

Pengujian CBR Laboratorium Menggunakan Metode Tekanan (*Pressure Method*) untuk Tanah Timbunan Berdasarkan Energi Pematatan

Dwi Winda Sari¹⁾
Idharmahadi Adha²⁾
Ahmad Zakaria³⁾

Abstract

In building a construction related to the physical condition of the soil, this is because the land It is one of the very material plays an important role in supporting such a construction. Then had to do the testing power support basic land (subgrade) with experimental study testing the California Bearing Ratio (CBR) method of pressure (pressure method) based on the energy compaction.

The research using a sample of the soil that came from the area of Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung for land fill. Implementation testing of CBR compactor modification press tool with using three soil samples at each pressure. The pressures used for CBR standard is 0,10 MPa, 0,26 MPa and 0.58 MPa. And for testing using pressure modified CBR 0.437 MPa, 1,19 MPa and 2,63 MPa.

The results of the research in the laboratory showed that the weight of the maximum volume (γ_{dmaks}) of 1.68 g/cm³ of standard proctor method. While of modified proctor testing the the weight of the maximum volume (γ_{dmaks}) of 1.77 gr/cm³. Based on the results of testing the value of CBR standard and modified methods of compared that the laboratory testing higher than the CBR based on compaction energy with press modifications.

Keywords : CBR, Compaction Energy Tool press the Compactor Modification

Abstrak

Dalam membangun suatu konstruksi berkaitan dengan kondisi fisik tanah, hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Maka perlu dilakukannya pengujian daya dukung tanah dasar (*subgrade*) dengan uji studi eksperimen *California Bearing Ratio* (CBR) metode tekanan (*pressure method*) berdasarkan energi pematatan.

Penelitian ini menggunakan sampel tanah yang berasal dari daerah Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung yaitu tanah timbunan. Pelaksanaan pengujian CBR dengan alat tekan pematat modifikasi dengan menggunakan tiga sampel tanah pada masing-masing tekanan. Tekanan yang digunakan untuk CBR *standard* adalah 0,10 MPa, 0,26 MPa dan 0,58 MPa. Dan untuk pengujian CBR *modified* menggunakan tekanan 0,437 MPa, 1,19 MPa dan 2,63 Mpa.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum (γ_{dmaks}) sebesar 1,68 gr/cm³ pada pengujian tanah timbunan metode *standard proctor*. Sedangkan pada pengujian *modified proctor* didapatkan berat volume maksimum (γ_{dmaks}) sebesar 1,77 gr/cm³. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai CBR *standard* dan CBR *modified* metode tumbukan di laboratorium lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian CBR berdasarkan energi pematatan menggunakan alat tekan modifikasi.

Kata kunci: CBR, CBR Energi Pematatan, Alat Tekan Pematat Modifikasi

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Way Besai menggunakan aliran permukaan yang terletak di Sungai Way Besai, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung, Indonesia. PLTA Way Besai yang berjarak 200 km dari Kota Bandar Lampung mempunyai fungsi sebagai sumber tenaga listrik atau dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Way Besai dalam membantu kebutuhan listrik masyarakat, mengurangi pemakaian bahan bakar minyak, dan berfungsi menerangi rumah-rumah dan tempat-tempat pos penjagaan di jalan-jalan. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Way Besai memiliki kapasitas 2 X 45 Mega Watt.

Penyediaan air PLTA Way Besai dipengaruhi oleh ketersediaan air di sungai tersebut. Ketersediaan air permukaan sangat bergantung pada pengelolaan asal air tersebut, yaitu sungai yang merupakan salah satu air permukaan yang perlu dikelola. Sungai - sungai tersebut tergabung dalam suatu daerah aliran sungai (DAS).

Daerah aliran sungai secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu kawasan atau wilayah yang dibatasi pegunungan, yang dapat menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai yang akhirnya keluar pada sungai utama (laut atau danau). PLTA Way Besai terletak di DAS Way Besai. Sebagian besar DAS dikelilingi oleh pegunungan menyebabkan erosi sehingga terjadi penumpukan partikel tanah / sedimen.

Sedimen, menurut Sitanala Arsyad (1989) adalah tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang tererosi. Sedangkan proses sedimentasi adalah sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi yang terbawa oleh aliran dan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya lebih kecil dibandingkan kecepatan endap. Salah satu penyumbang sedimentasi di daerah hulu Way Besai adalah karena perubahan penggunaan lahan antara lain perubahan penggunaan lahan yang berdampak pada rusaknya keseimbangan tata air Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai yakni kebutuhan air yang meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan peningkatan aktifitas ekonomi masyarakat. DAS Way Besai mempunyai peranan penting dalam penyediaan sumber daya air ke wilayah sekitarnya sehingga perlu dipertahankan fungsinya (Ashadi Maryanto *et al.*, 2014). Selain itu, konversi hutan dari 60% pada tahun 1970 menjadi 12% pada tahun 2000 menjadi kebun kopi menyebabkan penurunan fungsi penutupan hutan, kerusakan keragaman hayati, dan menurunkan kualitas fungsi DAS (Burno Verbist *et al.*, 2004). Sedimen sebagai hasil dari proses erosi banyak memberikan dampak, antara lain:

1. Pengendapan di dasar sungai dan menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan naiknya muka air sehingga berakibat terjadi banjir.
2. Saluran irigasi atau saluran pelayaran jika dialiri air konsentrasi sedimennya akan berpotensi tinggi terjadi pengendapan sedimen di saluran.
3. Pengendapan sedimen di waduk akan menyebabkan berkurangnya volume tampungan efektif.
4. Pengendapan di bendung atau di pintu-pintu air akan menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintunya. Juga karena pembentukan pulau-pulau pasir (*sand bars*) di sebelah hulu bendung mengganggu aliran air lewat bendung atau pintu air.

Karena pengendapan (sedimentasi) di pintu bendungan akan berpengaruh pada ketersediaan air di PLTA Way Besai, maka dilakukan studi mengenai analisis sedimen yang dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai dengan menggunakan lokasi di Way Petai sebagai titik kontrolnya.

Metode perhitungan sedimentasi di daerah tangkapan sungai Way Besai menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan alat bantu perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS). Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) digunakan dalam menganalisis perkiraan besarnya erosi. Sedangkan alat bantu perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS) digunakan untuk menganalisis data spasial seperti memproyeksikan letak geografis, data spasial sungai, kelerengan, dan sebagainya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah saluran alamiah dipermukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut. Arus air di daerah yang tinggi atau biasa disebut dengan daerah hulu sungai biasanya lebih deras dibandingkan dengan arus sungai di bagian yang lebih rendah atau biasa disebut dengan daerah hilir sungai.

2.2 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) di atas permukaan tanah termasuk di dalamnya adalah penyebaran, daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimia, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan.

2.3 Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Sedimentasi adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*). Satuan sedimen dinyatakan dengan ton/ha/th.

2.4 Erosi

Erosi adalah hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain (Sitnala Arsyad, 1989). Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi (Asdak, 1995). Tingkat Bahaya Erosi dikategorikan ke dalam sangat ringan hingga sangat berat. Tingkat bahaya erosi dikatakan Sangat Ringan (SR) bila jumlah erosi < 15 ton/ha/tahun, Ringan (R) bila jumlah erosi antara (15-60) ton/ha/tahun, Sedang (S) bila jumlah erosi (60-180) ton/ha/tahun, Berat (B) bila jumlah erosi (180-480) ton/ha/tahun dan Sangat Berat (SB) bila erosinya > 480 ton/ha/tahun.

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Geographic Information System (GIS) atau Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi data, dan (d) keluaran.

GIS dalam operasinya menggunakan, membaca dan mengolah data dalam format Shapefile, selain itu GIS juga dapat memanggil data-data dengan format BSQ, BIL, BIP, JPEG, TIFF, BMP, GeoTIFF atau data grid yang berasal dari ARC/INFO serta banyak lagi data-data lainnya. Dalam penelitian ini perangkat GIS dipakai untuk menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai, luas tutupan lahan DAS Way Besai, pembentukan peta kemiringan lereng dan luas kemiringan lereng yang akan dipakai untuk Nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS), dan luas tiap jenis tanah pada DAS Way Besai.

2.6 Analisa Tingkat Bahaya Erosi

Untuk menetapkan besarnya sedimen yang sampai pada lokasi embung, jumlah erosi akan dikalikan dengan rasio pelepasan sedimen (*sediment delivery ratio*). Dari beberapa metoda untuk memperkiraan besarnya erosi permukaan, metoda *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) adalah metoda yang paling umum digunakan untuk memperkirakan besarnya erosi.

2.6.1 Metoda USLE

Metoda USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metoda yang umum digunakan untuk memperediksi laju erosi. Selain sederhana, metode ini juga sangat baik diterapkan di daerah - daerah yang faktor utama penyebab erosinya adalah hujan dan aliran permukaan. Metoda USLE didesain untuk digunakan memprediksi kehilangan tanah yang dihasilkan oleh erosi dan diendapkan pada segmen lereng bukan pada hulu DAS, selain itu juga didesain untuk memprediksi rata-rata jumlah erosi dalam waktu yang panjang. Prediksi erosi dengan metode USLE menggunakan perangkat SIG dalam perhitungannya. Pemanfaatan SIG berbasis *pixel* sebagai alat pemodelan spasial dalam memprediksi erosi bisa membantu keakuratan data yang dihasilkan khususnya pada lahan-lahan yang mempunyai keadaan topografi kompleks. Rumus yang dipakai Untuk menghitung perkiraan besarnya erosi yang terjadi di suatu DAS dengan menggunakan metode USLE, yaitu:

$$E = R \times K \times L_s \times C \times P \quad (1)$$

Dimana :

E = Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/Ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan (mm)

K = Indeks erodibilitas tanah

LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng

C = Indeks pengelolaan tanaman

P = Indeks konservasi lahan

2.6.2 Indeks Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan adalah kemampuan air hujan sebagai penyebab terjadinya erosi. Indeks Erosivitas Hujan adalah suatu nilai yang menunjukkan pengaruh hujan dengan besaran tertentu terhadap erosi yang terjadi pada suatu kawasan. Indeks Erosivitas Hujan dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan yang terjadi pada kawasan yang ditinjau. Persamaan yang digunakan untuk menghitung Indeks Erosivitas Hujan adalah :

$$R_m = 2,21 \times P^{1,36} \quad (2)$$

Dimana :

Rm = Indeks erosivitas hujan bulanan

P = Curah hujan bulanan (dalam cm)

2.6.3 Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Indeks erodibilitas tanah menunjukkan tingkat kerentanan tanah terhadap erosi. Tekstur tanah yang sangat halus akan lebih mudah hanyut dibandingkan dengan tekstur tanah yang kasar. Nilai indeks erodibilitas tanah (K) dapat diperoleh berdasarkan jenis – jenis tanah yang ada di Indonesia. Berikut penetapan nilai erodibilitas (K) berdasarkan tanah – tanah yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Faktor Erodibilitas Tanah

No.	Jenis Tanah	Nikai K
1	Latosol (<i>Haplorthox</i>)	0,09
2	Latosol merah (<i>Humox</i>)	0,12
3	Latosol coklat (<i>Typic Tropodults</i>)	0,23
4	Latosol (<i>Epiaquic Tropodult</i>)	0,31
5	Regosol (<i>Troporthents</i>)	0,14
6	Grumosol (<i>Chromudert</i>)	0,21
7	Podsolik (<i>Tropudults</i>)	0,16
8	Mediteran (<i>Tropudalfts</i>)	0,22
9	Andosol	0,28

Sumber : Arsyad (2010)

Besarnya nilai Indeks Erodibilitas Tanah (K) dapat dihitung dengan rumus :

$$K = \sum (A_i \times K_i) \quad (3)$$

Dimana :

A_i = Luasan tiap jenis tanah (Ha)

K_i = Koefisien nilai K

2.6.4 Faktor Panjang Kemiringan Lereng (LS)

Faktor kemiringan dan panjang lereng (LS) terdiri dari dua komponen, yakni faktor kemiringan dan faktor panjang lereng. Faktor panjang lereng adalah jarak horizontal dari permukaan atas yang mengalir ke bawah dimana gradien lereng menurun hingga ke titik awal atau ketika limpasan permukaan (*run off*) menjadi terfokus pada saluran tertentu. Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng yang dimaksud adalah panjang dan kemiringan tiap satuan lahan yang ditinjau. Dengan menggunakan perangkat ArcGIS, Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng dapat dicari luas tiap kemiringannya untuk mendapatkan nilai SDR.

2.6.5 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Indeks Pengelolaan Tanaman (C) menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, keadaan permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang

(erosi). Penetapan koefisien C diperoleh berdasarkan jenis tata guna lahan yang didapatkan dari RTRW Provinsi Lampung. Acuan Nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) dapat diperoleh berdasarkan penggunaan lahan. Berikut penetapan nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) berdasarkan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Koefisien C Berdasarkan Penggunaan Lahan

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Nilai C
1	Hutan lahan kering sekunder	0,03
2	Semak belukar	0,07
3	Hutan tanaman industri	0,05
4	Hutan rawa sekunder	0,15
5	Perkebunan	0,4
6	Pertanian Lahan Kering-ladang	0,1
7	Pertanian lahan kering-campuran	0,1
8	Permukiman	0,6
9	Sawah	0,15
10	Tambak	0,05
11	Lahan terbuka	0,2
12	Tubuh air / perairan	0,05

Sumber : Suripin (2002); Kodoatie dan Syarif (2005)

Besarnya nilai Indeks Pengelolaan Tanaman (C) dapat dihitung dengan rumus :

$$K = \sum (A_i \times C_i) \quad (4)$$

Dimana :

A_i = Luasan tata guna lahan dalam suatu DAS (m²)

C_i = Koefisien nilai C

2.6.6 Indeks Konservasi Lahan (P)

Indeks konversi lahan bertujuan untuk mengurangi erosi tanah. Penetapan koefisien P dapat diperoleh berdasarkan tata guna lahan yang didapatkan dari RTRW Provinsi Lampung. Pada penelitian ini acuan Nilai Indeks Konservasi Lahan (P) diperoleh dari penelitian Astika Murni Lubis tahun 2016. Berikut Nilai Indeks Konservasi Lahan (P) Das Way Besai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Indeks Konservasi Lahan (P) Das Way Besai

No.	Tata Guna Lahan	Nilai P
1	Permukiman	0,1
2	Kawasan Kehutanan	0,1
3	Pertanian	0,013
4	Perkebunan	0,5

Sumber : Lubis, 2016

Besarnya nilai Indeks Konservasi Lahan (P) dapat dihitung dengan rumus :

$$K = \sum (A_i \times P_i) \quad (5)$$

Dimana :

A_i = Luasan tata guna lahan dalam suatu DAS (m^2)

P_i = Koefisien nilai P

2.7 Analisa Prakiraan Besarnya Sedimentasi

Hasil sedimen umumnya mengaju kepada besarnya laju sedimen yang mengalir melalui satu titik pengamatan tertentu dalam suatu daerah aliran sungai (DAS). Besarnya hasil sedimen dinyatakan sebagai volume atau berat sedimen per satuan daerah tangkapan air (*catchment area*) per satuan waktu (Ha/tahun). Menurut *SCS National Engineering Handbook* (DPMA, 1984) besarnya prakiraan hasil sedimen dapat di tentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$Y = E \times (SDR) \times A \quad (6)$$

Dimana :

Y = hasil sedimen per satuan luas (ton/th)

E = erosi total (ton/ha/th)

SDR = *Sedimen Delivery Ratio*

A = luas daerah tangkapan air (Ha)

2.7.1 *Sediment Delivery Ratio (SDR)*

Sediment Delivery Ratio merupakan perkiraan rasio tanah yang diangkut akibat erosi lahan saat terjadinya limpasan (*Wischmeier and Smith, 1978*). Menurut Boyce (1975), *Sediment Delivery ratio* dapat dirumuskan dengan :

$$SDR = 0,41 (A^{-0,3}) \quad (7)$$

Dimana :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai tepatnya di Way Petai, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat. Pada penelitian ini dibutuhkan dua data sekunder, yakni data curah hujan yang alat pengukurnya diletakkan di dua tempat, yaitu Bungin (Fajar Bulan) dan Pura Jaya. Data ini didapat dari PLTA Way Besai. Dan, data RTRW Provinsi Lampung yang di dapat dari BPDAS Provinsi Lampung Tahun 2016, yaitu data tata guna lahan dan data jenis tanah.

Dari data – data yang didapat dilakukan analisis data spasial dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG) / perangkat lunak GIS dalam pembentukan tata guna lahan, mengetahui luas tiap guna lahan, pembentukan peta kemiringan lahan, mengetahui luas tiap kemiringan lahan, dan mengetahui jenis tanah pada daerah penelitian dan menggunakan perangkat lunak *Global Mapper* untuk pembentukan DAS. Selanjutnya melakukan analisis prakiraan besarnya erosi dengan menggunakan metoda

USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Kemudian melakukan analisis prakiraan besarnya sedimentasi sehingga didapatkan nilai sedimen pada daerah penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAAN

4.1 Analisis Besarnya Erosi

Untuk menghitung besarnya erosi maka diperlukan analisa data spasial terlebih dahulu, analisa data spasial DAS Way Besai dalam penelitian ini meliputi pembentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai, luas tutupan lahan DAS Way Besai, pembentukan peta kemiringan lereng dan luas kemiringan lereng yang akan dipakai untuk Nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS), dan jenis tanah daerah penelitian.

4.1.1 Indeks Erosivitas Hujan (R)

Indeks erosivitas hujan dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan yang terjadi pada kawasan yang ditinjau. Semakin tinggi nilai erosivitas hujan maka erosi yang terjadi dalam kawasan semakin besar. Dari perhitungan indeks erosivitas hujan menggunakan persamaan (2) dengan P dalam cm, maka didapatkan nilai erosivitas sebesar 1473,35.

4.1.2 Indeks Erodibilitas Lahan (K)

Pada penelitian ini, data jenis tanah pada DAS Way Besai didapat dari data sekunder (BPDAS Provinsi Lampung Tahun 2016) yakni berupa peta jenis tanah DAS Tulang Bawang. Das Way Besai merupakan Sub Das Tulang Bawang. Dikarenakan penelitian ini batasan daerahnya hanya *catchment area* Das Way Besai, maka diperlukan juga data batasan *catchment area* DAS Way Besai. Pada penelitian ini data batasan *catchment area* DAS Way Besai didapat dari skripsi Arba Darajat tahun 2013. Kemudian dilakukan analisis spasial menggunakan perangkat GIS untuk mendapatkan jenis dan luas tiap jenis tanah pada DAS Way Besai. Dari perangkat GIS didapatkan jenis – jenis tanah pada DAS Way besai adalah *Dystrandep* dengan luas 12046,31 Ha , *Humitropep* dengan luas 15241,53 Ha, *Tropudalfs* dengan luas 8413,66 Ha, dan *Tropudults* dengan luas 5142,30 Ha. Dari jenis – jenis tanah yang didapat dan acuan pada tabel 1, didapat nilai K untuk tiap jenis tanah pada daerah penelitian yang disajikan pada tabel dibawah ini.

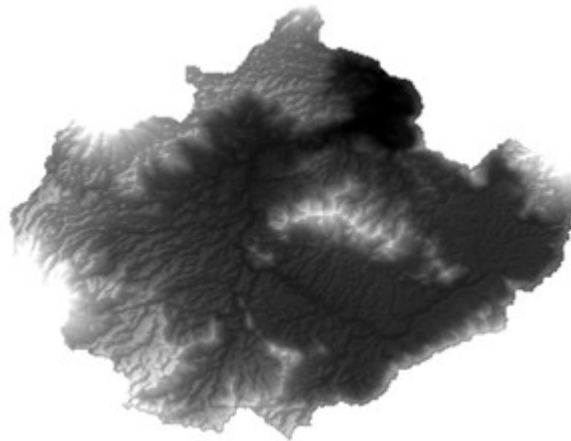
Tabel 4. Nilai K

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1	Dystrandep (andosol)	0,28
2	Humitropepts (podsolik)	0,16
3	Tropodalfs	0,22
4	Tropodults (podsolik)	0,16

Dari luas tiap jenis tanah dan nilai K yang didapat, maka besarnya nilai indeks erodibilitas lahan (K) untuk daerah tangkapan sungai Das Way Besai sebesar 0,208 dengan klasifikasi erodibilitas tanah tingkat III atau sedang.

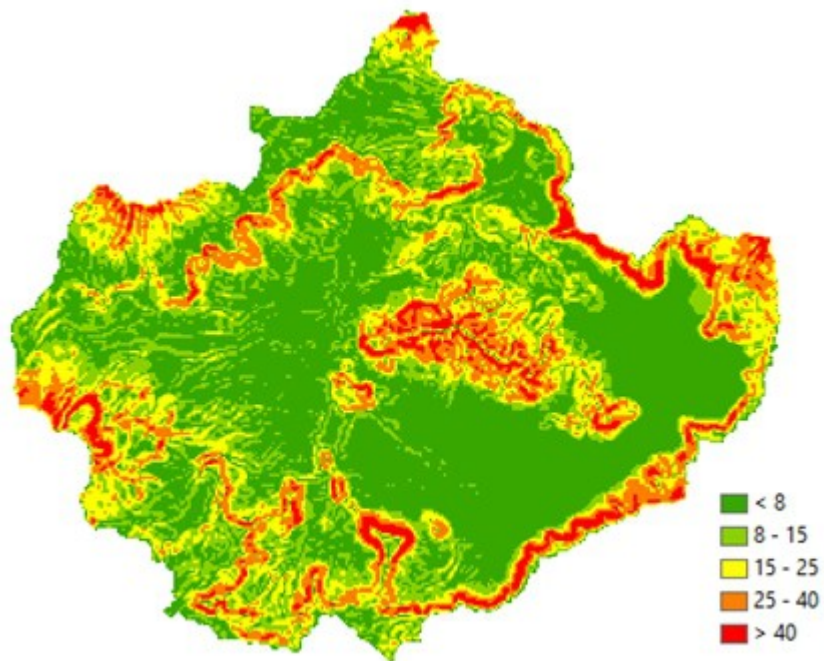
4.1.3 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai indeks panjang dan kemiringan lereng (LS) pada penelitian ini diperoleh dari hasil pembentukan peta kemiringan lereng berdasarkan data *Digital Elevation Model (DEM)* *catchment area* DAS Way Besai yang didapat dari skripsi Arba Darajat tahun 2013. Peta *Digital Elevation Model (DEM)* DAS Way Besai dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Kemiringan Lereng Das Way Besai.

Dengan menggunakan perangkat GIS, Kemiringan lereng DAS Way Besai dan luasnya dapat diketahui. Peta kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 2 dan tabel luas kemiringan lereng dapat dilihat pada tabel 5 .



Gambar 2. Kemiringan Lereng Das Way Besai.

Tabel 5. Indeks dan Luas Panjang Kemiringan Lereng(LS) *Catchment Area* DAS Way Besai.

No	Kelas	Kemiringan (%)	Indeks LS	Luas (Km ²)
1	Datar	0 - <8	0,4	181,02
2	Landai	8 - <15	1,4	92,82
3	Agak Curam	15 - <25	3,1	69,12
4	Curam	25 - <45	6,8	60,96
5	Sangat Curam	≥ 45	9,5	10,82

4.14 Indeks Pengelolaan Tanaman C

Pada penelitian ini data tata guna lahan untuk masing - masing satuan lahan pada DAS Way Besai didapat dari data sekunder (BPDAS Provinsi Lampung Tahun 2016) yakni berupa peta tutupan lahan DAS Tulang Bawang. Das Way Besai merupakan Sub Das Tulang Bawang. Dikarenakan penelitian ini batasan daerahnya hanya *catchment area* Das Way Besai, maka diperlukan juga data batasan *catchment area* DAS Way Besai untuk memotong data tutupan lahan Das Tulang Bawang. Pada penelitian ini data batasan DAS Way Besai didapat dari skripsi Arba Darajat tahun 2013. Dengan menggunakan perangkat GIS, didapatkan data tutupan lahan dan luas tiap tutupan lahan pada DAS Way Besai, sebagai berikut:

Tabel 6. Luas dan Jenis Tutupan Lahan

No.	Jenis Tutupan	Luas (Ha)	Luas (Km ²)
1	Badan air	53,348	0,533
2	Belukar	1992,942	19,929
3	hutan lahan kering sekunder	3377,657	33,777
4	Permukiman	928,273	9,283
5	pertanian lahan kering Campur	31299,509	312,995
6	Sawah	2804,338	28,043

Dari tutupan lahan diatas dan tabel 2, didapatkan nilai C untuk tiap jenis tutupan lahan pada daerah penelitian. Nilai C dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Nilai C Tiap Jenis Tutupan Lahan

No	Tutupan Lahan	Nilai C
1	Badan air	0,05
2	Belukar	0,07
3	hutan lahan kering sekunder	0,03
4	Permukiman	0,6
5	pertanian lahan kering Campur	0,1
6	Sawah	0,15

Dari luas tiap tutupan lahan dan nilai C yang didapat, maka nilai indeks pengelolaan tanaman (C) untuk *catchment area* Das Way Besai sebesar 0,108.

4.1.5 Indeks Konservasi Lahan (P)

Pada penelitian ini tutupan lahan dianggap sebagai konservasi yang di lakukan pada kawasan penelitian. Dengan menggunakan jenis tutupan lahan yang sudah diketahui dan acuan tabel Indeks Konservasi Lahan (P) yang ditunjukkan pada Tabel 3 didapatkan nilai P untuk tiap jenis tutupan lahan pada daerah penelitian yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Nilai P Tiap Jenis Tutupan Lahan

No.	Tata Guna Lahan	Jenis Tutupan Lahan	Nilai P
1	Badan air	Tanaman Perkebunan Dengan Penutupan Tanah sedang	0,5
2	Permukiman	Permukiman	0,1
3	Belukar	Kehutanan	0,1
4	Hutan Lahan Kering Sekunder	Kehutanan	0,1
5	Pertanian Lahan Kering Campur	Perkebunan	0,5
6	Sawah	Pertanian	0,013

Berdasarkan tabel diatas dan luas tutupan lahan pada tabel 10, didapatkan besarnya nilai Konservasi Lahan (P) untuk *catchment area* DAS Way Besai sebesar 0,438.

4.1.6 Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi

Berdasarkan hasil perhitungan beberapa faktor sebelumnya, tingkat bahaya erosi di kawasan daerah tangkapan hujan Way Besai dapat dihitung dan ditentukan besarnya dengan menggunakan persamaan USLE yang telah diberikan sebelumnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 9.

Contoh perhitungan:

Perhitungan tingkat bahaya erosi pada kemiringan lahan < 8%:

$$\begin{aligned} E &= R \cdot K \cdot L_s \cdot C \cdot P \\ &= 1473,350 \cdot 0,208 \cdot 0,4 \cdot 0,108 \cdot 0,438 \\ &= 5,76 \text{ ton/ha/th} \end{aligned}$$

Tabel 9. Besarnya Nilai Erosi Pada DAS Way Besai

Kemiringan Lahan (%)	R	K	Ls	C	P	Erosi (ton/ha/th)
< 8%	1473,350	0,208	0,400	0,108	0,438	5,76
8% -15%	1473,350	0,208	1,400	0,108	0,438	20,17
15% - 25%	1473,350	0,208	3,100	0,108	0,438	44,67
25% - 45%	1473,350	0,208	6,800	0,108	0,438	97,99
> 45%	1473,350	0,208	9,500	0,108	0,438	136,89
Jumlah Tingkat Bahaya Erosi						305,49

Berdasarkan tabel perhitungan di atas dapat diketahui tingkat bahaya erosi *catchment area* DAS Way Besai sebesar 305,49 ton/ha/th yang tergolong dalam Kelas Bahaya Erosi IV atau berat.

4.2 Analisis Prakiraan Besarnya Erosi

Besarnya volume sedimen yang dihitung berdasarkan nilai bahaya erosi total DAS Way Besai dan nilai *Sediment Delivery Ratio* (SDR) dari kawasan tersebut.

4.2.1 *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Sedimen Delivery Ratio (SDR) adalah perbandingan antara material endapan yang dihasilkan oleh suatu kawasan terhadap total erosi yang terjadi, Nilai SDR dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 7 :

$$SDR = 0,41 \cdot (A^{-0,3})$$

Dimana :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km²)

Contoh perhitungan:

Perhitungan prakiraan nilai SDR kemiringan lahan 0-8%.

$$\begin{aligned} SDR_{\text{DAS Way Besai}} &= 0,41 A^{-0,3} \\ &= 0,41 \times (181,02^{-0,3}) \\ &= 0,086 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Perhitungan Nilai SDR DAS Way Besai

Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Luas		SDR
		km ²	Ha	
1	0-8	181,02	18101,78	0,086
2	8-15	92,82	9282,33	0,105
3	15-25	69,12	6911,67	0,115
4	25- 45	60,96	6095,87	0,119
5	>45	10,82	1081,76	0,201

Berdasarkan Tabel 9 dan hasil perhitungan nilai SDR diatas, didapat nilai SDR terbesar 0,201 dengan luas 10,82 km² dan nilai SDR terkecil sebesar 0,086 dengan luas 181,02 km² pada daerah tangkapan air DAS Way Besai.

4.2.2 Perhitungan Besarnya Nila Hasil Sedimentasi

Besarnya sedimentasi yang terjadi pada DAS Way Besai dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Y = E \cdot (SDR) \cdot A$$

Dimana :

Y = hasil sedimen (ton/th)

E = erosi total (ton/ha/th)

SDR = *Sedimen Delivery Ratio*

A = luas daerah tangkapan air (ha)

Contoh perhitungan:

Perhitungan prakiraan besarnya sedimentasi pada kemiringan lahan 0 - 8%.

$$Y_{\text{DAS Way Besai}} = 5,76 \times 18101,78 \times 0,086$$

$$= 8979,57 \text{ ton/tahun}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Perhitungan Nilai SDR DAS Way Besai

Kemiringan Lahan (%)	Erosi (ton/ha/th)	Luas (Ha)	SDR	Sedimentasi Potensial (ton/th)
0-8	5,76	18101,78	0,086	8979,57
8-15	20,14	9282,33	0,105	19691,48
15-25	44,60	6911,67	0,115	35469,91
25- 40	97,84	5228,08	0,125	71257,55
>40	120,86	1949,55	0,168	29680,63
Jumlah Sedimen				165079,13

Berdasarkan hasil nilai sedimentasi yang terjadi pada keseluruhan unit lahan yang dihitung melalui hasil analisis dan olah data yang dilakukan menunjukkan besarnya angka prakiraan besarnya produksi sedimen yang dihasilkan pada *catchment area* DAS Way Besai sebesar 165.079,13 ton/th untuk area 40456,06 Ha dengan berbagai macam tutupan lahan. Besarnya total angka produksi atau hasil sedimen yang dihasilkan oleh

daerah penelitian dipengaruhi oleh faktor laju erosi tanah yang terjadi pada *catchment area* DAS Way Besai.

Pada saat banjir sedimen akan menghasilkan nilai yang besar dibandingkan musim kemarau, dikarenakan hujan merupakan salah satu penyebab terjadinya erosi, jadi pada saat banjir air akan menjadi keruh dan konsentrasi sedimen menjadi tinggi.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa daerah tangkapan sungai DAS Way Besai memiliki luas sebesar 404,561 Km² dengan besarnya nilai erosi yang didapat dengan metode USLE sebesar 305,03 ton/ha/th yang bahaya tingkat erosinya tergolong dalam kelas bahaya erosi IV atau berat, dan nilai sedimentasi untuk daerah tangkapan sungai DAS Way Besai sebesar 165.079,13 ton/th.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan identifikasi masalah yang telah dilakukan, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu adanya pembaharuan data secara berkala dari pihak-pihak terkait, seperti data tutupan lahan, data curah hujan.
2. Hasil analisis dari penelitian ini hanya mengacu kepada analisa data yang ada sehingga perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih mendekati dengan kondisi lapangan.
3. Perlu dibentuk tutupan lahan DAS yang sesuai dengan kondisi yang ada.
4. Kesadaran masyarakat disekitar DAS Way Besai agar selalu menjaga kelestarian demi mengurangi resiko sedimentasi Sungai Way Besai yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arba Darajat. (2013). *Analisis Sedimentasi Untuk Studi Kelayakan PLTA Pada Way Semaka Dan Way Semung*. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik.Universitas Lampung.
- Ashadi Maryanto, Kukuh MurtiLaksana, dan Latief Mahir Rachman (2014). *Perencanaan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Sumberdaya Air Di DAS Way Besai – Lampung*. Tugas Akhir Program Pasca Sarjana Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Astika Murni Lubis. (2016). *Analisis Sedimentasi Di Sungai Way Besai*. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik.Universitas Lampung.
- Bruno Verbist, Andree Ekadinata Putra, dan Suseno Budidarsono. (2004). *Penyebab Alih Guna Lahan Dan Akibatnya Terhadap Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS) Pada Lansekap Agroforestri Berbasis Kopi Di Sumatera*. Volume 26 No.1.
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) provinsi Lampung. (2016). *Peta Landsytem Dan Peta penutupan Lahan*. Lampung: BPDAS Provinsi Lampung
- Sitanala Arsyad. (1989). *Konservasi Tanah dan Air. Edisi Pertama*. IPB Press. Bogor

