

Pengaruh Topografi Terhadap Sumber Air Dalam Upaya Mitigasi Bencana Kebakaran Hutan Jati Pandean Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur

Effect of Topography on Water Sources in Mitigation Efforts of Pandean Teak Forest Fire Disaster, Karanganyar District, Ngawi Regency, Central Java Province

Muhammad Faqih Syarif Husen^{1*}, Dwi Indah Purnamawati¹, Miftahussalam²

^{1,2,3} Teknik Geologi-FTM, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta 55222

*E-mail: faqihalhusen49@gmail.com

Naskah diterima: 3 Oktober 2019, direvisi: 7 November 2019, disetujui: 30 Maret 2019

ABSTRAK

Daerah penelitian memiliki topografi perbukitan bergelombang sedang dengan kemiringan 2°-55° dengan elevasi hingga 170 mdpl. Terdapat 2 Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menjadi daerah tangkapan hujan yaitu DAS 1 yang terdiri dari 4 sub-DAS dan DAS 2 yang terdiri dari 5 sub-DAS. Penggunaan lahan sebagian besar hutan jati, ladang, sawah tadah hujan, dan pemukiman. Terdapat 2 lokasi usulan sarana Bendung pada daerah penelitian. Lokasi usulan Bendung 1 terletak pada Kali Pandean (07°17'26"LS - 111°11'45" BT) dusun Singkil Desa Pandean, pola pengaliran sungai sub-dendritik, lembah sungai berbentuk "V" dan sempit, kemiringan lereng 2°-35°, titik tertinggi sungai 158 mdpl, titik terendah 100 mdpl dan beda tinggi dari hulu ke hilir 58 m. Usulan Bendung 1 terletak pada DAS 2 yang meliputi sub-DAS II (254,93 ha), dan sub-DAS III (347,36 ha), dengan total luas daerah tangkapan air hujan 602,36 ha, debit air larian puncak pada periode 5 tahun curah hujan sebesar 39,92 m³/dt, lithologi tersusun atas napal perselingan batupasir karbonatan Kerek. Lokasi usulan Bendung 2 pada Sungai Sumurgung (07°19'12"LS - 111°11'51" BT) Desa Pandean, pola pengaliran sungai sub-dendritik, lembah sungai berbentuk "V" dan sempit, kemiringan lereng 8°-35°, titik tertinggi sungai 158 mdpl, titik terendah 68 mdpl dan beda tinggi 91 m. Lokasi ini terletak pada DAS 2 yang meliputi sub-DAS I (225,65 ha), sub-DAS II (254,93 ha), sub-DAS III (347,43 ha), sub-DAS IV (191,14 ha), dan sub-DAS V (214,55 ha), dengan total luas tangkapan air hujan 1233,70 ha dengan debit air larian puncak periode 5 tahun sebesar 61,87 m³/dt, lithologi tersusun atas napal Kalibeng.

Kata kunci: topografi, bendung, DAS, lithologi dan tangkapan air hujan.

ABSTRACT

The study area has a moderate bumpy hilly topography with a slope of 2 ° -55 ° and the elevation up to 170 masl. There are 2 Watersheds (DAS) which are the catchment area. Watersheds 1 consists of 4 sub-watersheds and DAS 2 consists of 5 sub-watersheds. The Land use is mainly teak forests, fields, rain-fed rice fields, and settlements. There are 2 locations of proposed Dam facilities in the study area. The location of the proposed dam 1 is located in the Pandean River (07 ° 17'26 "S - 111 ° 11'45" East) Singkil sub village Pandean Village, sub-dendritic river flowing patterns, the shape of river valley is "V" and narrow, slope 2 ° -35 °, the elevation of the river is 100 - 158 masl and the difference in height from upstream to downstream is 58 m. The proposed Dam 1 is located in watershed 2 which includes sub-watershed II (254.93 ha) and sub-watershed III (347.36 ha), with a total of rainwater catchment area is of 602.36 ha, the peak of runoff water flow over a 5-year period is 39.92 m3/sec, lithology is composed of marl interlocking sandstone carbonate Kerek. The Location of proposed Dam 2 on the Sumurgung River (07°19'12"S - 111°11'51"E) Pandean Village, sub-dendritic river flow patterns, the shape of river valley is "V" and narrow, slope 8°-35°, the elevation of the river is 68 - 158 masl and the height difference is 91 m. This location is located in watershed 2 which includes sub-watershed I (225.65 ha), sub-watershed II (254.93 ha), sub-watershed III (347.43 ha), sub-watershed IV (191.14 ha), and sub-watershed V (214.55 ha), with a total of rainwater catchment area is 1233.70 ha, the peak of runoff water flow over a 5-year period is 61.87 m3/sec, lithology is composed of Kalibeng marl.

Keywords: topography, dam, watershed, lithology and catchment area.

PENDAHULUAN

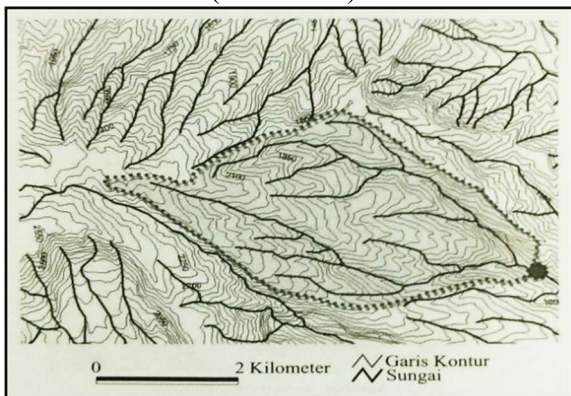
Pada daerah penelitian sebagian besar tataguna lahan merupakan wilayah hutan jati Perhutani yang berbasis ekonomi. Keberadaan hutan yang berdampingan dengan kehidupan masyarakat menjadi salah satu problema tersendiri, karena keberadaan hutan tidak hanya berdampak positif bagi kehidupan, akan tetapi hutan juga dapat menimbulkan suatu dampak negatif seperti terjadinya bencana kebakaran. Dibutuhkan ketersediaan air dalam jumlah banyak untuk persiapan penanganan kebakaran hutan, oleh karena itu dibutuhkan mitigasi secara struktural dengan menyediakan sarana penampung air dalam bentuk bendung pada beberapa titik sebaran hutan, maka diperlukan data pendukung yang berkaitan dengan geologi, geohidrologi, pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS), identifikasi topografi, dan curah hujan

TINJAUAN PUSTAKA

a. Topografi

Topografi memperlihatkan relief permukaan, model tiga dimensi, dan identifikasi jenis lahan. Keadaan relief topografi akan mempengaruhi sistem pengaliran (*drainage pattern*) suatu daerah, kondisi hidrologi, dan daerah tangkapan air hujan.

Identifikasi peta topografi digunakan dalam identifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS), bentuk topografi perbukitan pada sekeliling penyaluran sungai menjadi batas dari suatu DAS (Gambar 1).



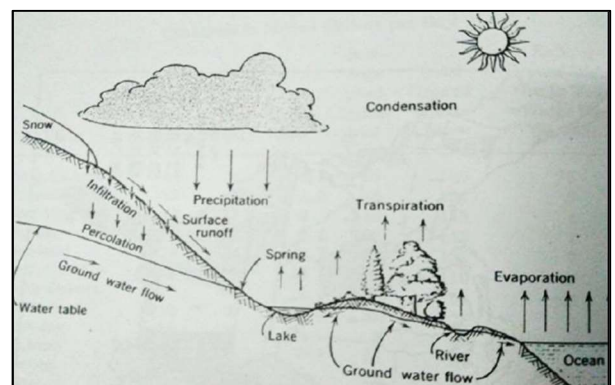
Gambar 1 Identifikasi dan penarikan batas DAS pada peta topografi (Indarto, 2016)

Luas suatu DAS sangatlah relatif tergantung dari luas tangkapan air hujan (*catchment area*) yang berkontribusi menghasilkan aliran air, luas DAS dapat mencakup beberapa kilometer persegi hingga ratusan kilometer persegi.

b. Siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.

Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Air yang jatuh ke permukaan tanah sebagian akan terinfiltrasi ke dalam tanah, air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan-cekungan permukaan tanah, untuk kemudian mengalir di atas permukaan menuju tempat yang lebih rendah (*runoff*) (Gambar 2).



Gambar 2 Siklus Hidrologi (Todd,1980)

c. Air larian (*surface runoff*)

Air larian (*surface runoff*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau dan lautan (Asdak, 2014). Air yang jatuh di atas permukaan tanah akan terserap (infiltrasi) ke dalam tanah, ketika tanah telah jenuh air, air tersebut akan kembali ke permukaan dan

mengalir ke permukaan yang lebih rendah hal ini yang dinamakan air larian (*runoff*). Beberapa faktor yang mempengaruhi air larian, yaitu:

- 1). Lama waktu hujan
- 2). Intensitas
- 3). Penyebaran hujan
- 4). Daerah Aliran Sungai (DAS)

d. Koefisien air larian (C).

Koefisien air larian (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Secara matematis air larian adalah koefisien air larian (C) = air larian (mm)/curah hujan (mm).

f. Prakiraan air larian (metode rasional)

Metode prakiraan merupakan suatu metode yang digunakan untuk perhitungan besar air larian dengan praktis, berlaku untuk suatu wilayah sub-DAS kecil yang memiliki luas kurang dari beberapa ratus hektar (ha) dengan mempertimbangkan komponen-komponen tataguna lahan, dalam kasus DAS yang memiliki ukuran lebih besar harus di bagi menjadi sub-DAS.

Penggunaan metode ini umumnya untuk menentukan perkiraan besar Q_p dan Q_{ave} untuk digunakan pada perancangan bangunan pencegah banjir, erosi dan sedimentasi dan perancangan bendungan

Rumus persamaan metode rasional

$$Q = 0,0028 C i A$$

Q = Air larian(debit) puncak (m^3 /dt)
 C = Koefisien air larian
 I = intensitas hujan (mm/jam)
 A = Luas wilayah DAS (ha)

Angka koefisien C merupakan bilangan perbandingan laju debit puncak dengan intensitas hujan dan merupakan bilangan tanpa satuan. Perkiraan besar kecilnya koefisien C untuk berbagai macam vegetasi di area DAS menunjukkan bahwa angka koefisien C tersebut ditentukan oleh laju infiltrasi, keadaan penutup lahan, dan intensitas hujan.

Tabel 1 Angka koefisien air larian C untuk DAS dengan tanah kelompok B (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Keadaan hidrologi dan penutup lahan	Koefisien C untuk laju curah hujan		
	25 mm/jam	100 mm/jam	200 mm/jam
Buruk, tanaman dlm. jajaran	0,63	0,65	0,66
Baik, tanaman dlm. jajaran	0,47	0,56	0,62
Buruk, tanaman padi-padian	0,38	0,38	0,38
Baik, tanaman padi-padian	0,18	0,21	0,22
Baik rumput dlm. rotasi	0,29	0,36	0,39
Baik, padang rumput	0,02	0,17	0,23
Baik tanah berhutan	0,02	0,10	0,15

Tabel 2 Faktor-faktor konversi kelompok tanah dalam suatu DAS (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Keadaan hidrologi dan penutup lahan	Faktor untuk mengubah tetapan C dari tanah kelompok B menjadi		
	Kelompok A	Kelompok C	Kelompok D
Baik, tanaman dlm. jajaran	0,86	1,09	1,14
Buruk, tanaman padi-padian	0,86	1,11	1,16
Baik, tanaman padi-padian	0,84	1,11	1,16
Baik rumput dlm. rotasi	0,81	1,13	1,18
Baik, padang rumput	0,64	1,21	1,31
Baik tanah berhutan	0,45	1,27	1,40

Tabel 3 Faktor-faktor konversi kelompok tanah dalam suatu DAS (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Kelompok tanah	Keterangan (mm/jam)	Laju infiltrasi
A	Potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.	8-12
B	Potensi air larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. tekstur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang.	4-8
C	Potensi air larian sedang, tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah	1-4
D	Potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi rendah	0-1

Berikut persamaan matematik Kirpich, 1990 dalam Asdak, 2014:

$$T_c = 0,00195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

Untuk menghitung Q_p diperlukan intensitas hujan dengan waktu periode ulang tertentu dan lama waktu hujan sama dengan T_c , digunakan rumus berikut:

$$i_p = \left\{ \frac{\text{curah hujan (mm)}}{T_c \text{ (menit)}} \times 60 \text{ menit/jam} \right\}$$

Nilai koefisien C pada DAS yang terbagi atas beberapa sub-DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = \left(\frac{A_1}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A_2}{\Sigma A} \right) \times a'$$

- C = Koefisien air larian
- A_1 = Luas sub-DAS 1
- A_2 = Luas sub-DAS 2
- ΣA = $x + x'$ = luas total wilayah DAS
- a = Koefisien vegetasi 1
- a' = koefisien vegetasi 2
- b = faktor kelompok tanah

METODOLOGI

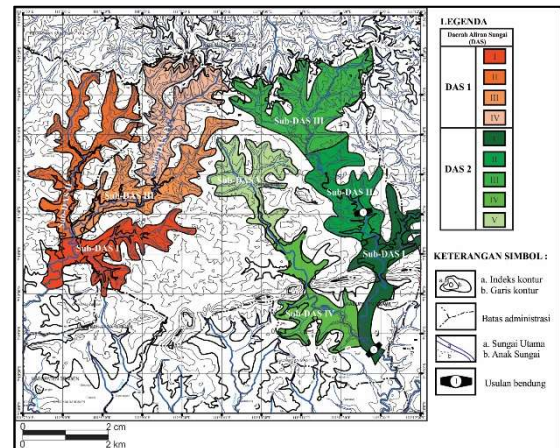
Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan melakukan studi pustaka berupa literatur terkait, jurnal ilmiah, buku, dan data pendukung lainnya. Kemudian melakukan identifikasi topografi, citra DEM, peta kelereng dan tataguna lahan. Sedangkan data primer berupa data hasil survei lapangan berupa data kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), stadia sungai, jenis sungai dan analisa daerah tangkapan air hujan pada morfologi sekitar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada wilayah Desa Pandean dan sekitarnya, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa timur. Pengambilan data dilakukan pada dua sungai yaitu Kali Pandean ($07^{\circ}17'26''\text{LS} - 111^{\circ}11'45''\text{BT}$) dan Sungai Sumurgung ($07^{\circ}19'12''\text{LS} - 111^{\circ}11'51''\text{BT}$).

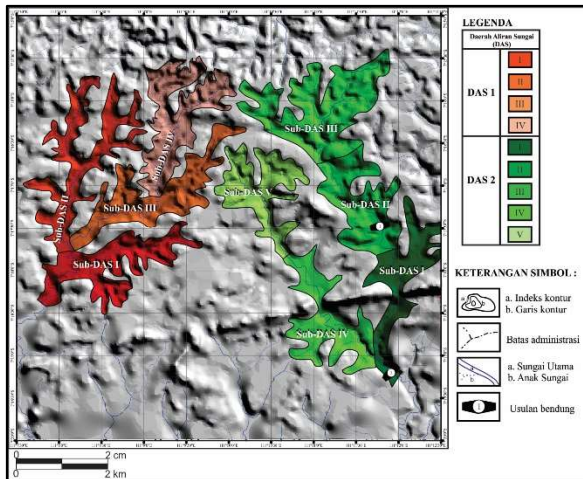
a. Identifikasi Topografi

Dalam identifikasi topografi daerah penelitian merupakan daerah dengan relief perbukitan bergelombang sedang dengan kemiringan lereng 2° - 55° , titik elevasi tertinggi hingga 170 mdpl. Penggunaan lahan sebagian besar adalah hutan jati Perhutani, ladang, sawah tadah hujan, dan pemukiman. Identifikasi yang dilakukan menggunakan peta topografi, dan *Digital Elevation Model* (DEM) secara kuantitatif mengenai daerah tangkapan air hujan atau Daerah Aliran Sungai (DAS). Relief perbukitan pada daerah sekitar aliran sungai merupakan batas DAS dan area tangkapan air (Gambar 3).



Gambar 3. Identifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan topografi

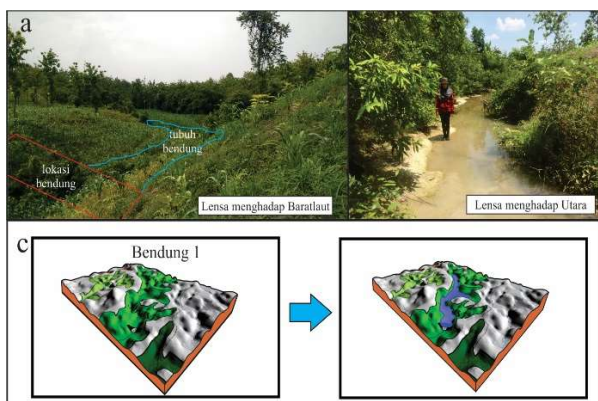
Batas DAS dapat ditentukan oleh batas-batas punggung dan lembah, di mana tempat air yang jatuh pada setiap lokasi tersebut mengalir pada bagian hulu DAS melalui anak-anak sungai menuju sungai utama sampai akhirnya keluar melalui titik *outlet*. Selain dengan menggunakan peta topografi, batas DAS dapat ditarik menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) sehingga dapat terlihat lebih detil gambaran punggung dan lembah sungainya (Gambar 4).



Gambar 4. Identifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS) menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM)

1) Lokasi usulan Bendung 1

Lokasi usulan Bendung 1 terletak pada Kali Pandean, Dusun singkil, Desa Pandean tepatnya pada kordinat $07^{\circ}17'26''$ LS - $111^{\circ}11'45''$ BT, pola pengaliran pada lokasi ini termasuk pola pengaliran sub-dendritik, dengan kondisi lembah sungai berbentuk “V” dan sempit, kemiringan lereng 2° - 35° . Lokasi Bendung 1 terletak pada DAS 2 terdiri dari 2 sub-DAS yaitu sub-DAS II dan sub-DAS III yang memiliki daerah tangkapan air hujan yang cukup luas 602,36 ha. Dengan tataguna lahan pada DAS didominasi oleh hutan jati dan sedikit penggunaan tataguna lainnya seperti pemukiman, sawah tadah hujan dan ladang. Kondisi litologi pada lokasi ini tersusun atas napal perselingan batupasir karbonatan Kerek (Gambar 5).



Gambar 5. Lokasi usulan Bendung 1 yang terletak pada Kali Pandean di sekitar LP 139 a. kenampakan morfologi tubuh bendung, b. Lembah Kali Pandean

berbentuk “V” dan sempit, c. Model 3D lokasi usulan bendung dan rencana genangan (DEM)

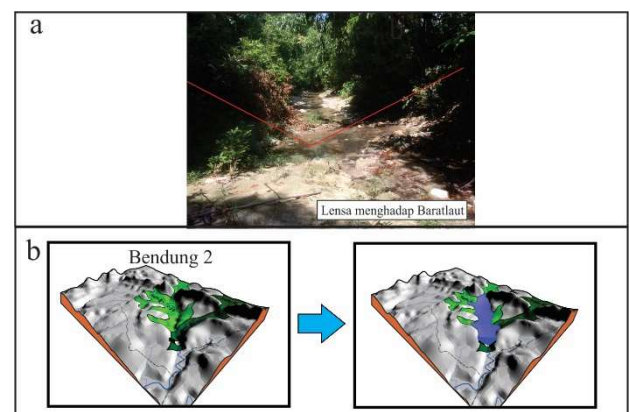
Tabel 4. Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) pada usulan Bendung 1

DAS 2	Luas	Panjang sungai	Titik tertinggi sungai	Titik terendah sungai	Beda tinggi titik tinggi dan terendah	Kemiringan hulu ke hilir
Sub-DAS II	254,93 ha					
Sub-DAS III	347,43 ha					
jumlah	602,36 ha	7642,85 m	158 mdpl	100 mdpl	58 m	0,22 %

2) Lokasi usulan Bendung 2

Lokasi usulan Bendung 2 terletak pada Sungai Sumurgung Desa Pandean tepatnya pada kordinat $07^{\circ}19'12''$ LS - $111^{\circ}11'51''$ BT, pola pengaliran Sungai Sumurgung termasuk pada pola pengaliran sub-dendritik, dengan kondisi lembah sungai berbentuk “V” dan sempit, merupakan jenis sungai yang mengalir sepanjang tahun dengan debit air kecil pada musim kemarau, memiliki kemiringan lereng 8° - 35° .

Lokasi bendung 2 terletak pada DAS 2 yang terdiri dari 5 sub-DAS dan memiliki daerah tangkapan air hujan yang cukup luas 1233,70 ha. Dengan tataguna lahan pada DAS didominasi oleh hutan jati, sawah tadah hujan dan sedikit penggunaan tataguna lahan pemukiman dan ladang. kondisi litologi pada lokasi ini tersusun atas napal Kalibeng (Gambar 6).



Gambar 6. Lokasi usulan Bendung 2 yang terletak pada Sungai Sumurgung di sekitar LP 198 a. Lembah Sungai Sumurgung yang berbentuk “V”, b. Model 3D lokasi usulan bendung dan rencana genangan (DEM)

Tabel 5. Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) pada usulan Bendung 2

DAS 2	Luas	Panjang sungai	Titik tertinggi sungai	Titik terendah sungai	Beda tinggi titik tinggi dan terendah	Kemiringan hulu ke hilir
Sub-DAS I	225,65 ha					
Sub-DAS II	254,93 ha					
Sub-DAS III	347,43 ha					
Sub-DAS IV	191,14 ha					
Sub-DAS V	214,55 ha					
jumlah	1233,70 ha	55070,6 m	158 mdpl	68 mdpl	91 m	0,10 %

b. Identifikasi ketersediaan air

Untuk memenuhi atau menyediakan ketersediaan air dalam upaya mitigasi bencana kebakaran hutan, selain mengidentifikasi topografi untuk titik lokasi penampung air (bendung), juga diperlukan prakiraan ketersediaan debit air untuk memenuhi sarana tersebut.

Identifikasi yang dilakukan berdasarkan aspek-aspek topografi di mana daerah tangkapan air hujan pada daerah DAS sangat berpengaruh terhadap debit puncak air larian yang dihasilkan, pada identifikasi ini digunakan data curah hujan periode 5 tahun 2009-2013 (Tabel 6). Metode yang digunakan dengan prakiraan air larian (metode rasional) yang diusung oleh U.S Soil Conservation Servis, 1973.

Tabel 6. Data curah hujan periode 5 tahun (2009-2013) (Dinas PU Pengairan, Pertambangan dan Energi Kabupaten Ngawi)

Bulan	Curah hujan					Rata-rata 5 tahun
	Tahun					
	2009	2010	2011	2012	2013	
Januari	28,01	23,45	21,92	20,38	23,19	
Februari	26,88	27,41	16,29	8,13	13,11	
Maret	29,56	27,34	25,43	5,89	10,57	
April	14,12	22,08	23,18	5,98	10,92	
Mei	14,56	21,04	22,9	1,96	6,44	
Juni	18,95	15,43	1,17	1,77	5,75	
Juli	19,4	14,31	13,36	0	0	
Agustus	0	12,89	0	0	0	
September	0	21,82	9,03	0	0	
Oktober	17,9	26,83	2,38	2,88	2,78	
November	24,86	19,51	11,58	7,65	8,36	
Desember	18	23,82	11,22	10,81	12,91	
Rata-rata	17,68	21,32	13,2	5,45	7,83	13,096

Pada perhitungan prakiraan air larian (metode rasional) dapat menentukan besar air larian dengan praktis, berlaku untuk suatu wilayah sub-DAS kecil yang memiliki luas

kurang dari beberapa ratus hektar (ha) dengan mempertimbangkan komponen-komponen tataguna lahan. Untuk memperkirakan air larian puncak (*peak runoff*, Qp), maka dari itu dari 2 DAS yang diperoleh harus dibagi menjadi beberapa sub-DAS sebagai syarat perhitungan metode ini. Pembobotan nilai tataguna lahan dan klasifikasi jenis tanah pada lingkungan DAS juga menjadi parameter nilai koefisien C yang berpengaruh terhadap lajur infiltrasi air yang mengalir.

Perhitungan debit air larian puncak pada setiap usulan bendung yang di ajukan akan menghasilkan nilai debit puncak yang berbeda, karena dipengaruhi karakteristik DAS berupa luas daerah tangkapan air, panjang sungai, dan beda tinggi daerah hulu ke hilir. Sehingga di hasilkan Tc (*time of concentration*) lamanya waktu air larian mengalir dari titik jauh ke titik terendah pada sungai utama. Penggunaan data curah hujan dan waktu lama air larian mengalir akan menentukan seberapa besar intensitas curah hujan (ip) yang dihasilkan dalam satuan mm/jam pada periode 5 tahun, kemudian setelah didapatkannya nilai koefisien C dan intensitas curah hujan (ip) maka bisa diperkirakan debit air larian puncak dengan persamaan metode rasional.

Tabel 1 Angka koefisien air larian C untuk DAS dengan tanah kelompok B (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Keadaan hidrologi dan penutup lahan	Koefisien C untuk laju curah hujan		
	25 mm/jam	100 mm/jam	200 mm/jam
Buruk, tanaman dlm. jajaran	0,63	0,65	0,66
Baik, tanaman dlm. jajaran	0,47	0,56	0,62
Buruk, tanaman padi-padian	0,38	0,38	0,38
Baik, tanaman padi-padian	0,18	0,21	0,22
Baik rumput dlm. rotasi	0,29	0,36	0,39
Baik, padang rumput	0,02	0,17	0,23
Baik tanah berhutan	0,02	0,10	0,15

Tabel 2 Faktor-faktor konversi kelompok tanah dalam suatu DAS (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Keadaan hidrologi dan penutup lahan	Faktor untuk mengubah tetapan C dari tanah kelompok B menjadi		
	Kelompok A	Kelompok C	Kelompok D
Baik, tanaman dlm. jajaran	0,86	1,09	1,14
Buruk, tanaman padi-padian	0,86	1,11	1,16
Baik, tanaman padi-padian	0,84	1,11	1,16
Baik rumput dlm. rotasi	0,81	1,13	1,18
Baik, padang rumput	0,64	1,21	1,31
Baik tanah berhutan	0,45	1,27	1,40

Tabel 3 Faktor-faktor konversi kelompok tanah dalam suatu DAS (Horn dan Schwab, 1963 dalam Asdak, 2014)

Kelompok tanah	Keterangan (mm/jam)	Laju infiltrasi
A	Potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat. Laju infiltrasi tinggi.	8-12
B	Potensi air larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. tekstur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang.	4-8
C	Potensi air larian sedang, tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah	1-4
D	Potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi rendah	0-1

Berikut adalah perhitungan debit puncak air larian pada setiap usulan bendung yang diajukan:

1) Usulan Bendung 1

Diketahui pada lokasi Bendung 1 pada Kali Pandean koordinat 07°17'26"LS - 111°11'45"BT mempunyai luas DAS 602,36 ha dan panjang sungai 26138,21m yang terdiri dari 2 sub-DAS yaitu Sub-DAS II dan sub DAS III dengan luas masing-masing 254,93 ha dan 347,43 ha. Memiliki beda tinggi dari hulu kehilir 58 m, dengan curah hujan periode 5 tahun adalah 13,096mm. Dalam pembobotan nilai tataguna lahan diperlukan intensitas curah hujan (ip) yang sebelumnya harus menghitung lamanya waktu air larian mengalir (Tc), berikut perhitungan Tc :

$$Tc = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$Tc = 0,0195 \times 26138,21^{0,77} \times 58^{-0,385}$$

$$Tc = 10,29 \text{ menit}$$

Tc = waktu konsentrasi

L = panjang maksimum aliran

S = beda ketinggian antara titik pengamatan terjauh pada DAS

Selanjutnya mencari nilai intensitas curah hujan (ip)

$$ip = \left\{ \frac{\text{curah hujan (mm)}}{Tc \text{ (menit)}} \times 60 \text{ menit/jam} \right\} = \dots \text{ mm/jam}$$

$$ip = \left\{ \frac{13,096 \text{ (mm)}}{10,29 \text{ (menit)}} \times 60 \text{ menit/jam} \right\} = 76,36 \text{ mm/jam}$$

Dari hasil perhitungan Tc = 10,29 menit didapatkan intensitas curah hujan 76,36 mm/jam, maka dapat ditarik pada (Tabel 1) pembobotan nilai koefisien C penggunaan tataguna lahan ladang dengan tanaman pangan berjajar, praktek bercocok tanam baik, dan tanah hutan masing-masing adalah 0,56 dan 0,10. Pada wilayah DAS sekitar usulan Bendung 1 tersusun atas litologi dari hulu ke hilir napal Kalibeng dan napal perselingan batupasir karbonatan kerek, menunjukkan lajur infiltrasi yang berbeda sehingga dimasukkan pada klasifikasi tanah C ke B (Tabel 3). Faktor koreksi hidrologi dari tanah kelompok C ke B adalah 1,09 (Tabel 2), kemudian nilai koefisien C dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = \left\{ \left(\frac{A1}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A2}{\Sigma A} \right) \times a' \right\}$$

$$C = \left\{ \left(\frac{254,93}{602,36} \right) \times 0,56 \times 1,09 + \left(\frac{347,43}{602,36} \right) \times 0,10 \right\}$$

$$C = 0,31$$

Keterangan

C = koefisien air larian

a = koefisien vegetasi 1

a' = koefisien vegetasi 2

b = faktor kelompok tanah

A1 = Luas sub-DAS 1

A2 = Luas sub-DAS 2
 $\Sigma A = x + x' =$ luas total wilayah DAS

Kemudian setelah didapatkan nilai koefisien C dan intensitas curah hujan (ip), debit puncak aliran air larian dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = 0,0028 C i A$$

$$Q = 0,0028 \times 0,31 \times 76,36 \times 602,36$$

$$Q = \mathbf{39,92 \text{ m}^3/\text{dt}}$$

Keterangan

- Q = Air larian(debit) puncak (m^3/dt)
- C = Koefisien air larian
- i = intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas wilayah DAS (ha)

2) Usulan Bendung 2

Diketahui pada lokasi Bendung 2 pada Sungai Sumurgung koordinat 07°19'12"LS - 111°11'51" BT mempunyai luas DAS 1233,70 ha dan panjang sungai 55070,60 m yang terdiri dari beberapa Sub-DAS (Tabel 7).

Tabel 7. Luas sub-DAS pada usulan Bendung 2

No	Luas sub-DAS (ha)
1	225,65 ha
2	254,93 ha
3	347,43 ha
4	191,14 ha
5	214,55 ha

Memiliki beda tinggi dari hulu kehilir 91 m, dengan curah hujan periode 5 tahun adalah 13,096 mm. Pembobotan nilai tataguna lahan yang akan dilakukan diperlukan data nilai intensitas curah hujan (ip) yang sebelumnya harus menghitung lamanya waktu air larian mengalir (Tc), berikut perhitungan Tc :

$$Tc = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$Tc = 0,0195 \times 55070,60^{0,77} \times 91^{-0,385}$$

$$Tc = \mathbf{15,35 \text{ menit}}$$

dimana:

- Tc = waktu konsentrasi
- L = panjang maksimum aliran

S = beda ketinggian antara titik pengamatan terjauh pada DAS

Selanjutnya mencari nilai intensitas curah hujan (ip)

$$ip = \left\{ \frac{\text{curah hujan (mm)}}{Tc (\text{menit})} \times 60 \text{ menit/jam} \right\} = \dots$$

$$\text{mm/jam}$$

$$ip = \left\{ \frac{13,096 (\text{mm})}{15,35 (\text{menit})} \times 60 \text{ menit/jam} \right\} = \mathbf{51,18 \text{ mm/jam}}$$

Dari hasil perhitungan Tc = 15,35 menit didapatkan intensitas curah hujan 51,18 mm/jam, maka dapat ditarik pada (Tabel 1) pembobotan nilai koefisien C penggunaan tatagunalahan ladang dengan tanaman padi-padian, praktek bercocok tanam buruk, dan tanah hutan masing-masing adalah 0,38 dan 0,02. Pada wilayah DAS sekitar usulan bendung 2 tersusun atas litologi dari hulu ke hilir napal Kalibeng dan napal perselingan batupasir karbonatan Kerek, menunjukkan lajur infiltrasi yang berbeda sehingga dimasukkan pada klasifikasi tanah C ke B (Tabel 3). Faktor koreksi hidrologi dari tanah kelompok C ke B adalah 1,11 (Tabel 2), kemudian nilai koefisien C dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = \left\{ \left(\frac{A_1}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A_2}{\Sigma A} \right) \times a' \right\} + \left\{ \left(\frac{A_2}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A_3}{\Sigma A} \right) \times a' \right\} + \left\{ \left(\frac{A_3}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A_4}{\Sigma A} \right) \times a' \right\} + \left\{ \left(\frac{A_4}{\Sigma A} \right) \times a \times b + \left(\frac{A_5}{\Sigma A} \right) \times a' \right\}$$

$$C = \left\{ \left(\frac{225,65}{1233,70} \right) \times 0,38 \times 1,11 + \left(\frac{254,93}{1233,70} \right) \times 0,02 \right\} + \left\{ \left(\frac{254,93}{1233,70} \right) \times 0,38 \times 1,11 + \left(\frac{347,43}{1233,70} \right) \times 0,02 \right\} + \left\{ \left(\frac{347,43}{1233,70} \right) \times 0,38 \times 1,11 + \left(\frac{191,14}{1233,70} \right) \times 0,02 \right\} + \left\{ \left(\frac{191,14}{1233,70} \right) \times 0,38 \times 1,11 + \left(\frac{214,55}{1233,70} \right) \times 0,02 \right\}$$

$$C = 0,08 + 0,09 + 0,12 + 0,06$$

$$C = \mathbf{0,35}$$

Keterangan

- C = koefisien air larian

$\Sigma A = x + x' =$ luas total wilayah DAS
A1 = luas sub-DAS 1
A2 = luas sub-DAS 2
A3 = luas sub-DAS 3
A4 = luas sub-DAS 4
a = koefisien vegetasi 1
a' = koefisien vegetasi 2
b = faktor kelompok tanah
A5 = Luas sub-DAS 5

Kemudian setelah didapatkan nilai koefisien C dan intensitas curah hujan (ip), debit puncak aliran air larian dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = 0,0028 C i A$$
$$Q = 0,0028 \times 0,35 \times 51,18 \times 1233,70$$
$$Q = \mathbf{61,87 \text{ m}^3/\text{dt}}$$

Keterangan

Q = Air larian(debit) puncak (m^3/dt)
C = Koefisien air larian
i = intensitas hujan (mm/jam)
A = Luas wilayah DAS (ha)

KESIMPULAN

Topografi pada daerah penelitian sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air guna upaya mitigasi kebakaran, topografi daerah penelitian memiliki relief perbukitan bergelombang sedang dengan kemiringan 2° - 55° titik tertinggi hingga 170 mdpl, terdapat 2 Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu DAS 1 terdiri dari 4 sub-DAS dan DAS 2 terdiri dari 5 sub-DAS sebagai daerah tangkapan air hujan. Penggunaan tataguna lahan sebagian besar hutan jati, ladang, sawah tadah hujan, dan pemukiman. Atas dasar pertimbangan faktor-faktor tersebut diusulkan 2 lokasi sarana Bendung pada daerah penelitian, yaitu:

1. Lokasi usulan Bendung 1 terletak pada Kali Pandean Dusun Singkil Desa Pandean ($07^\circ 17' 26'' \text{LS} - 111^\circ 11' 45'' \text{BT}$), pola pengaliran sungai sub-dendritik, lembah sungai berbentuk "V" dan sempit, kemiringan lereng 2° - 35° , titik tertinggi sungai 158 mdpl, titik terendah 100 mdpl dan beda tinggi dari

hulu ke hilir 58 m. Usulan Bendung 1 terletak pada DAS 2 yang terdiri dari 2 sub-DAS dengan luas masing-masing yaitu sub-DAS II (254,93 ha), dan sub-DAS III (347,36 ha). Dengan total luas daerah tangkapan air hujan 602,36 ha dengan debit air larian puncak pada periode 5 tahun curah hujan sebesar $39,92 \text{ m}^3/\text{dt}$.

2. Lokasi usulan Bendung 2 pada Sungai Sumurgung Desa Pandean tepatnya pada koordinat $07^\circ 19' 12'' \text{LS} - 111^\circ 11' 51'' \text{BT}$, pola pengaliran sungai sub-dendritik, lembah sungai berbentuk "V" dan sempit, kemiringan lereng 8° - 35° , titik tertinggi sungai 158 mdpl, titik terendah 68 mdpl dan beda tinggi 91 m. lokasi ini terletak pada DAS 2 yang terdiri dari 5 sub-DAS dengan luas masing-masing yaitu sub-DAS I (225,65 ha), sub-DAS II (254,93 ha), sub-DAS III (347,43 ha), sub-DAS IV (191,14 ha), dan sub-DAS V (214,55 ha). Total luas tangkapan air hujan 1233,70 ha dengan debit air larian puncak periode 5 tahun sebesar $61,87 \text{ m}^3/\text{dt}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND yang telah memberikan izin penelitian ini. Serta ucapan terimakasih kepada warga masyarakat setempat yang dengan senang hati membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001. *Peta Rupa Bumi Digital Indonesia Lembar Mantingan* (1508-414) skala 1 : 25000, Bakosurtanal.
- Anonim, 2008, Peraturan Pemerintah No. 21 tahun 2008. BAB I Ketentuan Umum Mitigasi Bencana, Jakarta.
- Asdak, C., 2014, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta
- Datun, M., Hermanto, B., Sukandarrumidi, & Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi lembar Ngawi, Jawa, skala 1:100.000*.

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Indonesia
- Haris, A. M, Kumalawati, R, Arisanty, D., 2017. Identifikasi Faktor-Faktor Kerentanan Terhadap Kebakaran Hutan dan Lahan di Kecamatan Cintapuri Darussalam Kabupaten Banjar, *Jurnal Pendidikan Geografi Volume 4 no 4 Juli 2017 Hal-23-3*, Pendidikan Geografi Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Howard, A.D. 1967. Drainage Analysis in Geologic Interpretation, *AAPG Bulletin, vol.51*
- Indarto, 2016, *Hidrologi: Metode Analisis dan Tool Untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*, Bumi Aksara Group, Jakarta
- Suharyadi, Muchin, M., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., Asikin, S., Harsolumakso, A. H., Yulianto, I., 1984, *Geohidrologi: Ilmu Airtanah*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sukandarrumidi, 2010. *Bencana Alam dan Bencana Antropogene*. Kanisius, Yogyakarta
- Tood, D. K, 1980, *Groundwaer Hydrology*, John Willey & Sons., Inc.