

PENGARUH PERBEDAAN TOPOGRAFI TERHADAP VARIASI INTENSITAS CURAH HUJAN PADA PREDIKSI KEHILANGAN TANAH¹

Oleh :

Agus Lestari Yuono^{a)}, Dinar DA Putranto^{a)}, Sarino^{a)}

^{a)} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNSRI, yuono_al@yahoo.co.id,
Jl Raya Palembang-Prabumulih Km. 32, Inderalaya.

ABSTRAK

Manajemen Daerah Aliran Sungai, perencanaan pertanian, studi erosi, dan aplikasi Teknik data spasial, membutuhkan karakteristik data curah hujan untuk menyajikan atau menggambarkan proses hidrologi secara benar. Pada daerah pegunungan atau berbukit dengan variasi perbedaan topografi akan mempengaruhi besarnya curah hujan yang berbeda pada masing-masing perbedaan elevasi tersebut. Pada wilayah dengan bentuk topografi yang sangat bervariasi ketinggiannya, modifikasi sebaran curah hujan akibat pengaruh ketinggian perlu diperhatikan. Saat ini, penggunaan teknik interpolasi yang didasarkan pada kondisi Topografi dan penambahan parameter kedalam interpolasi curah hujan menjadi pertimbangan sekaligus untuk meredusir ketersediaan sebaran stasiun pengamatan curah hujan yang tidak merata.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik curah hujan dan parameter curah hujan pada wilayah Topografi bervariasi pada sub DAS Kikim. Penentuan intensitas hujan dengan menggunakan persamaan Mononobe tidak bisa diperoleh intensitas hujan jangka waktu 30 menit seperti kebutuhan untuk aplikasi perhitungan erosi lahan menggunakan persamaan USLE/RUSLE dan persamaan-persamaan yang lain. Untuk itu digunakan hujan jangka pendek, sehingga perlu dilakukan konversi. Untuk menentukan intensitas hujan berdasarkan hujan jangka pendek, maka dibuat kurva *IDF (Intensity-Duration-Frequency Curve)* untuk masing-masing metode yaitu : Talbot, Sherman dan Ishiguro yang kemudian dilakukan uji kesesuaian untuk

¹ Disampaikan dalam Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu untuk Kesejahteraan Masyarakat diselenggarakan oleh BPTKPDAS dan Fakultas Pertanian UNIBRAW di Malang, pada tanggal 30 September 2014.

dipilih yang paling mendekati dengan kondisi dilapangan. Hasil dari perhitungan dan pembacaan dalam kurve IDF, selanjutnya digambarkan sebarannya dengan menggunakan metode regresi berdasarkan ketinggian kontur yang ada.

Metode sebaran curah hujan yang digunakan dengan menggunakan metode ketinggian kontur berdasarkan parameter perbedaan antara curah hujan dengan Intensitas hujan 30 menit pada periode ulang 2 tahunan dan ketinggian (r) diperoleh persamaan distribusi kelas Intensitas curah hujan untuk 30 menit adalah $= 77,06 + (0,003 \times \text{Elevasi})$

Kata kunci : *Variasi Topografi, Coefisien Variasi, IDF*

I. LATAR BELAKANG

Manajemen Daerah Aliran Sungai, perencanaan pertanian, studi erosi, dan aplikasi Teknik data spasial membutuhkan karakteristik data curah hujan untuk menyajikan atau menggambarkan proses hidrologi secara benar. Pada daerah pegunungan atau berbukit dengan variasi perbedaan topografi akan mempengaruhi besarnya curah hujan yang berbeda pada masing-masing perbedaan elevasi tersebut.

Beberapa penelitian yang menganalisis hubungan antara besarnya curah hujan dengan ketinggian pada beberapa wilayah telah banyak dilakukan (Liasat dan Puigcerver, 1992; Weisse dan Bois, 2001), dimana antara curah hujan dengan ketinggian saling mempengaruhi (Daely et al, 1994). Namun demikian, faktor-faktor yang mempengaruhi pola curah hujan, seperti jarak ke sumber kelembaban atau pola sirkulasi hujan yang mempengaruhi wilayah tersebut, akan sangat diperlukan..

Di daerah dataran tinggi, dimana curah hujan alami, utamanya sebarannya, pola curah hujan sangat kompleks, dan tidak mudah dipahami (Prudhomme dan Red, 1998). Pengaruh topografi akan mengekspresikan perubahan intensitas curah hujan dan banyaknya hari hujan atau kombinasi ke dua faktor (Duckstein et al, 1978). Untuk memahami lebih jelas dan karakteristik yang mempengaruhi, akan lebih baik apabila dilakukan prediksi dengan menggunakan pendekatan yang sesuai. Dari hasil penelitian, 30 % dari variasi curah

hujan akan berkombinasi dengan ketinggian, kemiringan lereng, dan lokasi pengukuran, sebesar 80 %. Basit et al (1994) menemukan kemiringan lereng, orientasi, ketinggian dan lokasi pengamatan, sebagai prediksi terbaik untuk rata-rata curah hujan tahunan pada sepuluh daerah pegunungan di dunia yang diamati. Sebagai variabel penting yang mempengaruhi distribusi spasial pada hujan di wilayah pegunungan adalah pengaruh arah angin di daerah tersebut. Kuatnya angin akan mempengaruhi redistribusi pengaruh curah hujan di daerah pegunungan dan memperkecil pada daerah kelerengan. Posisi stasiun pengamatan hujan dapat digunakan untuk mendeskripsikan arah angin dan pemahaman lebih baik kondisi awan pada daerah sekitarnya.

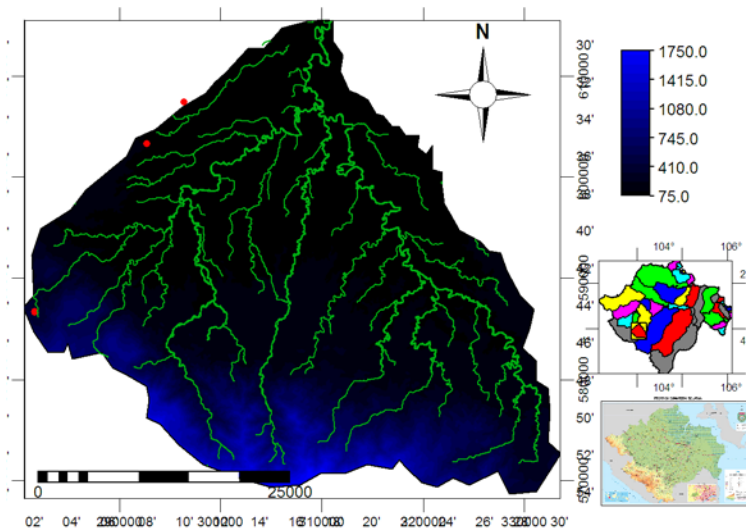
Sub DAS Kikim adalah salah satu sub DAS yang ada pada wilayah DAS Musi, terletak pada empat propinsi yang berbatasan, yaitu Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Bengkulu, Provinsi Jambi dan Provinsi Lampung. DAS Kikim yang terletak pada bagian Hulu –Tengah sub DAS Musi, kondisinya mulai memerlukan perhatian, terutama perubahan pemanfaatan lahan yang sangat sporadis, karena pembukaan lahan-lahan pertanian baru, terutama pada daerah dengan kemiringan lebih dari 35 %. Kondisi tersebut akan mempengaruhi besarnya erosi lahan yang disebabkan oleh karena pola bercocok tanam yang tidak sesuai dan tingginya curah hujan yang terjadi pada daerah tersebut. Untuk memprediksi besarnya erosi dan tindakan rehabilitasi yang diperlukan pada daerah sub DAS Kikim diperlukan prediksi curah hujan yang sesuai untuk menggambarkan, sebaran sesuai dengan kondisi topografi yang ada di daerah tersebut. Masalahnya adalah bagaimana prediksi sebaran curah hujan yang sesuai untuk wilayah pegunungan seperti kondisi topografi pada sub DAS Kikim.

II. METODOLOGI

2.1. Wilayah Studi

Sub DAS Kikim adalah salah satu dari 14 bagian sub DAS Musi bagian Hulu dan Tengah (Hulu-Tengah) dari wilayah DAS Musi. Secara Geografis Sub DAS Kikim terletak pada koordinat $103^{\circ} 1' 25,32''$ – $103^{\circ} 30' 1,08''$ BT dan $3^{\circ} 28' 23,52''$ – $3^{\circ} 53' 42''$ LS dan terletak di Kabupaten

Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Ketinggian wilayah DAS Kikim, bervariasi, dari wilayah tertinggi pada ketinggian 1.700 m di atas rata-rata permukaan air laut (dpl) dan yang terendah adalah pada ketinggian 75 m dpl, dengan luas seluruh wilayah DAS Kikim kurang lebih 1.519,78 Km² (Gambar 1). Iklim di daerah Sub DAS Kikim adalah tropis, dengan temperatur rata-rata 24° C saat musim hujan dan sekitar 29° C saat musim Kemarau (Station Tebing Tinggi, Empat Lawang dan Pagar Alam Utara, 2012). Sungai utama dari Sub DAS Kikim adalah sungai Agung, dengan hulu sungai terletak di Desa Sukajadi dengan ketinggian sekitar 1.300 m dpl, dan dua sungai utama lainnya yaitu sungai Aur yang berhulu di Desa Sungai Aur dan sungai Beringin yang ketiganya bertemu di muara di Desa Sukarami dengan ketinggian sekitar 75 m dpl.



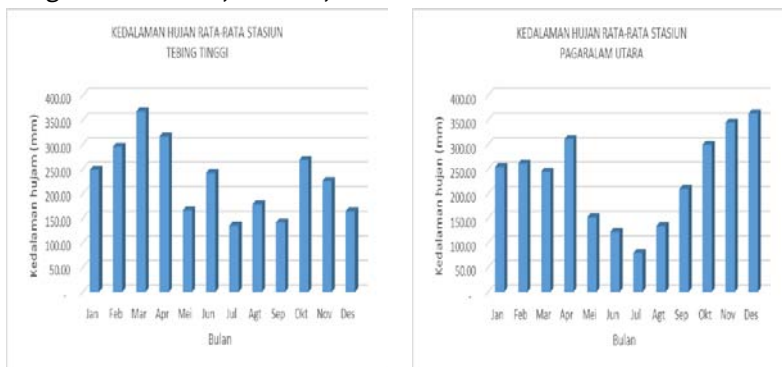
Gambar 1. Wilayah Penelitian :Kondisi Topografi Sub DAS Kikim dan lokasi Stasiun Pengamatan Curah Hujan, Pagar Alam Utara dan Tebing Tinggi, Kabupaten Empat Lawang.

2.2. Data

Data Pengamatan Curah hujan, diperoleh dari Stasiun Meterologi Kenten Kota Palembang, hasil pengamatan station Pagar Alam Utara yang terletak pada ketinggian 425 m dpl dan station Tebing Tinggi, Kabupaten Empat Lawang dengan ketinggian lokasi 125 m dpl. Data ketinggian (kontur) diperoleh dari *Shuttle Radar Topography Mission*

digital.Elevation Model (SRTM) dengan resolusi 25 m, yang diperoleh dari Balai DAS Musi, Provinsi Sumatera Selatan (2013). Kemiringan lereng dimana letak lokasi stasiun pengamatan curah hujan, diperoleh dengan menganalisis dari pembentukan *Digital Terrain Model* (DTM) dengan ukuran pixel 25 m.

Rata-rata besarnya curah hujan untuk stasiun Tebing Tinggi (Empat Lawang) adalah 2.751,08 mm/tahun dengan rata-rata kejadian hujan adalah 148,25 hari. Sementara rata-rata besarnya curah hujan untuk stasiun pengamatan Pagar Alam Utara adalah sebesar 2.777 mm/tahun dengan rata-rata kejadian hujan adalah 210 hari.



Gambar 2. Rata-rata curah hujan stasiun pengamatan di sekitar DAS Kikim (Stasiun Tebing Tinggi, Empat Lawang dan Station Pagar Alam Utara)

2.3. Metode

2.3.1. Intensitas Curah Hujan

Untuk menentukan intensitas hujan berdasarkan hujan jangka pendek, maka dibuat kurva *IDF* (*Intensity-Duration-Frequency Curve*) untuk masing masing metode yaitu : Talbot (1881), Sherman (1905) dan Ishiguro (1953) dalam Suripin 2004, yang kemudian dilakukan uji kesesuaian untuk dipilih yang paling mendekati dari kondisi dilapangan.

Untuk menghitung intensitas hujan menggunakan persamaan Talbot, persamaannya adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t + b} \dots\dots\dots(\text{pers. 1})$$

$$a = \frac{[I.t][I^2] - [I^2.t][I]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(\text{pers. 2})$$

$$b = \frac{[I][I.t] - N[I^2.t]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(\text{pers. 3})$$

dimana :

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- t = lamanya hujan (jam)
- a dan b = konstanta
- $[]$ = jumlah angka-angka dalam tiap suku
- N = banyaknya data

Untuk menghitung intensitas hujan menggunakan persamaan Sherman, persamaannya adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(\text{pers. 4})$$

$$\log a = \frac{[\log I][(\log t)^2] - [\log t.\log I][\log t]}{N[(\log t)^2] - [\log t][\log t]} \dots\dots(\text{pers. 5})$$

$$n = \frac{[\log I][\log t] - N[\log t.\log I]}{N[(\log t)^2] - [\log t][\log t]} \dots\dots\dots(\text{pers. 6})$$

dimana :

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- t = lamanya hujan (jam)
- n = konstanta

[] = jumlah angka-angka dalam tiap suku
 N = banyaknya data

Untuk menghitung intensitas hujan menggunakan persamaan Ishiguro, persamaannya adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \dots\dots\dots(\text{pers. 7})$$

$$a = \frac{[I.\sqrt{t}][I^2] - [I^2.\sqrt{t}][I]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(\text{pers. 8})$$

$$b = \frac{[I][I.\sqrt{t}] - N[I^2.\sqrt{t}]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(\text{pers. 9})$$

dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)
 t = lamanya hujan (jam)
 a dan b = konstanta
 [] = jumlah angka-angka dalam tiap suku
 N = banyaknya data

2.3.2. Distribusi Curah Hujan

Distribusi curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah distribusi Gumbel dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = b + \frac{1}{a} K_T \dots\dots\dots(\text{pers. 10})$$

$$a = \frac{S_n}{S} \dots\dots\dots(\text{pers. 11})$$

$$b = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n} \dots\dots\dots(\text{pers. 12})$$

dengan :

- Xt = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun
- Ktr = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang
- $\bar{X}$ = Nilai rata-rata hitung variat
- S = deviasi standar
- a, b = konstanta
- Sn = *Reduced standart deviation*
- Yn = *Reduced mean*

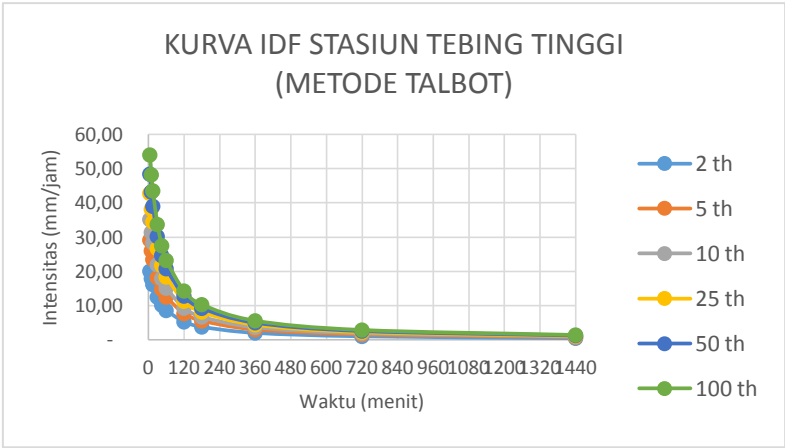
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Intensitas hujan wilayah studi

Dari hasil perhitungan dan uji kesesuaian intensitas hujan berdasarkan curah hujan jangka pendek, maka persamaan Talbot merupakan persamaan yang paling mendekati kondisi dilapangan. Hasil hitungan intensitas selengkapnya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Intensitas hujan Stasiun Tebing Tinggi

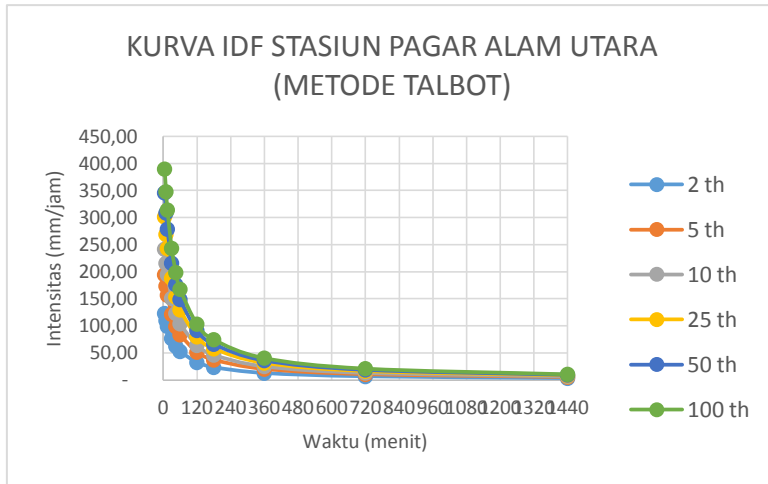
No	t (menit)	I-2	I-5	I-10	I-25	I-50	I-100
1	5	132.82	177.24	206.65	243.81	271.38	298.75
2	10	118.57	158.23	184.49	217.66	242.28	266.71
3	15	107.08	142.90	166.62	196.58	218.81	240.87
4	30	82.97	110.72	129.10	152.32	169.54	186.64
5	45	67.72	90.37	105.37	124.32	138.38	152.33
6	60	57.21	76.34	89.01	105.02	116.90	128.68
7	120	35.29	47.10	54.91	64.79	72.11	79.38
8	180	25.52	34.05	39.70	46.84	52.14	57.40
9	360	13.94	18.60	21.68	25.58	28.48	31.35
10	720	7.31	9.75	11.37	13.41	14.93	16.43
11	1440	3.74	5.00	5.82	6.87	7.65	8.42



Gambar 3. Kurva IDF Stasiun Tebing Tinggi

Tabel 2. Intensitas hujan Stasiun Pagaralam Utara

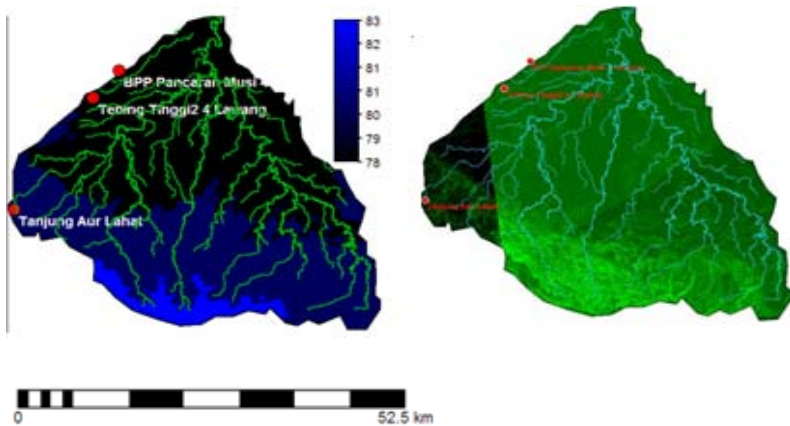
No	t (menit)	I-2	I-5	I-10	I-25	I-50	I-100
1	5	123.34	194.72	241.98	301.69	345.99	389.97
2	10	110.12	173.84	216.03	269.34	308.88	348.14
3	15	99.45	157.00	195.10	243.25	278.96	314.42
4	30	77.06	121.65	151.17	188.47	216.15	243.62
5	45	62.89	99.29	123.39	153.83	176.42	198.84
6	60	53.13	83.87	104.23	129.95	149.03	167.97
7	120	32.78	51.74	64.30	80.17	91.94	103.62
8	180	23.70	37.41	46.49	57.96	66.47	74.92
9	360	12.94	20.43	25.39	31.66	36.30	40.92
10	720	6.78	10.71	13.31	16.59	19.03	21.45
11	1440	3.48	5.49	6.82	8.50	9.75	10.99



Gambar 4. Kurva IDF Stasiun Pagar Alam Utara

3.2. Distribusi Intensitas Hujan (I₃₀) sub DAS Kikim

Korelasi antara rata-rata curah hujan, topografi dan letak wilayah, diperoleh koefisien parameter sebesar 0,003 dengan parameter utama perbedaan elevasi ketinggian sebesar 77,06. Curah hujan yang terjadi disekitar wilayah sub DAS Kikim, dipengaruhi oleh kondisi perubahan arah angin yang ada disekitar Gunung Dempo, Pagar Alam. Gambar 5, menggambarkan distribusi Intensitas curah hujan (I₃₀).Sebaran distribusi curah hujan yang di distribusikan terhadap wilayah DAS Kikim dengan menggunakan Polygon Thisen, diperoleh 3 wilayah sebaran, dengan masing-masing luasan wilayah adalah 740,23 Km² untuk Intensitas 82,97 mm/jam, luas wilayah 629,11 Km² untuk Intensitas 77,06mm/jamdan luasan wilayah 50,43 Km² untuk Intensitas 82,97 mm/jam, sehingga intensitas hujan rata-ratanya 80,35 mm/jam



Gambar 5. Distribusi Curah hujan berdasarkan ketinggian dan Poligon Tiesen pada sub DAS Kikim

IV. KESIMPULAN

Variabel curah hujan dengan menggunakan data hasil pengamatan dihitung dengan menggunakan metode Tolbot, untuk menghasilkan rentang Intensitas Curah Hujan selama 30 menit (I_{30}) dengan nilai maks 82.97mm/jam untuk periode ulang 2 tahun. Sementara sebaran distribusi curah hujan yang di distribusikan terhadap wilayah DAS Kikim dengan menggunakan Polygon Thisen, diperoleh 3 wilayah sebaran, dengan masing-masing luasan wilayah adalah 740,23 Km² untuk Intensitas 82.97 mm/jam, luas wilayah 629,11 Km² untuk Intensitas 77,06 mm/jam dan luasan wilayah 50,43 Km² untuk Intensitas 82,97 mm/jam, sehingga intensitas hujan rata-ratanya 80,35 mm/jam. Sementara distribusi berdasarkan ketinggian diperoleh persamaan distribusi kelas Intensitas curah hujan (I_{30}) adalah = $77,06 + (0,003 \times \text{Elevasi})$

DAFTAR PUSTAKA

Basist,A.,Bell,G.D.,Meentemeyer,V.,1994.Statistical relationships between topography and precipitation patterns .Journal of Climate 7,1305–1315.

- Daly, C., Neilson, R. P., Phillips, D. L., 1994. A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain. *Journal of Applied Meteorology* 33, 140–158.
- Duckstein, L., Fogel, M. M., Thames, J. L., 1973. Elevation effects on rainfall: A stochastic model. *Journal of Hydrology* 18, 21–35.
- Llasat, M. C., Puigcerver, M., 1992. Pluies extremes en Catalogne: influence orographique et caractéristiques synoptiques. *Hydrologie Continentale* VII:2, 99–115.
- Prudhomme, C., Reed, D. W., 1998. Relationships between extreme daily precipitation and topography in a mountainous region: a case study in Scotland. *International Journal of Climatology* 18, 1439–1453.
- Suripin, 2004, Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, ANDI offset, Yogyakarta
- Weisse, A. K., Bois, P., 2001. Topographic effects on statistical characteristic soft heavy rainfall landmapping in the French Alps. *Journal of Applied Meteorology* 40, 720–740.

PENGEMBANGAN SISTEM USAHATANI KONSERVASI UNTUK MENCEGAH DEGRADASI LAHAN DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN DI SUB-DAS PROGO HULU¹

Oleh :
Jaka Suyana

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Alamat : Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta Kode Pos : 57126
E-mail: jokosuyonouns@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian pengembangan Sistem Usahatani Konservasi (SUK) merupakan salah satu dasar bagi perencanaan sistem usahatani yang mengintegrasikan tindakan konservasi tanah dan air (KTA) ke dalam sistem usahatani yang telah ada dengan tujuan untuk mencegah degradasi lahan dan meningkatkan produktivitas lahan. Pengembangan SUK dilakukan secara komprehensif berdasarkan analisis kajian kelas kemampuan lahan, tingkat degradasi lahan, prediksi erosi dan nilai erosi yang dapat ditoleransikan (ETol). Penelitian dilakukan menggunakan metode survei dan analisis laboratorium, data karakteristik lahan dan sifat-sifat tanah pada setiap satuan lahan (*land unit*) selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Rekomendasi agroteknologi diformulasikan melalui teknik simulasi dengan program Powersim Versi 2.5d. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan lahan pada usahatani lahan kering di Sub-DAS Progo Hulu (8.240,75 ha) pada umumnya (58,4%) masih sesuai dengan kelas kemampuan lahan dan sisanya 41,6% tidak sesuai kelas kemampuan lahan. Degradasi lahan yang terjadi dapat dikelompokkan mejadi tingkat berat (21,2%), sedang (69,2%), dan ringan (9,6%). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 77,2% luas lahan memiliki nilai prediksi erosi lebih besar dari nilai ETol dan perlu penyempurnaan tindakan KTA. Pengembangan SUK dapat diwujudkan dengan penyempurnaan teknologi KTA yang meliputi : (a) pada tingkat degradasi ringan teknologi konservasi pola petani; (b) pada tingkat degradasi sedang perlakuan rorak, atau perlakuan rumput setaria sebagai penguat teras miring + mulsa batang tembakau 14 ton/ha; dan (c) pada tingkat degradasi berat perlakuan rumput setaria sebagai penguat teras miring + mulsa batang tembakau 14 ton/ha + rorak.

Kata kunci: degradasi lahan, erosi, SUK, rorak, Sub-DAS Progo Hulu

¹ Disampaikan dalam Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu untuk Kesejahteraan Masyarakat diselenggarakan oleh BPTKPDAS dan Fakultas Pertanian UNIBRAW di Malang, pada tanggal 30 September 2014.