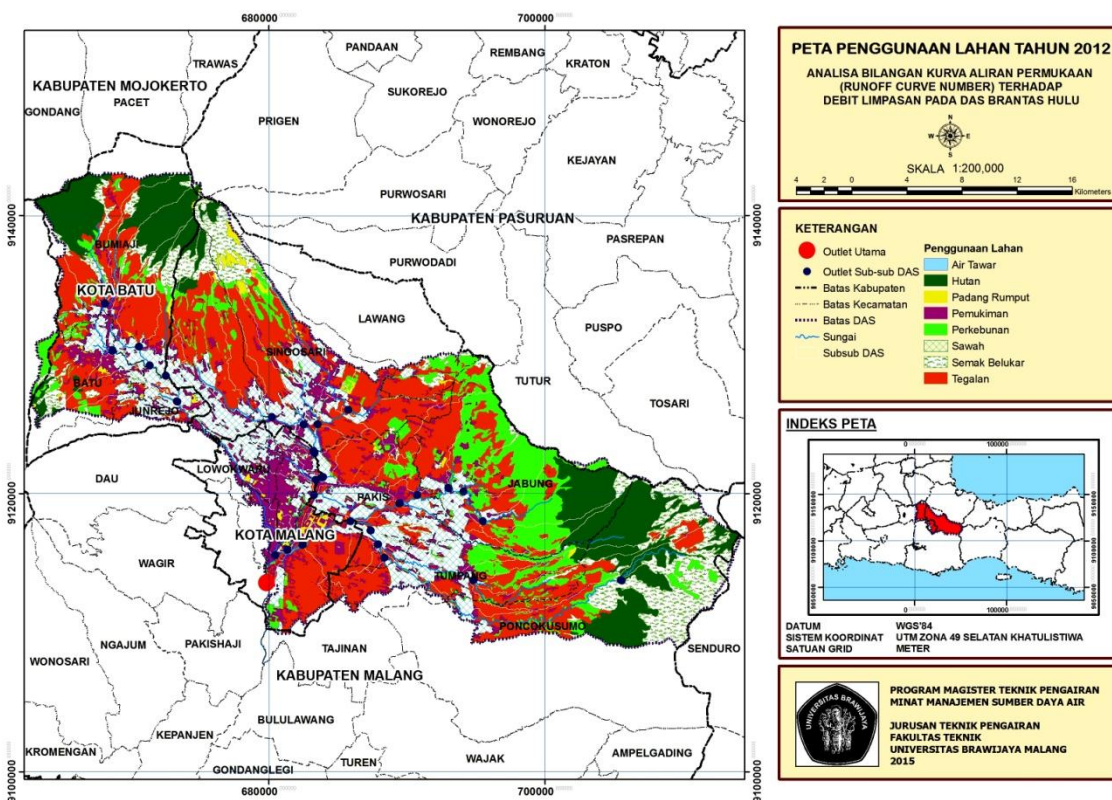
Gambar 6. Tata Guna Lahan tahun 2008

Sumber: Hasil Analisa



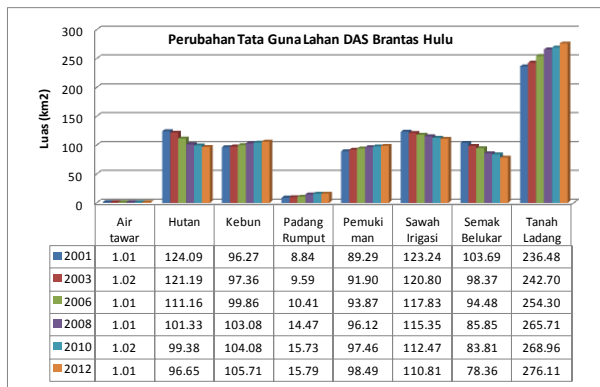
Gambar 7. Tata Guna Lahan tahun 2010

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 8. Tata Guna Lahan tahun 2012

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 8. Kondisi Tata Guna Lahan
Sumber: Hasil Analisa

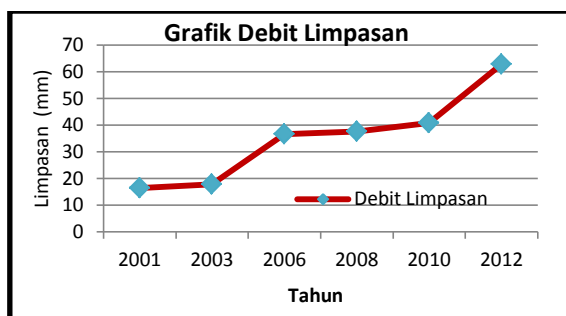
Hasil Limpasan Permukaan Lahan DAS Brantas Hulu

Rerata limpasan DAS Brantas Hulu dari analisa simulasi AVSWAT 2000 diperoleh sebesar 35,31 mm. Dengan besar debit limpasan meningkat setiap tahun.

Tabel 4. Rerata Tahunan Limpasan Permukaan DAS Brantas Hulu

NO	BULAN	DEBIT LIMPASAN (mm)					
		2001	2003	2006	2008	2010	2012
1	Jan	48.2	38.6	50.2	112.0	117.4	97.1
2	Feb	44.5	40.0	51.4	91.6	106.1	98.5
3	Mar	12.4	20.2	87.6	127.4	117.3	53.1
4	April	1.5	16.7	12.0	21.2	24.4	118.0
5	Mei	6.7	3.6	6.8	5.7	9.0	73.6
6	Juni	13.8	3.7	2.2	10.5	10.2	17.7
7	Juli	2.7	0.8	0.3	0.9	1.2	2.2
8	Agus	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	4.5
9	Sep	0.0	0.1	0.8	0.0	2.9	21.6
10	Okt	58.4	23.5	24.9	2.7	3.2	37.4
11	Nov	8.6	42.3	88.9	4.6	9.9	138.2
12	Des	0.8	23.4	114.7	99.6	86.0	90.9
Rata-rata		16.5	17.7	36.6	39.7	40.7	62.7

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 9. Grafik Debit Limpasan
Sumber: Hasil Analisa

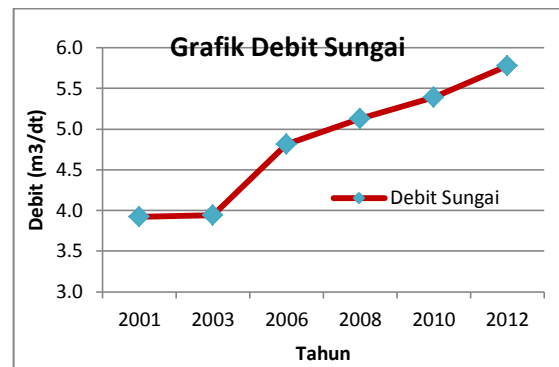
Hasil Debit Sungai DAS Brantas Hulu

Dari analisa simulasi AVSWAT 2000, diperoleh besar debit sungai pada DAS Brantas Hulu dengan outlet Gadang rata-rata sebesar 4,83 m³/dtk.

Tabel 5. Rerata Tahunan Debit Sungai DAS Brantas Hulu

Tahun	Debit Sungai (m ³ /dtk)
2001	3.922
2003	3.940
2006	4.814
2008	5.128
2010	5.391
2012	5.779

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 10. Grafik Debit Sungai

Sumber: Hasil Analisa

Sesuai dengan hasil analisa yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perubahan tata guna lahan menyebabkan debit sungai pada DAS Brantas Hulu meningkat setiap tahunnya.

Hasil Analisa Curve Number

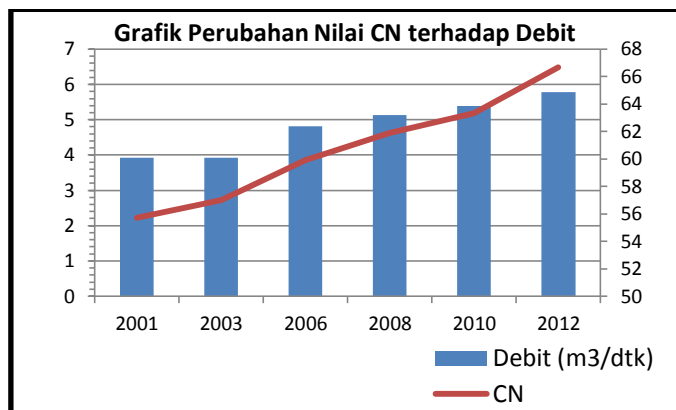
Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS Brantas Hulu setiap tahunnya tidak hanya mengakibatkan peningkatan debit limpasan dan debit sungai. Hal tersebut berpengaruh juga pada besar bilangan limpasan permukaan *runoff curve number* (CN) yang dipengaruhi juga oleh jenis tanah. Hasil analisa simulasi AVSWAT 2000 nilai CN berubah secara signifikan setiap tahunnya sesuai dengan besarnya hujan yang terjadi.

Nilai CN pada DAS Brantas Hulu berkisar antara 55-67 dengan kenaikan rata-rata 2,19% tiap tahun. Berikut tabel rekapitulasi nilai CN pada DAS Brantas Hulu.

Tabel 6. Rerata Nilai CN DAS Brantas Hulu

NO	LAND USE	JENIS TANAH	CN					
			2001	2003	2006	2008	2010	2012
1	Padang Rumput	Asosiasi Andosol	70	71	72	74	76	80
2	Padang Rumput	Regosol	60	62	63	64	66	75
3	Padang Rumput	Aluvial	53	58	60	65	67	70
4	Padang Rumput	Brown Forest	67	69	70	71	72	76
5	Padang Rumput	Mediteran	73	-	75	76	-	-
6	Pemukiman	Asosiasi Andosol	75	76	78	79	80	85
7	Pemukiman	Regosol	63	63.5	64	65	69	76
8	Pemukiman	Aluvial	65	68	70	71	72	85
9	Pemukiman	Brown Forest	70	76	80	83	85	-
10	Semak	Asosiasi Andosol	58	62	63	64	66	70
11	Semak	Regosol	40	45	48	53	56	60
12	Semak	Latosol	60	62	63	64	65	-
13	Semak	Aluvial	50	54	62	65	67	-
14	Semak	Mediteran	-	45	47	55	58	-
15	Semak	Brown Forest	58	-	62	64	-	65
16	Hutan	Asosiasi Andosol	40	42	44	46	48	52
17	Hutan	Regosol	53	54	57	59	60	65
18	Hutan	Aluvial	49	52	56	57	58.5	59
19	Hutan	Mediteran	52	52.5	53	54	55	58
20	Hutan	Brown Forest	54	56	60	-	64	67
21	Hutan	Latosol	50	-	-	59	62	70
22	Ladang	Asosiasi Andosol	60	62	66	67	67.5	70
23	Ladang	Regosol	41	43	50	55	56	60
24	Ladang	Aluvial	52	53	55	57	58	61
25	Ladang	Brown Forest	50	50.5	52	53	54	55
26	Ladang	Mediteran	56	58	59	61	63	64
27	Kebun	Asosiasi Andosol	47	49	52	57	59	65
28	Kebun	Regosol	50	52	54	56	58	62
29	Kebun	Aluvial	58	60	63	64	65	68
30	Kebun	Mediteran	50	-	53	55	-	61
31	Kebun	Brown Forest	50	52	55	57	58	60
32	Sawah Irigasi	Asosiasi Andosol	55	56	58	61	63	67
33	Sawah Irigasi	Regosol	50	51	52	53	54	60
34	Sawah Irigasi	Aluvial	61	63	64	66	68	70
35	Sawah Irigasi	Latosol	55	-	59	-	63	64
36	Sawah Irigasi	Mediteran	55	56	58	59	60	-
37	Sawah Irigasi	Brown Forest	-	51	-	57	60	-
Rata-rata CN			55.71	57.02	59.91	61.89	63.32	66.67

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 14. Grafik Perubahan CN terhadap Debit

Sumber: Hasil Analisa

KESIMPULAN

Debit limpasan dari tahun ke tahun rata-rata sebesar 35,31 mm. Besar limpasan pada tahun 2001 yaitu sebesar 16,48 mm, tahun 2003 sebesar 17,73 mm, tahun 2006 sebesar 36,65 mm, tahun 2008 sebesar 37,53 mm, tahun 2010 sebesar 40,74 dan tahun 2012 meningkat sebesar 62,74. Selain itu debit limpasan meningkat pada bulan-bulan basah yakni Januari, Februari, Oktober, November sampai Desember.

Berubahnya tata guna lahan pada DAS Brantas menyebabkan pula perubahan debit di sungai. Hal ini dapat dilihat pada sub DAS 59 yaitu pada outlet DAS Brantas Hulu dengan rata-rata debit 4,83 m³/dtk. Tahun 2001 yaitu sebesar 3,92 m³/dtk tahun 2003 sebesar 3,94 m³/dtk, tahun 2006 sebesar 4,81 m³/dtk, tahun 2008 sebesar 5,2 m³/dtk, tahun 2010 sebesar 5,4 m³/dtk dan tahun 2012 meningkat sebesar 5,8 m³/dtk

Seiring dengan berubahnya tata guna lahan yang menunjukkan peningkatan prosentase pemukiman, ladang, kebun, dan padang rumput, meningkat pula besar nilai Curve Number pada DAS Brantas Hulu setiap tahunnya. Nilai CN pada tahun 2001 sebesar 55,71, 2003 sebesar 57,02, 2006 sebesar 59,91, 2008 sebesar 61,89, 2010 sebesar 63,32 dan 2012 sebesar 66,67.

SARAN

Nilai bilangan kurva aliran permukaan merupakan parameter hidrologi yang digunakan untuk menggambarkan potensi aliran permukaan dan fungsi dari penggunaan lahan, jenis tanah, dan kelembaban tanah sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan oleh pihak – pihak terkait untuk kegiatan rehabilitasi lahan, khususnya mengenai limpasan

permukaan di DAS akibat perubahan tata guna lahan. Agar tidak terjadi kekeringan pada musim kemarau dan banjir saat musim penghujan.

Penggunaan lahan sebaiknya memperhatikan kemampuan lahan dan arahan penggunaan lahan. Agar kerusakan lahan dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Kompas. 2013. Hulu Sungai Brantas Krisis. www.regional.kompas.com, 23 Maret 2013
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. GadjahMada University Press. Yogyakarta
- Banasik, Kazimierz, W. Donald. 2010. Empirical Determination of Runoff Curve Number for a Small Agricultural Watershed in Poland. 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas, NV, June 27- July 1
- Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. (1988). Applied Hydrology. McGrawHill. Singapore
- Luzio, R. Srinivasan, J.G. Arnold, S.L. Neitsch. 2002. Soil And Water Assessment Tool Theoretical Documentation 2000. Blackland Research & Extension Center. Texas Agricultural Experiment Station. ftp.brc.tamus.edu/pub/swat. <http://www.brc.tamus.edu/swat/>
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*, Yogyakarta: Andi
- Yudha, Sanggara. 2013. *Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Perubahan Runoff di dAS Bedog* Yogyakarta. Tesis tidak diterbitkan. Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada.