

Teknosia

Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. II, No. 10, Tahun VI, September 2012

- | | |
|--|----|
| ▪ Added Influence "Oil Palm Coir Fiber" To Concrete Strenght. | 1 |
| Oleh <i>Mawardi, Teknik Sipil, UNIB</i> | |
| ▪ Analisis of Traffic Accident Rate in Bengkulu. | 10 |
| Oleh <i>Hardiansyah, Teknik Sipil UNIB</i> | |
| ▪ Analisa Performa Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas Merk <i>Caterpillar Type G3516</i> pada Kondisi Beban Puncak (Studi Kasus di PT. Pertamina EP Region Area Prabumulih-Sumatera Selatan | 18 |
| Oleh <i>Angky Puspawan, Teknik Mesin UNIB</i> | |
| ▪ Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dan Pengaruhnya terhadap Sedimentasi pada Sub Das Susup Kabupaten Bengkulu Tengah | 26 |
| Oleh <i>Decka Ronald Putra, Khairul Amri dan Muhammad Ali, Teknik Sipil UNIB</i> | |
| ▪ Pengenalan Pola Aksara KA-GA-NGA dengan Metode <i>Learning Vector Quantization (LVQ)</i> | 38 |
| Oleh <i>Naimah Lubis, Edy Hermansyah dan Desi Andreswari, Teknik Informatika UNIB</i> | |
| ▪ <i>Design Spesial Maintenance</i> Bangunan Daerah Irigasi Way Rilau Lampung Selatan | 48 |
| Oleh <i>Besferi, Teknik Sipil UNIB</i> | |
| ▪ Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dan Pengaruhnya terhadap Sedimentasi pada Sub-Das Lemau Kabupaten Bengkulu Tengah | 56 |
| Oleh <i>Afrizal Farianto dan Khairul Amri, Teknik SIPIL UNIB</i> | |
| ▪ Perancangan Pengendali Gerbang Otomatis Berbasis Mikro kontroller Menggunakan Fasilitas GSM pada Telepon Seluler | 69 |
| Oleh <i>Alex Swapati, Teknik Elektro UNIB</i> | |

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123

Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

ANALISIS CURAH HUJAN UNTUK PENDUGAAN DEBIT PUNCAK DAN PENGARUHNYA TERHADAP SEDIMENTASI PADA SUB-DAS LEMAU KABUPATEN BENGKULU TENGAH

Afrizal Farianto dan Khairul Amri

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Liman Bengkulu 38371 A

dunga_khairul@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine how large the peak discharge, erosion and sedimentation occurs in the Lemau by analyzing the rainfall data. Rainfall Analysis using Melchior Method is a kind of Hydrological Analysis purposed to estimate peak rate in various repeated periods. Peak rate Estimation by this method needs rainfall data for 22 years to be analyzed step by step, starting from Statistic Parameters, Distribution of frequency, Test of Distribution and programmed Rainfall, until the value of Time of Concentration (T_c) is found. Distribution model that is fitted to rainfall data is Log Normal distribution. Using the land use data and the characteristics of the River Basin, we can determine the value of Run off Coefficient (α) so that it was found that the run off Coefficient at Lemau River Basin was physically is very good, because between 0-1%. The two parameters (T_c and α) were used to determine the peak rate of River Basin. It was found that, the peak rate of Lemau river basin was 334.696 m³/second with rainfall Time of Concentration (T_c) 16,480 hours in area of 170.6 km² for 2 years. The value of total erosion in the can for 1.406.253,99 tones / year and sedimentation in the can for 111.090,0273 tons / year.

Key words : rainfall , peak siscark and sedimentation.

1. Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengkulu memiliki nilai konservasi yang sangat penting khususnya sebagai penyangga kehidupan masyarakat di kota Bengkulu. Kondisi ekosistem DAS Air Bengkulu saat ini mengalami degradasi akibat dari belum adanya konsep pengelolaan yang baik dan terpadu. Hulu DAS Air Bengkulu sebagai wilayah tangkapan air tidak lagi berfungsi sebagaimana mestinya. Konversi hutan menjadi pertanian dan perkebunan, praktik penebangan kayu ilegal di hutan lindung dan cagar alam, serta pola pertanian yang tidak konservatif adalah alasan-alasan utama meningkatnya erosi, sedimentasi dan fluktuasi debit sungai. Intensitas sedimentasi juga

diperparah oleh eksploitasi tambang batubara di dua lokasi di hulu DAS Air Bengkulu. industri dan tambang batubara.

Luas penutupan lahan pada Sub-DAS Lemau mencapai 52,037.26 ha. Sebagian besar lahan pada Sub-DAS Lemau adalah belukar muda dan perkebunan.

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (*suspensi*) atau mengendapnya material fragmental oleh air (Sumarto, 1987). Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi, dan memberikan dampak berupa pengendapan material sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadinya banjir pada musim hujan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari air di bumi, kejadian, sirkulasi dan distribusi, sifat-sifat kimia dan fisika dan reaksinya dengan lingkungan, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup. Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari sirkulasi air.

2.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses pengaliran air dan perubahannya menjadi uap air mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tiada henti-hentinya. Siklus hidrologi adalah perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut dan yang tidak pernah habis. Air tersebut akan tertahan sementara di sungai, danau/waduk, dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk lain. Dalam siklus hidrologi, energi panas menyebabkan terjadinya proses evaporasi (Asdak C., 2007).

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan unit hidrologi dasar. Bila kita memandang suatu sistem yang mengalir yang dapat diterapkan pada suatu daerah aliran sungai, maka akan nampak struktur sistem dari DAS tersebut. Daerah aliran sungai yang merupakan lahan total dan permukaan air yang dibatasi oleh suatu batas air, topografi dan dengan salah satu cara memberikan

sumbangan terhadap debit sungai pada suatu daerah. Daerah aliran sungai (DAS) diartikan sebagai bentang lahan yang dibatasi oleh pembatas topografi (*topography divide*), yang menangkap, menampung dan mengalirkan air hujan ke suatu *outlet* (Triatmodjo, 2008).

2.4 Curah Hujan

Hujan adalah sebuah *presipitasi* berwujud cairan, berbeda dengan presipitasi non-cair seperti *salju, batu es dan slit*. Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan Bumi (Asdak C., 2007).

2.5 Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan Sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terdapat di tempat lain (Suripin, 2010). Terjadinya erosi dan sedimentasi menurut Suripin (2010) dalam Sucipto (2008) tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal, dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai.

Besarnya perkiraan hasil sedimen menurut Asdak C.2007 dapat ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$Y = E (SDR) Ws$$

Dimana:

- Y = Hasil sedimen per satuan luas
 E = Erosi Jumlah
 Ws = Luas Daerah Aliran Sungai.
 SDR = *Sediment Delivery Ratio* (Nisbah Pelepasan Sedimen)

Untuk menghitung perkiraan besarnya erosi yang terjadi di suatu DAS dapat digunakan metode *USLE*, menurut Asdak C. (2007) dengan formulasi:

$$E = R.K.L.S.C.P$$

dimana:

- E = perkiraan besarnya erosi jumlah (ton/ha/tahun)
 R = faktor erosivitas hujan
 K = faktor erodibilitas lahan
 L.S = faktor panjang – kemiringan lereng
 C = faktor tanaman penutup lahan atau pengelolaan tanaman
 P = faktor tindakan konservasi lahan

Berdasarkan data curah hujan bulanan, faktor erosivitas hujan (R) dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan (Asdak C.,2007).

$$R = 2.21 P^{1.36}$$

dimana:

- R = indeks erosivitas
 P = Curah hujan bulanan (cm)

2.6 Analisis Frekuensi

2.6.1 Distribusi Normal

$$P'(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Dimana:

- P'(X) = fungsi densitas peluang normal
 X = Variabel acak kontinu
 μ = Rata-rata nilai X
 σ = simpangan baku dari X

2.6.2 Distribusi Log Normal

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot s$$

Dimana:

- Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
 \bar{Y} = Nilai rata-rata hitung sampel
 K_T = Faktor frekuensi
 s = Deviasi standart nilai sampel

2.6.3 Distribusi Gumbel

$$X = \bar{X} + s.K$$

Dengan:

- \bar{X} = Nilai rata-rata atau mean
 s = Deviasi standart

2.6.4 Uji Kecocokan

1. Uji *Chi-Square*
2. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

2.6.5 Koefisien Limpasan

$$\alpha_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana:

- A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i
 α_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i
 n = Jumlah jenis penutup lahan

2.7 Waktu konsentrasi

Dalam metode melchior untuk memperkirakan waktu konsentrasi dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_c = 0,186.LQ^{-0,2}I^{-0,4}$$

Dimana:

- T_c = Waktu Konsentrasi dalam jam
 L = Panjang Sungai dalam Km
 Q = Debit Puncak m^3/d
 I = Kemiringan Rata-rata Sungai

2.8 Metode Rasional Melchior

Besarnya debit puncak menurut metoda melchior dinyatakan dengan

persamaan sebagai berikut :

$$Q_p = \alpha \beta q_u A$$

Dimana:

Q_p = Debit Puncak maksimum (m^3/dtk)

β = koefisien pengurangan luas daerah hujan

α = koefisien pengaliran/limpasan

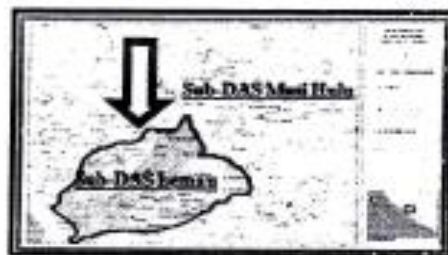
q_u = Curah Hujan dengan Periode Ulang ($m^3/dtk.km^2$)

A = luas daerah pengaliran (km^2).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sub-DAS Lemau Desa Paku Haji Kecamatan Pondok Kelapa, Bengkulu Tengah. Lokasi tinjauan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera VII Kementerian Pekerjaan Umum Provinsi Bengkulu

Gambar 3.1 Peta Sub-DAS Masi Hulu Lemau

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Pengumpulan data

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari instansi terkait, mempelajari buku, kumpulan jurnal atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas yang diperlukan adalah data Primer dan data Sekunder.

3.1.1 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan curah hujan harian maksimum.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah di urutkan dari kecil ke besar.
3. Lakukan Pengujian *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogrov* untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih sudah tepat.
4. Menentukan waktu konsentrasi
5. Menghitung debit puncak.
6. Menghitung besar erosi total.
7. Menghitung besar sedimentasi.

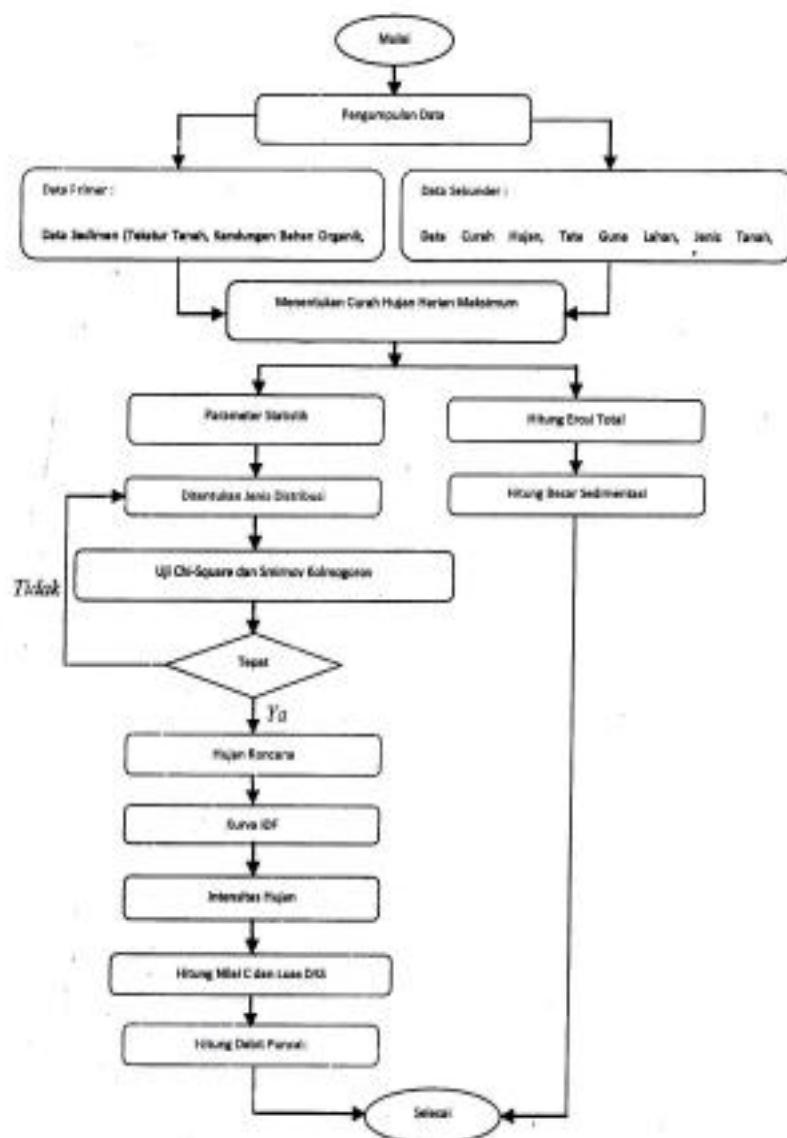
3.2.2 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini antara lain:

1. Dilakukan penentuan parameter statistik dari data curah hujan maksimum.
2. Penentuan pola distribusi yang tepat diantara Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Person Type III. Rumus umum yang digunakan $X_T = \bar{X} + K_T S$.
3. Dilakukan pengujian distribusi dengan Uji *Smirnov-Kolmogorov* dan Uji *Chi-Square*.
4. Penentuan debit puncak (Q_p) : $Q_p = 0,278 . C . I . A$
5. Penentuan besar erosi total $E = R.K.L.S.C.P$
6. Penentuan besar sedimen $Y = E (SDR) Ws$.

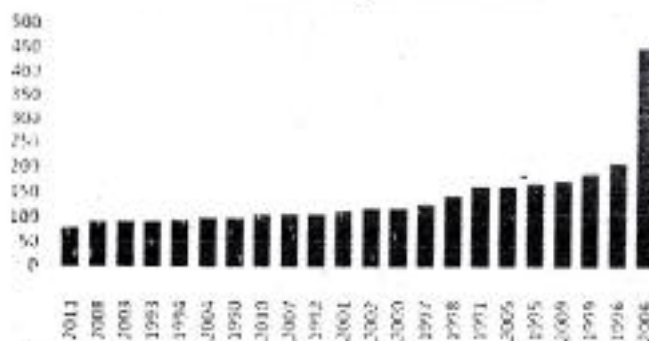
3.3. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Untuk mempermudah proses penelitian terlebih dahulu membuat bagan alir penelitian seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir pelaksanaan penelitian

Grafik Curah Hujan Tahunan



Gambar 4.1 Grafik curah hujan tahunan

Tabel 4.1 Parameter statistik untuk menentukan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan
1.	Normal	$(x^- + s) = 62,87 \%$	$(x^- + s) = 81,52 \%$
		$(x^- + 2s) = 95,23 \%$	$(x^- + 2s) = 86,36 \%$
		$C_1 \approx 0$	$C_1 = 3,227$
		$C_2 \approx 3$	$C_2 = 15,247$
2.	Log Normal	$C_1 = C_1^2 + 3C_2$	1,7774
		$C_2 = C_1^3 + 6C_1^2 + 15C_1 + 16C_2^2 + 3$	9,0753
3.	Gumbel	$C_1 = 1,14$	3,2270
		$C_2 = 5,4$	15,247
4.	Log Person III	Selain nilai diatas	

Sumber : Triatmodjo, Hasil Perhitungan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kondisi Sub DAS Lemau

Sub-DAS Lemau merupakan salah satu Sub-DAS yang berada dalam wilayah administratif kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu. Secara geografis daerah kajian terletak pada $102^{\circ}12'7.85''$ - $102^{\circ}38'39.053''$ bujur timur dan pada $3^{\circ}16'28.703''$ - $3^{\circ}43'31.324''$ Lintang Selatan. Pada saat ini terjadi perubahan aliran, dimana Sub-DAS Musi Hulu yang semula mengalir kesungai musu dan selanjutnya bermuara di bagian timur bagian pantai Sumatra, kini kurang 80% berubah arah menuju ke sungai Lemau yang selanjutnya bermuara di pantai barat Sumatra.

4.2 Analisis Curah Hujan

4.2.1 Curah Hujan Harian Maksimum

Penentuan besarnya curah hujan rencana yang terjadi di daerah pengaliran Sub DAS Lemau memerlukan data curah hujan

harian selama beberapa tahun terakhir pada stasiun penakar hujan terdekat. Data curah hujan harian yang digunakan diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VII kementrian pekerjaan umum provinsi Bengkulu yang merupakan data curah hujan harian selama 22 tahun terakhir (1990-2011) dari stasiun penakar hujan Batu Raja, Kabupaten Bengkulu Tengah.

4.2.2 Penentuan Pola Distribusi Hujan

1. Rata-rata : Rata-rata : $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} =$

$$\frac{3150,08}{22} = 143,185$$

2. Simpangan Baku :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1251986}{22-1}} = 77,211$$

3. Koefisien Variasi :

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{77,211}{143,185} = 0,539$$

4. Koefisien Skewness :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{28362417,01}{(22-1)(22-2)(77,211)^3} = 3,227$$

5. Koefisien kurtosis :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{8934454884}{(22-1)(22-2)(22-3)(77,211)^4} = 15,247$$

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa parameter statistik dari data tidak ada yang sesuai untuk distribusi normal, log normal, dan gumbel, sehingga kemungkinan data yang ada mengikuti distribusi log Pearson III.

4.2.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Setiap Distribusi mempunyai sifat yang khas, sehingga data curah hujan di uji kecocokannya dengan metode *Chi-Square* dan *Smirnov Kolmogorov*. Pemilihan distribusi yang tidak benar dapat menimbulkan kesalahan perkiraan yang cukup besar, baik *Over estimate* maupun *Under estimate*.

a. Uji *Chi-Square*

Uji *Chi-Square* di bawah ini mewakili dari keempat distribusi yang di uji.

DK=Derajat Kebebasan, DK = K-R-1

R =2

K = Sub kelompok data (keles) = 6

$\chi^2_{tabel} = 1.364$

$\chi^2_{tabel 5\%} = 7,85$ (Peluang 5%) (diperoleh dari tabel nilai Chi Kuadrat kritik)

$\chi^2_{tabel 1\%} = 11,345$ (Peluang 1%)

DK = 6-2-1 = 3

$\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel 5\%}$, maka semua metode Distribusi dapat diterima untuk menganalisa frekuensi curah hujan.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Nilai dari setiap distribusi yang didapat di bandingkan berdasarkan tabel Nilai kritis Do untuk uji smirnov kolmogorov dengan jumlah data (n) = 22 tahun. Dari tabel diperoleh nilai :

Do (1%) = 0,323, Do (5%) = 0,278

$D_{maks} < D_{tabel 5\%}$, maka metode Distribusi Log Normal dan Distribusi Normal dapat diterima. Apabila pada setiap distribusi Ho diterima, maka jenis distribusi yang di ambil adalah yang mempunyai nilai paling kecil.

4.3 Curah Hujan Rencana

Hasil perhitungan hujan rancangan ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hujan Rancangan berbagai periode Ulang

Kala Ulang	Nilai Log 3/s	Nilai s	KT	Log 3/s	X rancangan
2	2,1191	0,5488	0,8000	2,1228	112,6793
5	2,1191	0,5488	0,8400	2,2208	190,9400
10	2,1191	0,5488	1,2800	2,3215	288,8524
25	2,1191	0,5488	1,8900	2,4485	379,5760
50	2,1191	0,5488	2,8500	2,5441	483,0257
100	2,1191	0,5488	3,8000	2,5977	586,0503

4.4 Analisa Tata guna Lahan

Untuk data tata guna lahan Sub DAS Bengkulu Hilir diperoleh dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ketahun (BP DAS Ketahun) yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel penutupan lahan

No Penutupan Lahan		Luas	
		Ha	%
1	Belukar muda	709.61	1.364
2	Belukar muda dan karet	8,644.94	1.364
3	Belukar muda dan kebun	9,805.69	18.844
4	Belukar rawa	1.095	0.002
5	Belukar tua	1,647.33	3.166
6	Hutan	10,462.52	20.106
7	Karet masyarakat	743.74	1.429
8	Kebun campuran	3,374.09	6.484
9	Ladang	2,371.69	4.558
10	Lahan terbuka	2,040.33	3.921
11	Pemukiman	1,526.50	2.933
12	Perkebunan coklat	3,374.09	6.484
13	Perkebunan karet	1,897.35	3.646
14	Perkebunan kelapa sawit	3,087.57	5.933
15	Sawah	693.54	1.333
16	Sawit masyarakat	1,657.19	3.185
Total		52,037.26	100

Tabel 4.5 Perhitungan koefisien limpasan

No	Penutupan Lahan	Faktor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	C ₁
1	Belukar Muda	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2	Belukar Muda dan Karet	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
3	Belukar Muda dan Kebun	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	Belukar Rawa	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
5	Belukar Tua	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
6	Hutan	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
7	Karet Masyarakat	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
8	Kebun Campuran	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
9	Ladang	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
10	Lahan Terbuka	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
11	Pemukiman	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
12	Perkebunan Coklat	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
13	Perkebunan Karet	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
14	Perkebunan Kelapa Sawit	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
15	Sawah	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
16	Sawit Masyarakat	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Koefisien Limpasan							
C ₁							

4.4.1 Perhitungan Koefisien Limpasan

Hasil perhitung nilai koefisien limpasan untuk masing-masing luasan dapat di lihat pada Tabel 4.5.

4.5 Analisis Debit Banjir

4.5.1 Waktu Konsentrasi

Sebelum menghitung waktu konsentrasi perlu diketahui terlebih dahulu luasan elips untuk menentukan harga T_0 . Pelukisan

elips area Sub Das pada Gambar 4.2.

Tabel 4.6 Waktu Konsentrasi untuk kalsi elips 2 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.247	899.075	21.969
2	10.886	3.239	2.136	630.967	26.073
3	16.075	3.079	2.004	608.917	26.327
4	16.325	3.120	2.022	612.151	26.476
5	16.276	2.870	1.869	566.752	26.469
6	16.790	3.235	2.026	614.959	26.593

Tabel 4.7 Waktu Konsentrasi untuk kalsi elips 5 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.061	700.908	22.539
2	11.677	3.017	2.027	579.494	24.289
3	14.286	3.062	2.079	593.315	24.930
4	14.536	3.010	2.070	586.464	24.922
5	14.523	3.029	2.045	588.151	24.927
6	14.927	3.021	2.043	587.509	24.929

Tabel 4.8 Waktu Konsentrasi untuk kalsi elips 10 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.129	771.231	23.568
2	10.918	3.009	2.042	629.400	24.889
3	14.090	3.051	2.042	622.917	24.880
4	14.180	3.023	2.039	619.109	24.880
5	14.180	3.035	2.037	617.639	24.881
6	14.181	3.037	2.036	617.103	24.881

Tabel 4.9 Waktu Konsentrasi untuk kalsi elips 25 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.039	829.293	22.161
2	8.602	3.004	2.031	618.162	19.932
3	8.839	3.010	2.027	619.502	20.213
4	8.839	3.007	2.026	618.961	20.256
5	8.792	3.020	2.024	621.057	20.269
6	8.989	3.012	2.024	620.106	20.267

Tabel 4.10 Waktu konsentrasi untuk kalsi elips 50 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.062	1.257.630	22.236
2	12.248	4.957	2.999	1.199.031	22.342
3	12.432	4.966	2.992	1.179.128	22.471
4	12.475	4.955	2.997	1.172.561	22.479
5	12.475	4.942	2.992	1.176.479	22.479
6	12.475	4.942	2.991	1.171.710	22.479

Tabel 4.11 Waktu Konsentrasi untuk kalsi elips 100 tahun

Kalsi Elips	T ₀ (jam)	S ₀ (m ² /dkm ²)	S ₁₀₀ (m ² /dkm ²)	Q ₀ (m ³ /d)	T ₁ (jam)
1	11.376	4.962	3.067	1.256.716	22.040
2	11.989	4.959	3.007	1.194.627	22.079
3	12.079	4.969	3.014	1.179.628	22.092
4	12.081	4.961	3.009	1.187.516	22.094
5	12.080	4.962	3.002	1.187.266	22.094
6	12.080	4.960	3.000	1.187.077	22.094



Gambar 4.2 Pelukisan elips area Sub DAS Lemau

Tabel 4.7 Perhitungan Torsi Zonasi

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)	Waktu Konsentrasi (T _c) (jam)	Q _p (m ³ /detik)
2	121,4705	16,400	211,695
3	190,9450	14,320	527,830
10	289,8924	14,180	917,643
25	279,8760	13,600	862,196
50	310,0297	12,470	1171,714
100	286,0042	12,180	1167,377

Sumber: Hasil Pengukuran

Dari hasil penggambaran elips diketahui panjang sumbu elips, untuk nilai $a = 34,1966$ km dan nilai $b = 22,7221$ km, maka dilakukan perhitungan luas elips seperti dibawah ini :

Tabel 4.8 Data Tekstur Tanah

Kode Lab	Kode Contoh	C %	BO %	K-Sat cm/jam	Tekstur Hydrometer		
					Pasir %	Debu %	Liat %
281	Sampel 1	2,08	3,59	4,91	64,62	14,38	21,00
282	Sampel 2	1,80	3,10	133,37	64,81	14,30	20,89
283	Sampel 3	1,35	2,38	SL	66,89	14,31	18,80
Rata-Rata		1,75	3,02	59,14	65,44	14,33	20,23

Sumber : Lab Ilmu Tanah Pertanian Unib

Tabel 4.9 Kelerengan lahan dan nilai Faktor S pada Sub-DAS Lemas

Slope (kelerengan)	Luas (Ha)	(%) Terhadap Luas	S (%)	Faktor S
0-8	3,431.60	0.07	4.00	0,004
8-15	16,384.80	0.31	7.50	0,031
15-25	20,735.00	0.40	20.00	0,076
25-40	11,308.80	0.22	32.50	0,026
>40	177.06	0.00	70.00	0,028
Jumlah	52,037.26	1.00		0,164

Sumber : BP-DAS Ketahan

Tabel 4.10 Menentukan nilai C rata-rata pada Sub-DAS Lemas

No	Tata guna lahan	Total	Persen	%	C	C x Luas
1	Belukar Muda	709.61	0.014	1.364	0.001	0.000009
2	Belukar Muda & karet	3,644.94	0.166	16.613	0.002	0.000140
3	Belukar Muda dan Kebun Cempur	9,805.69	0.188	18.844	0.001	0.019000
4	Belukar Rawa	1,095	0.001	0.002	0.700	0.000210
5	Belukar Tua	1,647.33	0.032	3.166	0.200	0.000140
6	Hutan	10,462.52	0.201	20.106	1.000	0.280000
7	Karet Masyarakat	743.74	0.014	1.429	0.700	0.002100
8	Kebun Cempur	3,374.09	0.065	6.484	0.200	0.000210
9	Ladang	2,271.69	0.046	4.558	0.700	0.000009
10	Lahan Terbuka	2,940.33	0.059	5.921	0.200	0.000140
11	Pemukiman	1,526.50	0.029	2.933	0.200	0.000210
12	Perkebunan Coklat	3,374.09	0.065	6.484	1.000	0.002100
13	Perkebunan Karet	1,397.35	0.026	2.646	0.700	0.019000
14	Perkebunan Sawit	2,087.57	0.039	3.933	1.000	0.000009
15	Sawah	693.54	0.013	1.333	0.200	0.002100
16	Sawit Masyarakat	1,657.19	0.032	3.185	1.000	0.050000
	Total luas	52,037.26				0.392690

Sumber : Suripin (2002) dan hasil pengolahan data

$$\text{Luas Elips (F)} = 0,25 \pi \times a \times b = 0,25 \pi \times 34,1966 \times 22,7221 = 609,960 \text{ km}^2$$

Kemiringan dasar sungai (i) dengan persamaan :

$$I = \frac{H}{0,9L} = \frac{260 - 40}{0,9 \times 170,60} = 0,00423m$$

Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk Tabel 4.6 perhitungan Waktu Konsentrasi setiap kala ulang

Tabel 4.11 Menentukan nilai P rata-rata pada Sub-DAS Lemau

No	Tata guna lahan	Total	Persen	%	P	P x Luas
1	Belukar Muda	709.61	0.014	1.364	0.45	0.045400
2	Belukar Muda & Karet	8,644.94	0.166	16.613	0.25	0.890000
3	Belukar Muda dan Kebun Campur	9,805.69	0.188	18.844	0.45	0.280000
4	Belukar Rawa	1.095	0.001	0.002	0.20	0.003200
5	Belukar Tua	1,647.33	0.032	3.166	0.45	0.021000
6	Hutan	10,462.52	0.201	20.106	0.45	0.000400
7	Karet Masyarakat	743.74	0.014	1.429	0.25	0.280000
8	Kebun Campur	3,374.09	0.065	6.484	0.20	0.002100
9	Ladang	2,371.69	0.046	4.558	0.20	0.000230
10	Lahan Terbuka	2,040.33	0.039	3.921	0.45	0.000009
11	Pemukiman	1,526.50	0.029	2.933	0.30	0.000140
12	Perkebunan Coklat	3,374.09	0.065	6.484	0.25	0.000230
13	Perkebunan Karet	1,897.35	0.036	3.646	0.35	0.000340
14	Perkebunan Karet	3,087.57	0.059	5.933	0.25	0.000090
15	Sawah	693.54	0.013	1.333	0.20	0.003000
16	Sawit Masyarakat	1,657.19	0.032	3.185	0.35	0.010000
	Total luas	52,037.26				0.351000

Sumber : Suripin (2002) dan hasil pengolahan data

4.5.2 Debit Puncak

Hasil perhitungan debit puncak dengan metode Melchior untuk berbagai kala ulang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Berdasarkan Tabel 4.7 dinyatakan bahwa kala ulang 2 tahun selama durasi hujan (waktu Konsentrasi) 16.480 jam dengan intensitas hujan rancangan 132,6785mm/jam seluas 170,6 km², maka debit puncak yang diperoleh pada Sub DAS Lemau Bengkulu Tengah sebesar 334.696 m³/detik.

4.6 Analisis Kondisi Lingkungan di Sub-DAS Lemau

4.6.1 Analisis Erosi

Dengan menggunakan persamaan atau model perhitungan kehilangan tanah atau *Universal Soil Loss Equation (USLE)* seperti yang dikemukakan oleh Wischmeir

dan Smith (1978) dalam Asdak.C., 2007 maka Sub-DAS Lemau tersebut dapat ditentukan besarnya erosi yang sedang terjadi.

Menentukan perkiraan besarnya erosi jumlah dengan menggunakan persamaan :

$$E = R.K.L.S.C.P,$$

Dimana :

E = Perkiraan besarnya erosi jumlah (ton/ha/th)

R= Faktor *erosivitas* hujan

K = Faktor *erodibilitas* lahan

LS= Faktor panjang – kelereng lereng

C = Faktor tanaman penutup lahan atau pengelolaan tanaman.

P = Faktor tindakan konservasi lahan.

1). Faktor *Erosivitas* Hujan (R)

Erosivitas hujan adalah kemampuan air hujan sebagai penyebab terjadinya erosi yang bersumber dari laju dan distribusi tetesan air hujan. Nilai R dihitung dengan persamaan menurut Asdak C.(2007) :

$$R = 2,21 \cdot P^{1,36}$$

Dimana :

P = curah hujan rata-rata bulanan (cm)

R = nilai erodivitas

Nilai P = 168,9 mm/bulan

$$\begin{aligned} \text{Maka } R &= 2,21 \times (168,9)^{1,36} \\ &= 2.365,75 \end{aligned}$$

2. Faktor Erodibilitas Lahan (K)

Faktor erodibilitas lahan (K) ditentukan oleh data tekstur tanah, data struktur tanah permeabilitas tanah dan kandungan bahan organik dalam tanah. Data tekstur tanah dapat di lihat pada Tabel 4.8.

Untuk menentukan nilai erodibilitas (K) dapat di lihat pada Tabel 4.8, maka didapatkan nilai sebesar 0,073.

3. Faktor Panjang-Kelerengan Lereng (LS)

Faktor panjang-kelerengan lereng (LS) adalah faktor panjang dan kelerengan lahan. Nilai LS dihitung dengan melihat panjang dan kelerengan lahan. Secara lebih rinci untuk masing-masing panjang dan kelerengan lahan disajikan pada Tabel 4.9.

Faktor panjang-kelerengan lereng

$$L = (\text{Panjang Lereng/Luas DAS}) \times \text{Panjang Sungai}$$

$$= (170,6 / 5203,726) \times 170,6$$

$$= 5,592 \text{ km} = 5.592 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor LS} &= L^{1/2} \times (0,00138 s^2 + 0,00965 s + 0,0138) \\ &= (5.592)^{1/2} \times (0,00138 (0,164)^2 + 0,00965 (0,164) + 0,0138) = 1,105 \end{aligned}$$

4. Faktor Tanaman Penutup Lahan atau Pengelolaan Tanaman (C)

Cara menentukan nilai C dapat dilihat

pada Tabel 4.10.

5. Faktor Tindakan Konservasi Lahan (P)

Penentuan indeks konservasi lahan (P) ditentukan dari interpretasi jenis tanaman dari tata guna lahan yang dievaluasi dengan kemiringan lereng serta pengecekan di lapangan. Cara menentukan factor tindakan konservasi lahan (P) dapat disajikan dalam Tabel 4.11.

Sehingga perkiraan besarnya erosi total adalah $E = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$.

$$E = 2.365,75 \times 0,075 \times 1,105 \times 0,39269 \times 0,35100$$

$$E = 27,023 \text{ ton/ha/tahun}$$

Tingkat bahaya erosi adalah perbandingan besar erosi yang terjadi dengan toleransi erosi (erosi yang masih diperbolehkan). Berdasarkan perhitungan perkiraan besarnya erosi yang terjadi pada Sub-DAS Lemau adalah = besarnya Erosi total x Luas Sub-DAS Lemau, yaitu = 27.023 ton/ha/tahun x 52.037,26 ha = 1.406.253,99 ton/tahun.

4.6.2 Analisis Sedimentasi

Sub-DAS Lemau berdasarkan perkiraan metode USLE didapatkan nilai erosi jumlah (E) yaitu sebesar 27.023 ton/ha/tahun atau sebesar 1.406.253,99 ton/tahun dengan luas Sub-DAS Lemau 52.037,26 ha atau 520.3726 km², maka dari Tabel 1 diatas didapatkan nisbah pelepasan sedimen (SDR) sebesar 0,079 sehingga hasil sedimen yang terjadi di Sungai Lemau adalah sebesar =

$$Y = E (SDR) W_s$$

$$Y = 27.023 \times 0,079 \times 52.037,26$$

$Y = 111.090,0273$ ton/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan diatas hasil sedimen yang terjadi di Sungai Kaligarang sebesar 111.090,0273 ton/tahun, sedang nilai toleransi sedimen adalah perkalian antara nilai toleransi erosi dan angka SDR. Untuk Sungai Lemau nilai toleransi erosi adalah 583.337,6 ton/tahun dan angka SDR adalah 0,079 sehingga nilai toleransi sedimen adalah $583.337,6 \text{ ton/tahun} \times 0,079 = 46.083,67$ ton/tahun.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pola distribusi yang tepat pada Sub-DAS Lemau adalah distribusi Log Normal, nilai parameter statistik yang diperoleh adalah: Rata-rata (X_{rt}) = 2,1191, Standar deviasi (s) = 0,5488, Koefisien keseragaman (C_v) = 0,5900, Koefisien kemencengan (C_s) = 0,0460 dan Koefisien puncak (C_k) = 0,0590.
2. Waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) sampai ketempat keluaran Sub DAS (hilir) atau disebut dengan waktu konsentrasi (T_c) sebesar 16.480 jam untuk kala ulang 2 tahun; 14.528 untuk kala ulang 5 tahun; 14.185 untuk kala ulang 10 tahun; 13.667 untuk kala ulang 25 tahun; 12.479 untuk kala ulang 50 tahun; 12.100 untuk kala ulang 100 tahun.
3. Debit Puncak yang terjadi pada Sub-DAS Lemau untuk berbagai periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun diperoleh sebesar

334.696 m³/detik; 547.930 m³/detik; 617.443 m³/detik; 992.196 m³/detik; 1171.734 m³/detik; 1167.177 m³/detik.

4. Besarnya erosi yang terjadi di Sub-DAS Lemau mencapai 27.023 ton/ha/tahun atau sebesar 1.406.253,99 ton/tahun. Sedangkan besarnya sedimentasi di Sub-DAS Lemau mencapai 111.090,0273 ton/tahun. Adanya perubahan alih fungsi lahan juga menyebabkan berkurangnya vegetasi penutup lahan yang dapat meningkatkan laju erosi dan sedimentasi.

5.2 Saran

1. Sebaiknya dalam menganalisis data curah hujan gunakan stasiun hujan yang jaraknya lebih dekat dengan lokasi sungai yang ditinjau agar dalam metode penentuan curah hujan maksimum harian rata-rata menjadi lebih mudah dan maksimal.
2. Besarnya tingkat erosi dan sedimentasi di Sub-DAS Lemau terutama disebabkan oleh terjadinya perubahan alih fungsi lahan yang cukup meningkat selama 22 tahun terakhir (1990-2011), maka sebaiknya dilakukan penghijauan kembali di sekitar Sub-DAS Lemau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Asdak, C., 2007, **Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai**. UGM-Press, Yogyakarta.
- [2]. Alvia, S., 2009, **Artikel-Definisi DAS (Daerah Aliran Sungai)**. <http://www>.

- su.i-Geography.html*, [5 Oktober 2011].
- [3]. Al-Amin M. Baitullah, 2010. **Analisis Frekuensi**. <http://www.baitullah.unsri.ac.id/2010>. [02 Juni 2010].
- [4]. Agus, dkk., 2007, **Artikel Ciri-ciri Pengembangan DAS yang baik**, <http://www.ul.i-Geography.html>. [5 Oktober 2011].
- [5]. BP-DAS Ketahun, 2012. Provinsi Bengkulu.
- [6]. Balai Wilayah Sungai Sumatra VII, 2012. Provinsi Bengkulu.
- [7]. Danapriatna, N. dan R. Setiawan, 2005, **Pengantar Statistik**, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8]. Dumairy, 1992, **Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada DAS Wampu Kabupaten Langkat** [Online]. Tersedia: <http://usu.repository.html>. [20 September 2011].
- [9]. Eripin, I, 2005, **Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Sungai di Daerah Pengaliran Sungai Cipinang** [Online]. Tersedia: <http://www.petra.ac.id/HydrologyEngineering/html>. [3 Oktober 2011].
- [10]. Hartono, dkk., 2005, **Statistik untuk Penelitian**, Pustaka Pelajar Offset, Yogyakarta.
- [11]. Hindarto, 2003, **Teknik Bendungan PT. Prandrya Paramita**, Jakarta.
- [12]. Indarti Yosi, 2012, **Analisis Curah Hujan untuk menentukan Debit Puncak Dengan Metode Rasional Melshior Pada Sub-DAS Bengkulu Hilir Sungai Air Bengkulu**, Universitas Bengkulu.
- [13]. Kartasaputro, 1991, **Aspek Hidrologi Dari Eucalypt**. <http://geog.ouc.bc.ca/conted/onlinecourses/geog.html> (21 Maret 2012).
- [14]. Mangundikoro, 2006, **Metode Intansitas Curah Hujan**, [http://www.su.wikipedia.org/wiki/Metode Intansitas Curah Hujan](http://www.su.wikipedia.org/wiki/Metode_Intansitas_Curah_Hujan) [30 September 2011].
- [15]. Saputro Eko, Bambang, 2004, **Kajian Sedimentasi di Sungai Air Bengkulu Dalam Upaya Pengelolaan Daerah Pengaliran Sungai Bengkulu**. [Online], Tersedia: <http://undip.repository.html>. [26 Januari 2012]
- [16]. Suripin, 2010 **Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan**. Andi Offset, Yogyakarta.
- [17]. Sumarto, 1987. **Analisis Pendugaan Debit di DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang** [Online]. Tersedia: <http://usu.repository.html>. [20 September 2011].
- [18]. Sucipto, 2008, **Kajian Sedimentasi di Sungai Kaligarang Dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Kaligarang Semarang**. [Online]. Tersedia: <http://undip.repository.html>. [23 Februari 2012]