

**INTEGRASI TEKNIK PENGINDERAAN JAUH DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK MENDUGA DEBIT PUNCAK
MENGUNAKAN KARAKTERISTIK LINGKUNGAN FISIK DAS
DI WILAYAH SUB DAS ELO, JAWA TENGAH**

*(The Technical Integration of Remote Sensing and Geographical Information System to
Predict the Peak Discharge Which Uses the Characteristic of Physical Environment of
Catchments Area In Selo Sub Catchments Area in Central Java)*

Oleh :

Sugiharto Budi Santoso, Alif Noor Anna;

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Jl. A.Yani Pabelan Kartosuro Tromol Pos 1 Surakarta 57162, Telp (0271) 717417
Psw 151-153, Fax : (0271) 715448, E-mail: FORUMGEOGRAFI@yahoo.com*

Dyah Pratiwi Cahyo Lestari

Departemen Kehutanan Balai Pengelolaan DAS

*Jl. By Pass Ngurah Rai - Tuban Km. 23,5 Telp (0361) 751346 Denpasar 80361,
E-mail : dipatari08@yahoo.com*

ABSTRACT

This research is carried out in Selo sub catchments area that contains of the regency and the municipality of Magelang and Temanggung. The goals of this study are: (1) to predict the peak discharge by using the characteristic variable of catchments physical environment by means of the aerial photo interpretation, (2) to examine the technical accuracy of remote sensing to detect coefficient runoff which used to predict the peak discharge. The research uses the aerial photo of black and white panchromatic on the scale 1:50.000 in 1994. It is supported by secondary data and field survey.

The research method is the integration between the technical remote sensing and the Geographical Information System (SIG). Field survey is used to check the result of aerial photo interpretation and to collect the data that cannot be obtained from the image. The sample uses the purposive stratified sampling.

The results of the research show that: (1) the aerial photo of black and white panchromatic on the scale 1:50.000 is obtained to interpret the slope area and it is not good to interpret the accuracy of the covered area is about 87% and 77,4 %, (2) the current coefficient which is accounted based on the table of Cook method is about 40,36% - deviates 39,94% from the field data; (3) the peak discharge in Selo sub catchments area with rational formula is about 3022,03 m³ /second, while the peak discharge as the observation result is about 112,675 m³/second. Its large of research area causes the time to peak takes a long time, which causes raining intensity increases. The increasing value of raining intensity and the flow coefficient makes the value of peak discharge increases that larger than measured peak discharge.

Key word : Peak Discharge; Physical Environment of Catchment Area

PENDAHULUAN

Peredaran air di bumi biasa dikenal dengan daur hidrologi. Daur hidrologi yang terjadi di suatu daratan atau pulau dapat ditelaah dengan menggunakan model daerah aliran sungai (DAS). Masalah kelebihan air terwujudkan dalam bentuk banjir yang disebabkan karena daerah aliran sungai (DAS) yang bersangkutan tidak mampu lagi menampung dan menyimpan air hujan yang jatuh, sehingga membentuk limpasan permukaan (*surface runoff*).

Respon hidrologi DAS dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan fisik. Hubungan tersebut dapat digunakan sebagai alat kuantitatif untuk pendugaan respon hidrologi berdasarkan karakteristik fisik DAS yang dapat diukur.

Teknik penginderaan jauh dapat digunakan untuk menyadap data fisiografik melalui pendekatan kenampakan fisik permukaan, karena citra penginderaan jauh menggambarkan objek-objek yang tampak langsung di permukaan bumi. Ketelitian data fisiografik dapat diperoleh dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh yang digunakan. Pengolahan data dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk kemudahan pemasukan, pengelolaan (penyimpanan dan pengaktifan kembali), manipulasi dan analisis, serta keluaran.

Daerah penelitian mencakup wilayah sub DAS Elo yang merupakan ba-

gian dari DAS Progo. Wilayah ini secara administrasi berada di Propinsi Jawa Tengah meliputi Kabupaten Magelang, sebagian Kabupaten Temanggung, dan Kota Magelang. Penggunaan lahan secara umum meliputi kebun campuran, sawah, tegalan, hutan, dan kampung. Topografi daerah penelitian relatif bervariasi, mulai kerucut gunungapi sampai dataran kaki gunungapi.

Permasalahan yang dapat dirumuskan berdasarkan uraian sebelumnya yaitu: 1) Berapakah besar debit puncak di Sub DAS Elo? 2) Apakah teknik penginderaan jauh teliti untuk mendeteksi koefisien aliran yang dipakai untuk menduga debit puncak?

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yaitu untuk:

- 1) Menduga debit puncak dengan menggunakan variabel-variabel karakteristik lingkungan fisik DAS melalui interpretasi citra penginderaan jauh; dan
- 2) Menguji ketelitian teknik penginderaan jauh untuk mendeteksi koefisien aliran yang akan dipakai untuk menduga debit puncak.

KERANGKA TEORI

Konsep dasar yang dikemukakan oleh Chow pada tahun 1964 dan peneliti-peneliti terdahulu (Gunawan, 1991) yaitu bahwa di dalam biosfer DAS dapat dipandang sebagai suatu sistem terbuka, sedangkan sistem DAS sendiri dapat di-

pandang sebagai suatu sistem tertutup. Curah hujan berperan sebagai masukan, debit aliran sungai sebagai keluaran, dan permukaan DAS sebagai struktur sistem.

Linsley (1975) menjelaskan hubungan timbal balik antara karakteristik lingkungan fisik DAS dan respon hidrologi. Hubungan tersebut dipakai sebagai dasar untuk menduga respon hidrologi berdasarkan karakteristik lingkungan fisik DAS terukur. Data yang dapat diperoleh dari interpretasi foto udara adalah: 1) morfometri DAS; 2) penutup lahan; 3) bentuklahan; 4) kemiringan lereng; 5) infiltrasi tanah; dan 6) alur-alur sungai.

Metode rasional digunakan untuk sungai-sungai biasa dengan daerah pengaliran yang luas (Takeda dan Sosro-

darsono, 1993). Metode ini mendasarkan pemindahan hujan efektif yang menimbulkan banjir (debit puncak) dan tidak mempertimbangkan efek penimbunan. Metode rasional berasumsi bahwa durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi.

METODE PENELITIAN

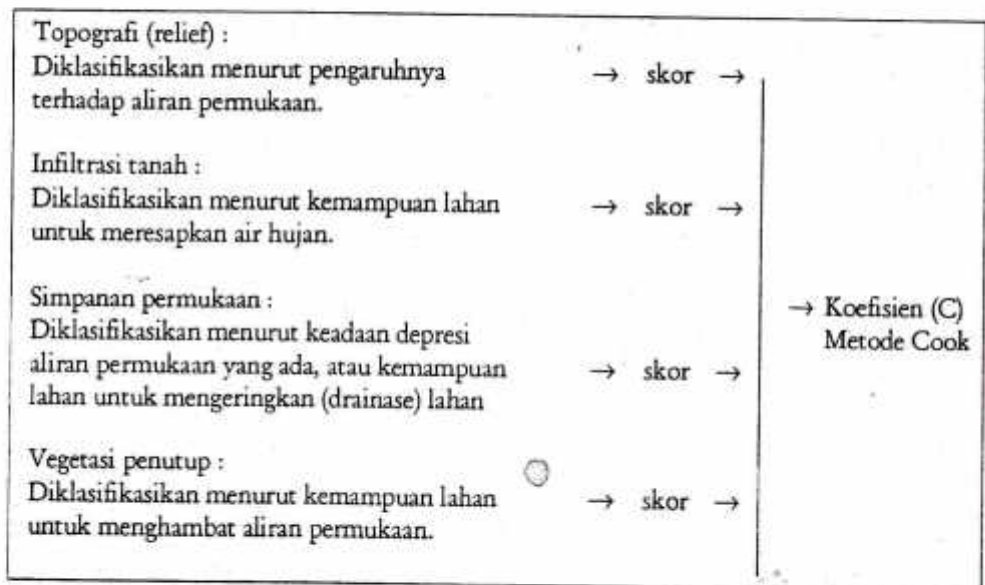
Metode Pengumpulan Data Untuk Rumus Rasional

Pendugaan Koefisien Aliran (C) Dengan Tabel Metode Cook

Karakteristik lingkungan fisik DAS yang dipertimbangkan dalam tabel metode Cook untuk pendugaan koefisien aliran disusun dalam bentuk skema.

a. Topografi (relief)

Pengukuran lereng melalui interpretasi foto udara menggunakan



Gambar 1. Skema penentuan koefisien aliran (Gunawan, 1991).

metode Verstappen melalui alat paralaks meter, dengan rumus:

$$\text{Cotg} = \frac{P_a \cdot d}{P_{ab} \cdot f} + \frac{d}{f} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Cotg = kemiringan lereng (°)
- P_a = paralaks absolut (mm)
- d = jarak horisontal pada foto udara (cm) antara a dan b
- P_{ab} = beda paralaks antara dua titik (a dan b) yang diukur
- f = panjang fokus kamera (mm)

b. Luas daerah aliran sungai (A)
Luas DAS diketahui dengan menggunakan fasilitas ARC/INFO.

c. Kerapatan aliran (D)
Parameter kerapatan aliran dihitung dengan rumus (Seyhan, 1977):

$$D = L \cdot A^{-1} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- D = kerapatan aliran (mil/mil²)
- L = jumlah total panjang sungai dalam DAS (mil)
- A = luas DAS (mil²)

d. Simpanan air permukaan (*Surface storage*)

Simpanan permukaan di daerah hulu jarang dijumpai, sehingga didekati dari kondisi kerapatan aliran. Kerapatan aliran mengikuti pembagian klasifikasi Linsley (1949).

e. Infiltrasi tanah

Infiltrasi tanah diinterpretasi dari foto udara dibantu dengan peta tematik bentuklahan, penutup lahan, jenis tanah dan sifat fisik tanah. Hasil deliniasi diklasifikasikan secara kualitatif pada tabel 2, kemudian diuji di lapangan

f. Penutup lahan

Interpretasi penggunaan lahan didasarkan pada klasifikasi

Tabel 1. Penyesuaian Nilai Klas Kerapatan Aliran terhadap Kondisi Simpanan Permukaan

Nilai kerapatan aliran (mil/mil ²)	Klasifikasi metode Cook
> 5	Simpanan permukaan diabaikan, pengeringan kuat, tidak dijumpai danau dan sejenisnya
2 j 5	Simpanan permukaan sedikit, pengeringan baik, tidak dijumpai danau dan sejenisnya
1 j 2	Dijumpai beberapa simpanan permukaan, kurang dari 2% luas DAS terdiri dari danau dan rawa-rawa
< 1	Simpanan permukaan tinggi, sistem drainase kurang dapat dikenali, banyak dijumpai danau, telaga dan rawa-rawa

Sumber: Linsley (1949, dan Cook, 1940), dalam Chow, 1964.

Tabel 2: Klasifikasi laju infiltrasi menurut Richard dan Cossens (1965)

Kelas	Laju infiltrasi	Laju infiltrasi (mm/jam)
0	Sangat lambat	< 2,5
1	Lambat	2,5 j < 15,0
2	Sedang	15,0 - < 28,0
3	Tinggi	28,0 - < 53,0
4	Sangat tinggi	≥ 53,0

Sumber : Gunawan, 1991.

Malingreau (1977) dengan modifikasi.

Klasifikasi dan pemberian skor parameter karakteristik DAS berdasarkan tabel metode Cook (Tabel 3.). Penentuan skor baru untuk tiap-tiap kelas dari setiap faktor yaitu (Gunawan, 1991):

tertimbang. Koefisien aliran dalam Sub DAS adalah jumlah koefisien aliran satuan lahan dalam Sub DAS yang bersangkutan.

Intensitas Hujan (I)

Rumus perkiraan intensitas hujan untuk lama hujan sembarang yang dihitung dari curah hujan harian yaitu (Takeda dan Sosrodarsono, 1993):

1. Nilai skor setiap kelas (i) pada suatu faktor (j) adalah:

$$\text{Skor kelas (i) faktor (j)} = \frac{\text{Luas kelas } (a_{i1})}{\text{Luas Sub DAS (A)}} \times \text{skor klas } i_1 j \dots (3)$$

$$\text{Total skor kelas (i) faktor (j)} = \sum_{i=1}^n \text{skor kelas (i) faktor (j)} \dots (4)$$

2. Total nilai skor dari seluruh kelas (i) untuk seluruh faktor (j) adalah:

$$\text{Total skor seluruh kelas (i) seluruh faktor (j)} = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^m \text{Total skor kelas (i) faktor (j)} \dots (5)$$

Koefisien aliran tiap satuan lahan adalah jumlah semua skor (total) dari komponen-komponen fisik DAS yang dipertimbangkan dan dihitung secara

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \right] \dots (6)$$

Tabel 3. Karakteristik DAS yang dapat Menghasilkan Aliran untuk Penentuan W dalam Tabel Metode Cook

Karakteristik DAS yang Dipertimbangkan	Karakteristik yang menghasilkan aliran			
	100 (ekstrim)	75 (tinggi)	50 (normal)	25 (rendah)
Relief (W)	Medan terjal kasar dengan lereng rata-rata di atas 30% (40)	Perbukitan, dengan lereng rata-rata antara 10-30% (30)	Bergelombang dengan lereng rata-rata, antara 5-10% (20)	Lahan relatif datar, lereng 0-5% (10)
Infiltrasi tanah (W)	Tidak ada penutup tanah efektif, lapisan tanah tipis, kapasitas infiltrasi diabaikan (20)	Lambat untuk menyerap air, material liat atau tanah lain dengan kapasitas infiltrasi rendah (15)	Lempung dalam dengan kapasitas infiltrasi sejenis dengan tanah-tanah prairi (10)	Pasir dalam atau tanah lain mampu menyerap air cepat (5)
Vegetasi penutup (W)	Tidak ada tanaman penutup efektif atau sejenisnya (20)	Tanaman penutup sedikit-sedang, tidak ada tanaman pertanian, penutup alami sedikit, kurang dari 10% DAS tertutup baik (15)	Kira-kira 50% DAS tertutup baik oleh pohon-pohonan dan rumput (10)	Kira-kira 90% DAS tertutup baik oleh rumput, kayu-kayuan atau sejenisnya (5)
Simpanan permukaan (W)	Diabaikan : beberapa depresi permukaan dan dangkal, alur drainase terjal dan kecil (20)	Rendah: sistem alur-alur drainase kecil dan mudah dikenali (15)	Normal: simpanan depresi dalam bentuk danau, rawa atau telaga tidak lebih 2% (10)	Tinggi: simpanan depresi permukaan tinggi, sistem drainase sukar dikenali, banyak dijumpai danau, rawa atau telaga (5)

Sumber : Chow (1964) dan Meijerink (1970); US. Soil Conservation Service, *Engineering Handbook form Farm Planner*, Upper Mississippi Valey Region III, Agricultural Handbook No. 57, US. Government Printing Office, 1953; dalam Totok Gunawan, 1991.

Keterangan :

- I = Intensitas hujan rata-rata selama t jam
 T_c = waktu konsentrasi (jam)
 R_{24} = curah hujan harian maksimum (mm)

Analisis data curah hujan digunakan untuk perhitungan intensitas hujan (I) yang sebanding dengan waktu konsentrasi (T_c), yaitu waktu pengaliran hujan dari titik paling atas ke titik yang diamati di bagian hilir. Waktu konsentrasi (T_c) dihitung dengan menggunakan metode Kirpich (Gunawan, 1991):

$$T_c = 0,0078 L^{0,77} S^{0,385} \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

- T_c = waktu konsentrasi (jam)
L = panjang perjalanan/lintasan air (km)
S = lereng yang besarnya sama dengan H/L, H adalah beda tinggi antara titik paling atas DAS dan outlet DAS.

Perhitungan Debit Puncak (Q_p)

Pendugaan debit puncak sub DAS Elo dilakukan dengan menggunakan metode Rasional yang dirumuskan sebagai berikut (Gunawan, 1991):

$$Q_p = 0,278 C I A \dots\dots\dots (8)$$

dimana :

- Q_p = debit puncak ($m^3/detik$)
C = koefisien aliran

- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
A = luas DAS (km^2)
0,278 = koefisien/tetapan untuk penyesuaian satuan dalam metrik

Metode Pengumpulan Data Untuk Koefisien Aliran Tahunan Dan Debit Puncak Dari Data Aliran Hasil Pengamatan

Koefisien aliran tahunan dihitung dengan rumus (Dunin, 1965 dalam Suyono, 1984):

$$C = \frac{\text{Jumlah Limpas selama setahun}}{\text{Jumlah Curah hujan selama setahun}} \dots\dots\dots (9)$$

Data curah hujan tiap stasiun dihitung dengan menggunakan metode poligon Thiessen. Data debit yang digunakan sebagai pembandingan perkiraan debit puncak adalah data debit harian maksimum yang dikeluarkan oleh Dinas Pengairan Kabupaten Magelang.

Metode Pembandingan Koefisien Aliran dan Debit Puncak dari Metode Rasional terhadap Data Lapangan

Data lapangan dianggap sebagai data yang benar dan dapat digunakan sebagai pembandingan. Analisis yang digunakan untuk membandingkan bersifat deskriptif. Pembandingan dilakukan pada perhitungan koefisien aliran dan debit puncak yang diperoleh.

Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan meliputi pengujian hasil interpretasi foto udara dan pengukuran lapangan untuk uji ketelitian hasil pendugaan. Kerangka pengambilan sampel adalah *purposive stratified sampling*. Pengukuran lapangan yang dilakukan meliputi:

- a. Pengukuran kemiringan lereng;
- b. Pengukuran infiltrasi tanah. Hasil pengukuran kemudian diklasifikasikan menurut Richard dan Cossens (1965, dalam Gunawan, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lingkungan Fisik Sub DAS Elo

Morfometri DAS

Berdasarkan analisis komputer, luas Sub DAS Elo 414,69 km² dan panjang sungai 63,26 kilometer. Kerapatan aliran sebagian besar daerah penelitian (40%) memiliki angka 1 - 2 mil/mil²; 23% daerah antara 2 j 5 mil/mil²; lebih dari 5 mil/mil² meliputi 19% luas daerah; dan 18% kurang dari 1 mil/mil².

Daerah penelitian sebagian besar (39%) memiliki kemiringan lereng < 5%; antara 5 j 10% mencakup 33% luas daerah; 21% berlereng antara 10-30%; dan 7% luas daerah memiliki kemiringan lereng lebih dari 30%. Interpretasi kemiringan lereng mempunyai ketelitian rata-rata 87 persen.

Infiltrasi Tanah

Pemetaan infiltrasi tanah di Sub DAS Elo menunjukkan 52% luas daerah dalam kategori tinggi (28 - 53 mm/jam), kategori sangat tinggi 19%, 15% termasuk kategori sedang, dan kategori lambat 14%.

Penutup Lahan

Hasil interpretasi penutup lahan diperoleh ketelitian rata-rata 77,4%. Hasil pemetaan diketahui bahwa 63% wilayah tertutup oleh sawah irigasi, permukiman (pedesaan) dan kebun campuran (tanaman rapat). 17% daerah penelitian tertutup lahan tegalan (lereng < 30%), sawah tadah hujan, permukiman (lahan transisi pedesaan ke perkotaan) serta kebun campuran (tanaman jarang). Sekitar 14% wilayah tertutup oleh hutan, serta 6% wilayah berupa tegalan (lereng > 30%) dan permukiman (perkotaan).

Debit puncak

Pendugaan Nilai Koefisien Aliran Dengan Tabel Metode Cook

Sub DAS Elo mempunyai 250 satuan lahan yang terdiri dari 81 jenis satuan lahan. Nilai skor masing-masing kelas tiap komponen karakteristik lingkungan fisik ditentukan dari tabel metode Cook. Cara penilaian skor masing-masing kelas dan total kelas menggunakan rumus 3, 4 dan 5. Keempat komponen karakteristik lingkungan fisik DAS dan masing-masing kelas dihitung pada setiap satuan lahan.

Nilai total koefisien aliran satuan lahan Sub DAS Elo diperoleh nilai

50,36%. Menurut Meijerink (1970), untuk DAS yang tidak mempunyai hutan, nilai koefisien aliran dikurangi 5% (adanya evaporasi); sedang untuk DAS yang berhutan dikurangi 10% (adanya evapotranspirasi). Sub DAS Elo mempunyai hutan sehingga nilai koefisien aliran dikurangi 10%, maka besarnya nilai koefisien aliran Sub DAS Elo adalah 40,36%.

Besar kecilnya nilai koefisien aliran tiap satuan lahan signifikan

dengan luas bentuklahan, kecuali untuk bentuklahan lereng tengah dan pegunungan terkikis. Bentuklahan lereng tengah lebih luas dari pegunungan terkikis, tetapi nilai koefisien alirannya kecil. Kecilnya nilai ini karena adanya usaha konservasi.

Nilai koefisien aliran terbesar terjadi pada kelompok penutup lahan sawah irigasi, permukiman (pedesaan), dan kebun campuran yang rapat. Hal ini

Tabel 4. Nilai Koefisien Aliran untuk Setiap Bentuklahan di Sub DAS Elo Tahun 1999

Bentuklahan	Luas		Nilai koefisien aliran	
	(km ²)	Prosentase	besar	prosentase
Kaki gunungapi	170.6813	41.2	20.3218	40.4
Lereng atas	77.7173	18.7	10.4975	20.8
Dataran kaki gunungapi	58.0677	14.0	5.5574	11.0
Lereng bawah	30.7589	7.4	3.8890	7.7
Pegunungan terkikis	15.5484	3.8	2.6632	5.3
Lereng tengah	23.2269	5.6	2.3406	4.7
Kerucut puncak	13.9061	3.4	1.8111	3.6
Perbukitan lipatan kompleks	12.8424	3.1	1.6785	3.3
Perbukitan terkikis	11.9412	2.9	1.5974	3.2
Jumlah	414.6902	100.0	50.3565	100.0

Sumber: Analisis komputer.

Tabel 5. Besarnya Koefisien Aliran untuk Setiap Klas Kemiringan Lereng di Sub DAS Elo Tahun 1999

Kelas	Luas		Koefisien aliran	
	km ²	prosentase	nilai (%)	prosentase
I	159.8995	38.6	15.8708	31.5
II	136.6176	32.9	16.9929	33.8
III	89.2731	21.5	13.0901	26.0
IV	28.9000	7.0	4.4027	8.7
Jumlah	414.6902	100.0	50.3565	100.0

Sumber: Analisis komputer.

karena wilayah kelompok ini yang paling luas ($\pm 62,9\%$). Tabel 6. menunjukkan bahwa luas berpengaruh terhadap nilai koefisien aliran yang dihasilkan.

Perhitungan Koefisien Aliran Tahunan dari Data Lapangan

Perhitungan koefisien aliran adalah sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata curah hujan, diperoleh angka = 2291,014 mm.
2. Menghitung rata-rata limpasan tahunan, hasil yang diperoleh 660,714 mm.

Menghitung koefisien aliran tahunan (Dunin, 1965 dalam Suyono,

1984) diperoleh angka sebesar 28,84% dengan perhitungan :

$$C = \frac{\text{Tebal Limpasan}}{\text{Tebal curah hujan}} \times 100\%$$

$$= \frac{660,714 \text{ mm}}{2291,014} \times 100\% = 28.8394\%$$

Perbandingan Nilai Koefisien Aliran Hitung dengan Terukur

Perbandingan kedua nilai koefisien aliran adalah sebagai berikut

$$C = \frac{(C_{\text{hitung}} - C_{\text{terukur}})}{C_{\text{terukur}}} \times 100\%$$

Tabel 6. Nilai Koefisien Aliran untuk Setiap Jenis Penutup Lahan di Sub DAS Elo Tahun 1999

Penutup lahan	Luas		Koefisien aliran	
	(km ²)	prosentase	nilai (%)	prosentase
Hutan	58,6510	14,1	7,5898	15,1
Sawah irigasi, permukiman di lahan pedesaan, kebun campuran dengan tanaman rapat	261,0394	62,9	30,1695	59,9
Tegalan di lereng < 30%, sawah tadah hujan, permukiman di lahan transisi dari desa ke kota, kebun campuran dengan tanaman lebih jarang	69,3398	16,7	9,0774	18,0
Tegalan di lereng > 30%, permukiman di lahan perkotaan (termasuk tanah terbuka, jalan aspal, jalan tanah/batu)	25,6600	6,2	3,5198	7,0
Jumlah	414,6902	100,0	50,3565	100,0

Sumber: Analisis komputer.

$$= \frac{(40,36 - 28,84)}{28,84} \times 100\% = 39,94$$

Diperoleh hasil nilai koefisien aliran yang diduga dari foto udara menyimpang sebesar 39,94% dari nilai koefisien aliran terukur.

Besarnya simpangan ini karena perhitungan koefisien aliran berdasarkan tabel metode Cook mendasarkan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi merata di seluruh DAS, dengan luas tidak lebih dari 25 km². Akan tetapi curah hujan yang terjadi di Sub DAS Elo tidak merata, sehingga perkiraan menjadi lebih besar daripada nilai koefisien aliran terukur.

Perhitungan Intensitas Hujan

Data yang diperlukan untuk perhitungan intensitas hujan di Sub DAS Elo adalah data curah hujan harian maksimum, panjang sungai, serta beda tinggi antara hulu dan outlet sungai. Curah hujan harian maksimum diperoleh angka sebesar 152,03 milimeter. Panjang sungai Elo (melalui fasilitas Arc/Info) didapat angka 39,81 kilometer. Perbedaan ketinggian sebesar 0,4851 kilometer.

Intensitas hujan dalam rumus Rasional adalah intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba dari banjir (t). Perhitungan waktu tiba dari banjir (Kirpich, 1940 dalam Gunawan, 1991), yaitu

$$\begin{aligned} T_c &= 0,0078 L^{0,77} S^{0,385} \\ &= 0,0078 (39,81)^{0,77} (0,4851/39,81)^{0,385} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,0078 (17,06) (5,46) \\ &= 0,73 \text{ jam} \end{aligned}$$

Nilai t kemudian dimasukkan dalam rumus Mononobe, dihasilkan intensitas hujan sebesar 64,95 mm/jam, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \\ &= \frac{152,03}{24} \left[\frac{24}{0,73} \right]^{2/3} \\ &= 6,33 (32,88)^{2/3} \\ &= 6,33 (10,26) \\ &= 64,95 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional

Hasil pendugaan debit puncak sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{koefisien aliran (C)} &= 40,36\% \\ \text{intensitas hujan (I)} &= 64,95 \text{ mm/jam} \\ \text{luas DAS (A)} &= 414,69 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit puncak (Q}_p) &= 0,278 C I A \\ &= 0,278 (0,4036) (64,95) (414,69) \\ &= 3022,03 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Sehingga debit puncak hasil pendugaan adalah 3022,03 m³/detik.

Perhitungan Debit Puncak dari Data Lapangan

Data lapangan yang diambil untuk perhitungan debit puncak adalah data debit puncak harian tahunan di Sub

DAS Elo yang diukur di *outlet* sungai selama 20 tahun. Data seri ini diambil rata-ratanya, sehingga diperoleh debit puncak harian sebesar 112,675 m³/detik.

Perbandingan Debit Puncak Hasil Pendugaan dengan Metode Rasional dan Debit Puncak Terukur

Debit puncak hasil pendugaan mempunyai selisih yang besar dari debit puncak data lapangan. Metode Rasional dikembangkan berdasarkan asumsi : 1) hujan jatuh dengan intensitas yang seragam selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi DAS; 2) curah hujan yang terjadi dengan intensitas yang seragam di atas seluruh DAS. Luasnya daerah penelitian mengakibatkan waktu tiba banjir menjadi lebih lama. Waktu banjir yang lama menyebabkan intensitas hujan menjadi besar pula. Intensitas hujan yang besar ditambah dengan nilai koefisien aliran yang besar membuat nilai debit puncak yang dihasilkan menjadi besar pula, lebih besar dari debit puncak terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 1985. *Pengawetan Tanah dan Air*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Asdak, Chay, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Benson, M.A. dan Dalrymple, T., 1976. Measurement of Peak Discharge by the Slope-Area Method, *Applications of Hydraulics: Chapter A2, Book 3. Techniques of Water Resources Investigations of the United States Geological Survey*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit puncak yang dihitung menurut metode Rasional sebesar 3022,03 m³/detik, sedangkan hasil pengamatan sebesar 112,675 m³/detik. Penggunaan metode rasional untuk menghitung debit kurang baik diterapkan untuk DAS yang luas dengan curah hujan yang tidak seragam.
2. Foto udara pankromatik hitam putih skala 1:50.000 baik untuk interpretasi kemiringan lereng tetapi kurang baik untuk interpretasi penutup lahan. Ketelitian foto udara untuk interpretasi kemiringan lereng dan penutup lahan berturut-turut sebesar 87% dan 77,4%. Pemanfaatan SIG untuk proses tumpangsusun dan perhitungan luas setiap satuan lahan yang dipakai sebagai dasar perhitungan koefisien aliran dapat dilakukan secara cermat.

- Chow, V.T., 1964. *Handbook of Applied Hydrology, a Compendium of Water-Resource Technology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Gunawan, Totok, 1991. Penerapan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu, Jawa Tengah), *Disertasi*. Bogor: Fakultas Pascasarjana IPB.
- Gunawan, Totok, 1997. Penginderaan Jauh Terapan Untuk Hidrologi, *Diktat Kursus Reguler PUSPICS Angkatan XXII*. Yogyakarta: PUSPICS-Fakultas Geografi UGM-BAKOSURTANAL.
- Kent, K.M., 1971. *National Engineering Handbook, Section 4:Hydrology*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Linsley, R. K., M. A.Kohler, dan J. L. H. Paulhus, 1975. *Hydrology for Engineers*. Tokyo: McGraw-Hill/Kogakusha Ltd.
- Malingreau, J.P., 1977. *A Proposed Land Cover/Land Use Classification and Its Use With Remote Sensing Data in Indonesia*. Yogyakarta: PUSPICS-UGM.
- Meijerink, A.M.J., 1970. *Photo-Interpretation in Hydrology, a Geomorphological Approach*. Delft: ITC.
- Seyhan, E., 1977. *The Watershed as an Hydrologic Unit*. Utrecht: Publicatie uit het Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht.
- Seyhan, E., S. Subagyo (terj.), dan S. Prawirohatmojo (ed.), 1993. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supriyanto, Kelik, 1995. Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemantauan Pola Penggunaan Lahan Dan Perkembangan Fisik Kota, Kasus di Kotamadia Surakarta Bagian Barat, *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Suyono, 1984. Pemantauan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ditinjau dari Segi Hidrologi, *Makalah Seminar Hidrologi tanggal 14-15 Desember 1984*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Takeda, Kensaku dan Sosrodarsono, Suyono (ed.), 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.