

**OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
WAY LINTI**

Tesis

Oleh

**ALFI SOFYAN
NPM 1924151001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
WAY LINTI**

Oleh
ALFI SOFYAN

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER KEHUTANAN

Pada

Program Studi Magister Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY LINTI

Oleh

ALFI SOFYAN

Daya dukung DAS merupakan salah satu indikator untuk menilai apakah suatu DAS dapat menjalankan fungsinya dengan baik. DAS dengan daya dukung yang buruk akan mengakibatkan wilayah tersebut menjadi rawan akan terjadinya bencana alam seperti banjir, longsor maupun kekeringan. Analisis daya dukung DAS sangat penting untuk mengetahui apakah tujuan pengelolaan DAS telah tercapai melalui kegiatan pengelolaan DAS yang telah dilakukan dan selanjutnya dapat digunakan sebagai umpan balik perbaikan perencanaan pengelolaan DAS ke depan. Hasil evaluasi daya dukung pengelolaan DAS merupakan gambaran kondisi daya dukung DAS. Analisis daya dukung DAS Way Linti dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS. Hasil penelitian ini menunjukkan skor nilai kondisi aktual daya dukung DAS Way Linti adalah 108,75 yang termasuk ke dalam kondisi sedang. Simulasi untuk perbaikan daya dukung DAS Way Linti dilakukan dengan simulasi Skenario-1 dengan 30 % wilayah DAS berhutan menurut UU Kehutanan No. 41 tahun 1999 pasal 18 didapat nilai Kinerja DAS sebesar 103,75 termasuk ke dalam kelas Sedang. Simulasi Skenario 2 yaitu seluruh Kawasan Hutan yang ada di DAS Way Linti direhabilitasi sehingga proporsi penutupan lahan di dalam Kawasan hutan adalah sebesar 100 % didapat nilai Kinerja DAS sebesar 88,75 termasuk ke dalam kelas Baik. Hasil perhitungan untuk kebutuhan biaya Rehabilitasi Hutan dan Lahan dalam rangka peningkatan Daya Dukung DAS Way Linti Skenario-1 dengan luas wilayah yang direhabilitasi seluas 167,68 Ha sebesar Rp. 640.705.288. Kebutuhan biaya untuk target rehabilitasi Skenario-2 dengan luas wilayah yang direhabilitasi seluas 532,03 Ha adalah sebesar Rp. 2.032.886.630.

Kata kunci : Daerah Aliran Sungai, Daya Dukung DAS, Rehabilitasi Hutan dan Lahan.

ABSTRACT

PERFORMANCE OPTIMIZATION OF THE WAY LINTI WATERSHED AREA

By

ALFI SOFYAN

Watershed performance is an indicator to assess whether a watershed can carry out its functions properly. Watersheds with poor performance will result in the area being prone to natural disasters such as floods, landslides and droughts. Analysis of watershed performance is very important to find out whether the objectives of watershed management have been achieved through the watershed management activities that have been carried out and can then be used as feedback for improving watershed management planning in the future. The results of the performance evaluation of watershed management are an illustration of the condition of the watershed's carrying capacity. The Way Linti Watershed Performance Analysis was carried out based on Minister of Forestry Regulation Number 61 of 2014 concerning Monitoring and Evaluation of Watershed Performance. The results of this study indicate that the score for the actual condition of the performance of the Way Linti watershed is 108.75 which is included in moderate conditions. The simulation for improving the performance of the Way Linti watershed is carried out by simulating Scenario-1 with 30% of the watershed area being forested according to Forestry Law no. 41 of 1999 article 18 obtained a DAS Performance value of 103.75 included in the Medium class. Scenario 2 simulation, namely that all forest areas in the Way Linti watershed are rehabilitated so that the proportion of land cover in the forest area is 100%, the watershed performance value is 88.75, which is included in the Good class. The calculation results for the need for costs for Forest and Land Rehabilitation in order to improve the performance of the Way Linti Scenario-1 watershed with an area of 167.68 Ha to be rehabilitated is Rp. 640,705,288. The cost required for the rehabilitation target for Scenario-2 with an area of 532.03 Ha being rehabilitated is Rp. 2,032,886,630.

Keywords: Watershed, Watershed Performance, Forest and Land Rehabilitation,

Judul Tesis : **OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH
ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY LINTI**

Nama Mahasiswa : **Alfi Sofyan**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1924151001

Program Studi : **Magister Kehutanan**

Fakultas : **Pertanian**

Menyetujui,

1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.

NIP. 19641223 199403 1 003

Pembimbing Kedua

Pembimbing Ketiga

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002

Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.

NIP. 19780724 200511 1 003

2. **Ketua Program Studi Magister Kehutanan**

Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.

NIP. 19760123 200604 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.



Sekretaris I : Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.



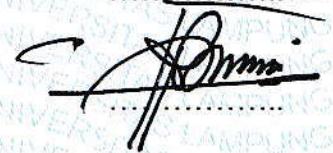
Sekretaris II : Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.



Penguji I
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.

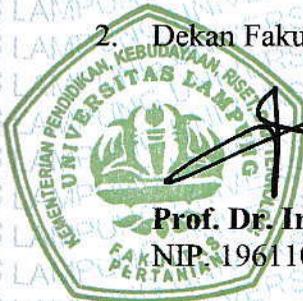


Penguji II
Bukan Pembimbing : Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.



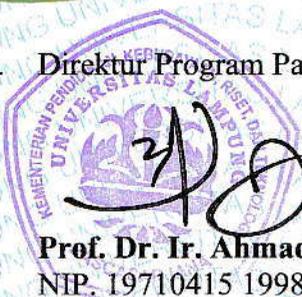
2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002



3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP. 19710415 199803 1 005



Tanggal Lulus Ujian Tesis : 9 Februari 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa: Tesis dengan judul **“OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY LINTI”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulisan lain dengan cara tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.

1. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2023
Pembuat pernyataan,



Alfi Sofyan
NPM 1924151001

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 12 Oktober 1991, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Fathurahman, S.H. dan Ibu Dra. Bibi Kholifah. Penulis memiliki istri bernama Jehan Jessica Sulaiman, S.Psi. Jenjang pendidikan penulis dimulai pada tahun 1996 di TK Kartika II-27 Bandar Lampung, melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Kartika II-5 Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2003, penulis meneruskan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al-Kautsar Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2006. Pada tahun yang sama penulis meneruskan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 9 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2009.

Penulis melanjutkan jenjang Pendidikan tinggi di Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 2009. Penulis berhasil mendapatkan gelar Sarjana Kehutanan pada 16 Mei 2014 dengan menyelesaikan skripsi yang berjudul: *Estimasi Tingkat Emisi Rujukan (Reference Emission Level) Sebagai Baseline Perencanaan Tata Guna Lahan Untuk Pembangunan Rendah Emisi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan studi Pascasarjana Magister Kehutanan di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penulis saat ini bekerja sebagai Aparatur Sipil Negara sebagai Analis Data pada Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “ **OPTIMALISASI DAYA DUKUNG DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY LINTI.**”

Penulis menyadari bahwa sulit untuk menyelesaikan tesis ini tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus sebagai Pembimbing Kedua dan atas waktu, bimbingan, arahan dan dukungannya selama perkuliahan, penelitian dan penyusunan tesis.
3. Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan atas bimbingan dan dukungannya selama penyusunan tesis.
5. Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si., selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Magister Kehutanan dan Penguji Kedua atas bimbingan dan dukungannya selama perkuliahan dan penyusunan tesis.
6. Dr Hj. Bainah Sari Dewi, S.Hut, MP IPM. Selaku pembimbing akademik atas waktu dan bimbingan selama perkuliahan dan penyelesaian tesis.
7. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S., selaku Pembimbing Utama atas waktu, bimbingan, arahan dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan tesis.
8. Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si., selaku pembimbing ketiga atas bimbingan, nasehat dan arahnya yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan tesis.

9. Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si., selaku Penguji Pertama atas kritikan, masukan, saran dan nasehat yang telah diberikan selama penyusunan tesis ini.
10. Idi Bantara, S.Hut.T., M.Sc. selaku Kepala Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung atas dukungan dan motivasi yang diberikan selama perkuliahan dan penyusunan tesis.
11. Ayah Fathurahman, S.H. dan Ibu Dra. Bibi Kholifah yang selalu mendokan, sabar dan ikhlas dalam mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang. *hanya doa yang selalu ananda panjatkan semoga Allah menerima semua amal ibadah, diampuni semua dosa-dosanya, dan dimasukkan ke dalam syurga Mu Yaa Allah. Aamiin.*
12. Adik – adik tercinta Ayu Sofia dan Hilman Afif yang selalu mendukung dan mendoakan selama ini.
13. Istriku tercinta Jehan Jessica Sulaiman, S.Psi. atas doa, kasih sayang, pengertian, motivasi, dukungan dan kesabaran yang diberikan selama ini.
14. Taufik Aulia, S.Hut., M.Sc. selaku Kepala Seksi Penguatan Kelembagaan DAS, dan pejabat struktural lainnya, rekan-rekan kerja Ahmad Khairil Fajri, Apriadi, Wahyu Hidayat, Wiwi Widyana, Slamet, Firmansyah, Sayahbandi, Yaya Darya, Hendro Martin Nainggolan, Ade Gusmarizal, Nidya Bela, Widi Fitriana, dan Harfya serta keluarga besar BPDAS Way Seputih Way Sekampung yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas dukungan, motivasi, kebersamaan dan kekeluargaannya selama ini.
15. Sahabat seperjuangan Magister Kehutanan angkatan 2019 atas persahabatan, doa, dukungan serta kebersamaan kepada penulis.
16. Segenap dosen Magister Kehutanan Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis.
17. Segenap karyawan Magister Kehutanan Universitas Lampung yang telah membantu kelancaran urusan akademik maupun administrasi selama masa perkuliahan.
18. Serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini semoga Allah SWT dapat membalaskan kebaikan kepada kalian semua.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, namun semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Amin.

Bandar Lampung, Februari 2023
Penulis

Alfi Sofyan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Daur Hidrologi	5
2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)	6
2.2.1. Vegetasi	8
2.2.2. Tanah	9
2.2.3. Sungai	10
2.2.4. Manusia dan Segala Aktivitasnya	11
2.3. Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014	11
III. METODE PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu	15
3.2. Alat dan Bahan	16
3.2.1. Alat dan Bahan Analisis Penggunaan Lahan... ..	16
3.2.2. Alat dan Bahan Analisis Tata Air.. ..	16
3.2.3. Alat dan Bahan Analisis Sosial Ekonomi.. ..	16
3.2.4. Alat dan Bahan Analisis Investasi Bangunan Air.. ..	17
3.2.5. Alat dan Bahan Analisis Pemanfaatan Ruang Wilayah.. ..	17
3.3. Metode	17
3.3.1. Analisis Penggunaan Lahan.. ..	17
3.3.1.1. Lahan Kritis.....	17
3.3.1.2. Penutupan Vegetasi (PPV).....	18
3.3.1.3. Indek Erosi (IE).....	18
3.3.2. Analisis Tata Air.	22
3.3.2.1. Koefisien Regim Aliran (KRA).	23
3.3.2.2. Koefisien Aliran Tahunan (KAT).	23
3.3.2.3. Sedimentasi (S).	25
3.3.2.4. Banjir.....	26
3.3.2.5. Indeks Penggunaan Air (IPA).	27
3.3.3. Analisis Data Sosial Ekonomis.	27
3.3.3.1. Tekanan Penduduk.....	28

3.3.3.2. Tingkat Kesejahteraan Penduduk.....	28
3.3.3.3. Keberadaan dan Penegakan Aturan	29
3.3.4. Analisis Data Investasi Bangunan.....	29
3.3.4.1 Klasifikasi Kota.....	30
3.3.4.2. Klasifikasi Nilai Bangunan Air.....	30
3.3.5. Analisis Data Pemanfaatan Ruang Wilayah	31
3.3.5.1. Kawasan Lindung.....	31
3.3.5.2. Kawasan Budidaya.....	32
3.3.6. Pengembangan Pengelolaan DAS Way Linti dengan Intervensi Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)..	33
3.3.7. Analisis Daya Dukung/Kinerja Daerah Aliran Sungai (DAS)...	33
3.3.8. Perhitungan Biaya untuk Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL).	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Kondisi Lahan	36
4.1.1. Lahan Kritis.....	36
4.1.2. Penutupan Vegetasi (PPV).....	37
4.1.3. Indek Erosi	38
4.2. Tata Air	39
4.2.1. Koefisien Regim Aliran (KRA)	43
4.2.2. Koefisien Aliran Tahunan (KAT).	43
4.2.3. Muatan Sedimen (S).....	45
4.2.4. Banjir.....	46
4.2.5. Indeks Penggunaan Air (IPA).	47
4.3. Sosial dan Ekonomi	48
4.3.1. Tekanan Penduduk	48
4.3.2. Tingkat Kesejahteraan Penduduk.....	50
4.3.3. Keberadaan dan Penegakan Aturan	51
4.4. Investasi Bangunan	51
4.4.1. Klasifikasi Kota.....	51
4.4.2. Klasifikasi Nilai Bangunan Air.....	52
4.5. Pemanfaatan Ruang Wilayah	53
4.5.1. Kawasan Lindung.....	53
4.5.2. Kawasan Budidaya.....	54
4.6. Analisis Skenario Penurunan Lahan Kritis.	55
4.7. Analisis Skenario Penurunan Indek Erosi.....	56
4.8. Analisis Skenario Penurunan Koefisien Aliran Tahunan (KAT)...	57
4.9. Kondisi Daya Dukung DAS.....	57
4.10. Analisis Pembiayaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	62
A. Kesimpulan	62
D. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Aspek Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.....	12
Tabel 2. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Lahan Kritis	19
Tabel 3. Sub Kriteria, Bobot, Nilai, dan Klasifikasi Penutupan Vegetasi	19
Tabel 4. Jenis Tanah dan Nilai Erodibilitas Tanah	20
Tabel 5. Variasi Nilai C dan P untuk Berbagai Penutupan Lahan	22
Tabel 6. Sub Kriteria, Bobot, Nilai, dan Klasifikasi Indek Erosi	22
Tabel 7. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Koefisien Rezim Aliran	23
Tabel 8. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan.....	24
Tabel 9. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Muatan Sedimen.....	26
Tabel 10. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Banjir	26
Tabel 11. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Indeks Penggunaan Air	27
Tabel 12. Sub Kriteria, Bobot, Nilai, dan Klasifikasi Tekanan Penduduk.....	28
Tabel 13. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Penduduk.....	29
Tabel 14. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Keberadaan dan Penegakan Aturan	29
Tabel 15. Kriteria Kawasan Perkotaan Berdasarkan Jumlah Penduduk.....	30
Tabel 16. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Kota	30
Tabel 17. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Nilai Bangunan Air.....	31
Tabel 18. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Kawasan Lindung.....	32
Tabel 19. Sub Kriteria, Bobot, Nilai dan Klasifikasi Kawasan Budidaya	32
Tabel 20. Bobot dan nilai dari parameter tata air untuk analisis kinerja DAS.	34
Tabel 21. Klasifikasi Kondisi Daya Dukung DAS	34
Tabel 22. Harga Satuan Pokok Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.....	35
Tabel 23. Kondisi Kekritisn Lahan DAS Way Linti	36
Tabel 24. Bobot Skor Lahan Kritis DAS Way Linti.....	37
Tabel 25. Penutupan Vegetasi Sub DAS Way Linti	37
Tabel 26. Persentase Penutupan Vermanen (PPV) DAS Way Linti.....	38
Tabel 27. Kriteria, Bobot, Nilai dan Kasifikasi Indek Erosi.....	39
Tabel 28. Rekapitulasi curah hujan di DAS Way Linti Tahun 2021.....	41
Tabel 29. Debit Harian rata-rata Sungai Way Linti Tahun	42
Tabel 30. Klasifikasi nilai KRA DAS Way Linti tahun 2021.....	42

Tabel 31. Debit bulanan, curah hujan dan run off di DAS Way Linti Tahun 2021	43
Tabel 32. Rekap Curah hujan, run off dan Direct Run Off di DAS Way Linti Tahun 2021	44
Tabel 33. Nilai Koefisien Aliran Tahunan DAS Way Linti Tahun 2021	44
Tabel 34. Muatan Sedimen DAS Way Linti Tahun 2021	45
Tabel 35. Nilai Banjir pada DAS Way Linti Tahun 2021	46
Tabel 36. Perkiraan kebutuhan Air pada DAS Linti Tahun 2021 berdasarkan Jumlah penduduk	46
Tabel 37. Skor Nilai IPA DAS Way Linti Tahun 2021	47
Tabel 38. Tekanan Penduduk terhadap lahan di DAS Way Linti	48
Tabel 39. Klasifikasi Nilai Tekanan Penduduk di DAS Way Linti	49
Tabel 40. Tingkat Kesejahteraan Penduduk (TKP) di DAS Way Linti	49
Tabel 41. Nilai dan Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Penduduk DAS Way Linti	50
Tabel 42. Nilai Skoring KPA pada DAS Way Linti	51
Tabel 43. Nilai Skoring Klasifikasi Kota pada DAS Way Linti	51
Tabel 44. Nilai Skoring Bangunan air pada DAS Way Linti	52
Tabel 45. Luas kawasan lindung dan liputan vegetasi pada DAS Way Linti ..	53
Tabel 46. Nilai dan klasifikasi Kawasan Lindung pada DAS Way Linti	53
Tabel 47. Luas kawasan Budidaya dan kelerengan 0-25% pada DAS Way Linti	54
Tabel 48. Nilai dan klasifikasi Kawasan Lindung pada DAS Way Linti	54
Tabel 49. Hasil Analisis Skenario Lahan Kritis	55
Tabel 50. Kelas Kekritisan Lahan Skenario Lahan Kritis	55
Tabel 51. Skenario Penurunan Indek Erosi	56
Tabel 52. Skenario Penurunan Koefisien Aliran Tahunan (KAT) DAS Way Linti	56
Tabel 53. Bobot dan nilai dari parameter Analisis Kinerja DAS	58
Tabel 54. Kondisi dan Daya Dukung DAS (DDD) Way Linti	59
Tabel 55. Pembiayaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian	5
Gambar 2. Peta batas DAS Way Linti	16

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan kesatuan ekosistem alami yang utuh dari hulu hingga hilir. DAS bukan hanya sungai tetapi mencakup wilayah daratan di atas badan sungai yang batasnya di daratan berupa pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktifitas daratan. Seluruh daratan terbagi habis dalam DAS dan semua orang hidup di dalam DAS. Untuk itu DAS perlu dilindungi dan diurus dengan sebaik-baiknya serta wajib dikembangkan dan didayagunakan secara optimal dan berkelanjutan melalui upaya pengelolaan DAS untuk sebesar-besarnya kesejahteraan masyarakat (Banuwa, 2012)

Daerah aliran sungai (DAS) dapat dipandang sebagai sistem alami yang menjadi tempat berlangsungnya proses-proses biofisik hidrologis maupun kegiatan sosial-ekonomi masyarakat yang kompleks (Paimin, 2012). Proses-proses biofisik hidrologis DAS merupakan proses alami sebagai bagian dari suatu daur hidrologi atau yang dikenal sebagai siklus air. Sedang kegiatan sosial-ekonomi masyarakat merupakan bentuk intervensi manusia terhadap sistem alami DAS, seperti pengembangan perkotaan, pembuatan bangunan air, pengembangan lahan kawasan lindung dan budidaya. Hal ini tidak lepas dari semakin meningkatnya tuntutan atas sumber daya alam (air, tanah, dan hutan) yang menyebabkan meningkatnya tekanan penduduk terhadap lahan yang membawa akibat pada perubahan kondisi daya dukung DAS (Permenhut Nomor 61 Tahun 2014).

Perubahan kondisi daya dukung DAS sebagai dampak pemanfaatan lahan yang tidak terkendali tanpa memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air dapat mengakibatkan peningkatan erosi dan sedimentasi, penurunan penutupan vegetasi, dan percepatan degradasi lahan. Hasil akhir perubahan ini tidak hanya berdampak nyata secara biofisik berupa peningkatan luas lahan kritis, penurunan kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran, namun juga secara sosial ekonomi menyebabkan masyarakat menjadi semakin kehilangan kemampuan untuk berusaha di lahannya dan penurunan kesejahteraan masyarakat

Pengelolaan DAS bertujuan untuk mewujudkan kesadaran, kemampuan dan partisipasi aktif lembaga terkait dan masyarakat dalam pengelolaan DAS yang lebih baik, mewujudkan kondisi lahan yang produktif sesuai dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan DAS secara berkelanjutan, mewujudkan kuantitas, kualitas dan keberlanjutan ketersediaan air yang optimal menurut ruang dan waktu dan mewujudkan peningkatan kesejahteraan masyarakat (Permenhut Nomor 61 Tahun 2014).

Terbitnya Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS menjadi landasan hukum bagi penyelenggaraan pengelolaan DAS untuk mengkoordinasikan, mengintegrasikan, mensinkronisasikan dan mensinergikan pengelolaan DAS dalam rangka meningkatkan daya dukung DAS. Pengelolaan DAS diselenggarakan melalui perencanaan, pelaksanaan, peran serta dan pemberdayaan masyarakat, pendanaan, monitoring dan evaluasi, pembinaan dan pengawasan serta mendayagunakan sistem informasi pengelolaan DAS.

Analisis daya dukung DAS merupakan salah satu instrumen untuk menilai apakah suatu DAS dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Daerah Aliran Sungai (DAS) dikatakan sehat, apabila memiliki kemampuan untuk menyediakan kebutuhan semua ekosistem yang digunakan sebagai ukuran seberapa baik kegiatan pengelolaan sumber daya mampu menyeimbangkan kebutuhan dan fungsi ekologi serta integritas dalam DAS (Sriyana, 2019). DAS dengan daya dukung yang buruk akan mengakibatkan wilayah tersebut menjadi rawan akan terjadinya bencana alam seperti banjir, longsor maupun kekeringan. Selain itu

dapat memberikan dampak negatif bagi kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Analisis daya dukung DAS sangat penting untuk mengetahui apakah tujuan pengelolaan DAS telah tercapai melalui kegiatan pengelolaan DAS yang telah dilakukan dan selanjutnya dapat digunakan sebagai umpan balik perbaikan perencanaan pengelolaan DAS ke depan. Hasil evaluasi daya dukung pengelolaan DAS merupakan gambaran kondisi daya dukung DAS.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mengamanatkan melalui Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.61 tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS untuk menilai kinerja atau daya dukung dari suatu wilayah DAS. DAS Way Linti merupakan bagian hulu dari DAS Way Sekampung yang masuk ke dalam kategori 108 DAS yang dipulihkan menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Selain itu daerah DAS Way Linti merupakan daerah hulu dari Kawasan Konservasi Taman Hutan Rakyat (Tahura) Wan Abdul Rahman. Maka penilaian daya dukung DAS Way Linti perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi DAS saat ini dan rekomendasi pengelolaan DAS untuk kedepannya agar pengelolaan DAS dapat berjalan dengan lestari dan berkelanjutan.

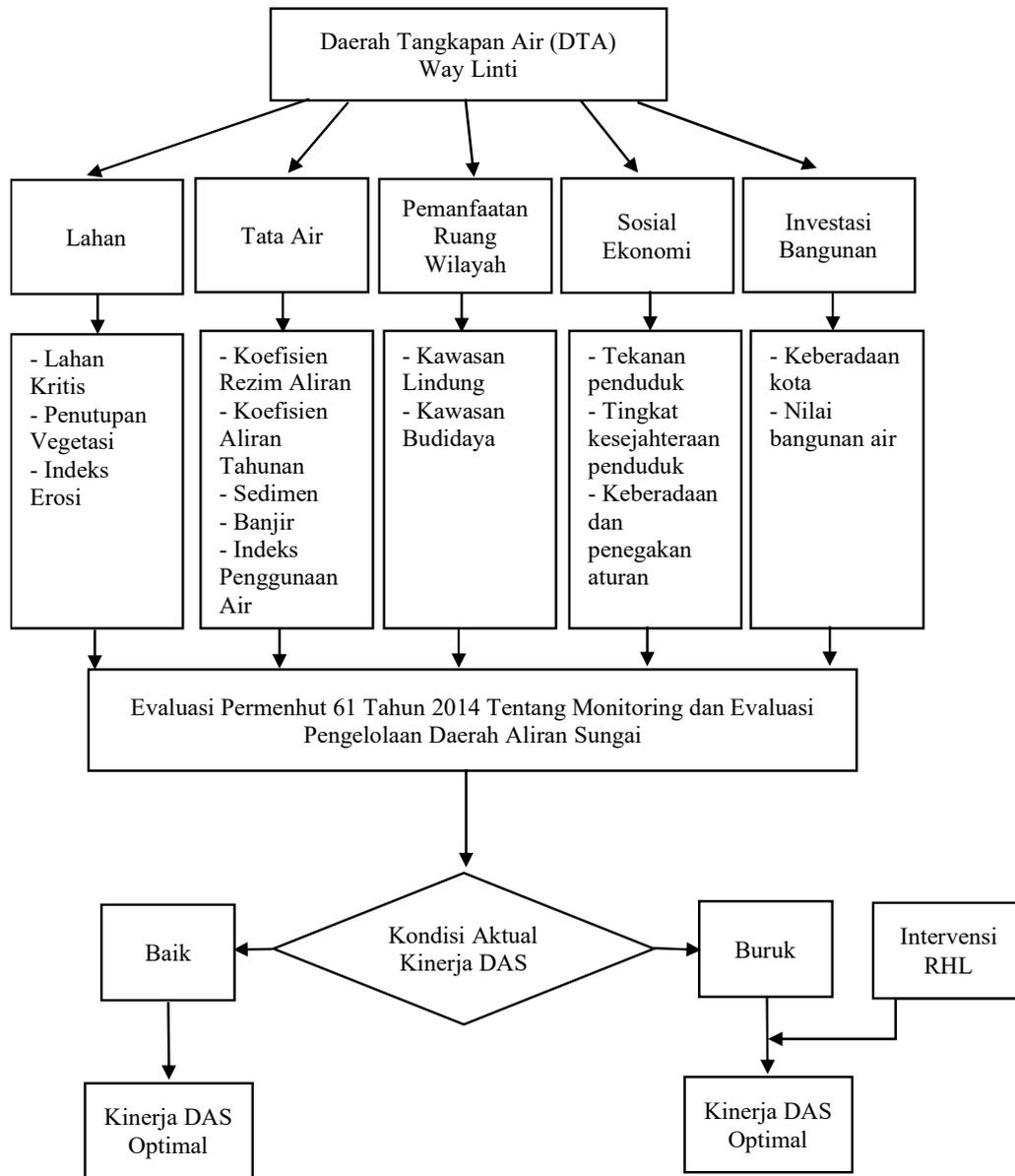
1.2. Tujuan

1. Mengetahui Daya Dukung DAS Way Linti berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS
2. Melakukan simulasi skenario peningkatan Daya Dukung DAS Way Linti melalui kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.
3. Melakukan perhitungan kebutuhan biaya untuk Rehabilitasi Hutan dan Lahan.

1.3. Kerangka Pemikiran

Analisis berbagai indikator daya dukung DAS yang meliputi komponen biofisik, hidrologis, sosial ekonomi, investasi bangunan dan pemanfaatan ruang wilayah DAS merupakan upaya mengumpulkan dan menghimpun data dan informasi yang dibutuhkan untuk tujuan evaluasi daya dukung pengelolaan DAS. Monitoring terhadap indikator daya dukung DAS tersebut dilakukan secara periodik paling sedikit setiap tahun sekali.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka dipandang perlu untuk dilakukan kegiatan Analisis Daya Dukung DAS sebagai arahan dalam pengelolaan DAS yang dihimpun dari hasil monev tata air, sosek, investasi bangunan, dan pemanfaatan tata ruang wilayah sesuai dengan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P. 61/Menhut-II/2014 dapat dideteksi sedini mungkin sehingga upaya – upaya pengelolaannya dapat dilakukan secara tepat baik waktu, ruang, maupun pelaksanaan kegiatannya oleh para pihak terkait.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daur Hidrologi

Menurut Asdak (2010), dalam daur hidrologi, energi panas matahari dan faktor – faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi dan tanah, di laut atau badan – badan air lainnya. Uap air sebagai hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun datar, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Sebelum mencapai permukaan tanah, air hujan tersebut akan tertahan oleh tajuk vegetasi. Konsep daur hidrologi dapat diperluas dengan memasukkan gerakan/perjalanan sedimen, unsur – unsur hara, dan biota yang terlarut dalam air. Dengan menelaah konsep daur hidrologi secara lebih luas, maka pengertian istilah daur lalu dapat digunakan sebagai konsep kerja untuk analisis dari berbagai permasalahan, misalnya dalam perencanaan dan evaluasi pengelolaan DAS. Dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara, yaitu air lolos (*throughfall*), aliran batang (*stemflow*) dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi. Gabungan evaporasi uap air hasil proses transpirasi dan intersepsi dinamakan evapotranspirasi. Sedang air larian dan air infiltrasi akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran (*discharge*).

Menurut Seyhan (1990), daur hidrologi diberi batasan sebagai suksesi tahapan-tahapan yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer, evaporasi dari tanah atau laut maupun air pedalaman, kondensasi untuk membentuk awan, presipitasi, akumulasi di dalam tanah maupun dalam tubuh air, dan evaporasi kembali. Daur hidrologi mempunyai manfaat yang kecil bagi

hidrolog yang terlibat dengan pengkajian terinci, kuantitatif dari terjadinya air dan gerakannya. Namun, daur tersebut berguna untuk memberikan konsep pengantar mengenai bagaimana air bersirkulasi secara umum dan proses-proses yang terlibat dalam sirkulasi ini.

Menurut Tchakerian (2015), dasar konsep dari hidrologi adalah siklus hidrologi yang digambarkan dalam skala ruang dan waktu yang berbeda. Secara global siklus hidrologi merupakan proses terus menerus yang menghubungkan air di atmosfer dengan air yang di darat maupun di laut. Pergerakan air dari ruang satu ke yang lain terjadi melalui tiga fase, misalnya pergerakan air dari permukaan tanah ke atmosfer terjadi dalam fase uap (penguapan dan kondensasi), fase cair yaitu hujan dan fase padat yaitu salju.

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak – anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (UU Nomor 17 Tahun 2019).

Menurut Asdak (2010) Daerah Aliran Sungai merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung – punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan Daerah Tangkapan Air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam. Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal – hal sebagai berikut : merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah

dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut : merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/ gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi daerah dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas.

Hakekat DAS selain sebagai suatu wilayah bentang lahan dengan batas topografi serta suatu wilayah kesatuan ekosistem, juga merupakan suatu wilayah kesatuan hidrologi. Sebagai satu kesatuan hidrologi, DAS berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses hidrologi yang mengubah input menjadi output (*Journal of Evaluation and Monitoring Sub Watershed*). Input yang dimaksud adalah berupa presipitasi salah satunya adalah air hujan. Sistem DAS merupakan respon terhadap aliran langsung dan aliran dasar, sedangkan output atau keluarannya adalah aliran permukaan (*run off*) atau yang biasa disebut hasil air atau debit air atau volume limpasan. DAS juga berfungsi sebagai daerah penyangga (*buffer*) air tanah dalam wilayah tersebut (Viaud et al., 2004). Asdak (2010) menyatakan bahwa komponen-komponen DAS terdiri dari vegetasi, tanah, sungai dan manusia dengan segala aktivitasnya. Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

2.2.1. Vegetasi

Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah. Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Oleh

karena kebutuhan manusia akan pangan, sandang dan permukiman, maka semua tanah tidak dapat dibiarkan tertutup hutan dan padang rumput (Arsyad, 2010). Styczen dan Morgan (1995) dalam Arsyad (2010) menyatakan bahwa vegetasi mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, ke tanah dan batuan di bawahnya.

Oleh karena itu, vegetasi mempengaruhi volume air yang masuk ke sungai dan danau, ke dalam tanah dan cadangan air bawah tanah. Bagian vegetasi yang ada di atas permukaan tanah seperti daun dan batang, menyerap energi perusak hujan sehingga mengurangi dampaknya terhadap tanah, sedangkan bagian vegetasi yang ada di dalam tanah yang terdiri atas sistem perakaran, meningkatkan kekuatan mekanik tanah.

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam (1) intersepsi air hujan, (2) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak hujan dan aliran permukaan, (3) pengaruh akar, bahan organik sisa-sisa tumbuhan yang jatuh di permukaan tanah dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif dan pengaruhnya terhadap stabilitas struktur porositas tanah dan (4) transpirasi yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air tanah (Arsyad, 2010).

Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya sangat berkurang, atau memiliki aliran permukaan (*run off*) yang tinggi. Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan akan kuat mempengaruhi aliran sungai, sehingga adanya perubahan penggunaan lahan akan berdampak pada aliran sungai. Beberapa faktor yang menyebabkan perubahan penggunaan lahan adalah adanya tekanan penduduk di darat, perambahan hutan dan kegiatan kehutanan masyarakat (Yuwono, 2011). Fluktuasi debit sungai yang sangat berbeda antara musim hujan dan kemarau, menandakan fungsi DAS yang tidak bekerja dengan baik. Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti

tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010).

2.2.2. Tanah

Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen – Komponen padat, cair dan gas yang mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik. Ilmu tanah memandang tanah dari dua konsep utama, yaitu sebagai hasil pelapukan bahan induk melalui proses biofisika kimia dan sebagai habitat tumbuhan (Arsyad, 2010).

Berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbeda – beda. Kepekaan erosi tanah atau mudah tidaknya tanah tererosi adalah fungsi berbagai interaksi sifat-sifat dan kimia tanah. Sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi erosi adalah (1) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas menahan air dan (2) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan penghancuran agregat tanah oleh tumbukan butir-butir hujan dan aliran permukaan (Arsyad, 2010). Sifat fisik tanah terdiri dari partikel-partikel mineral dan organik dengan berbagai ukuran. Partikel-partikel tersebut tersusun dalam bentuk matriks yang pori-porinya kurang lebih 50% sebagian terisi oleh air dan sebagian terisi oleh udara. Secara esensial, semua penggunaan tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah. Dalam kaitannya dengan konservasi tanah dan air, sifat fisik tanah yang berpengaruh meliputi ; tekstur, struktur, infiltrasi dan kandungan bahan organik (Suripin 2004).

Tekstur tanah merupakan satu-satunya sifat fisik tanah yang tetap dan tidak udah diubah oleh tangan manusia. Tekstur tanah dikelompokkan atas berbagai kelas berdasarkan perbandingan antara pasir, debu dan liat seperti dilihat pada Gambar 1. Erosi dapat menyebabkan berubahnya tekstur tanah karena terkikisnya tanah lapisan permukaan atau diendapkannya tanah yang terkikis dari tempat lain yang lebih tinggi sehingga adanya perbedaan kelerengan juga memungkinkan terjadinya perbedaan tekstur tanah, dimana pada kelerengan curam fraksi liat

mulai berkurang karena sebagian telah terbawa menuju ke lereng di bawahnya oleh aliran permukaan pada saat terjadinya hujan. Batang, ranting dan kerapatan tajuk pohon berkayu berperan menghalangi tumbukan air hujan secara langsung ke permukaan tanah sehingga mencegah hancurnya agregat tanah. Sistem akar-akaran secara fisik mengikat atau menahan partikel tanah, sedangkan bagian yang berada di atas tanah menyaring sedimen ke luar aliran permukaan (Hardiyatmo, 2002).

2.2.3. Sungai

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai dapat juga digunakan dalam berbagai aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain – lain. Dalam bidang pertanian, sungai berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi. Air sungai berasal dari hujan yang masuk ke dalam sungai dalam bentuk aliran permukaan, aliran air bawah permukaan, air bawah tanah dan butir-butir air hujan yang langsung jatuh di permukaan sungai. Debit aliran sungai akan naik setelah terjadi hujan yang cukup, kemudian akan turun kembali setelah hujan selesai (Arsyad, 2010).

2.2.4. Manusia dan Segala Aktivitasnya

Pertumbuhan manusia yang cepat menyebabkan perbandingan antara jumlah penduduk dengan lahan pertanian tidak seimbang. Hal ini telah menyebabkan kepemilikan lahan semakin sempit. Keterbatasan lapangan kerja dan kendala keterampilan yang terbatas telah menyebabkan kecilnya pendapatan petani. Keadaan tersebut seringkali mendorong sebagian petani merambah hutan dan lahan yang tidak produktif lainnya sebagai lahan pertanian (Asdak 2010). Perambahan hutan untuk kegiatan pertanian telah meningkatkan koefisien air larian, yaitu meningkatkan jumlah air hujan menjadi air larian, dan dengan demikian, meningkatkan debit sungai. Perambahan hutan juga mengakibatkan hilangnya serasah dan humus yang dapat menyerap air hujan. Dalam skala besar,

dampak kejadian tersebut adalah terjadi gangguan perilaku aliran sungai. Pada musim hujan debit air sungai meningkat tajam, sedangkan pada musim kemarau debit air sangat rendah. Dengan demikian, akan terjadi resiko banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau meningkat (Asdak 2010).

2.3. Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014

Daerah aliran sungai sebagai ekosistem alami berlaku proses-proses biofisik hidrologis di dalamnya dimana proses-proses tersebut merupakan bagian dari suatu daur hidrologi atau siklus air. Jika ekosistem DAS tersebut dipandang sebagai suatu sistem pengelolaan maka komponen-komponen DAS bisa dipilah atas faktor-faktor masukan, prosesor, dan luaran. Setiap masukan ke dalam ekosistem DAS dapat diprakirakan proses yang telah, sedang, dan akan terjadi melalui monitoring dan evaluasi luaran (hasil) dari DAS tersebut. Masukan ke dalam DAS dapat berupa curah hujan yang bersifat alami dan manajemen yang merupakan bentuk intervensi manusia terhadap sumber daya alam seperti teknologi yang tertata dalam struktur sosial ekonomi dan kelembagaan.

Demikian juga DAS, yang dapat dianalogikan sebagai suatu prosesor, karakteristiknya tersusun atas faktor-faktor alami: 1) yang tidak mudah dikelola, seperti geologi, morfometri, relief makro, dan sebagian sifat tanah, dan 2) yang mudah dikelola, seperti vegetasi, relief mikro, dan sebagian sifat tanah. Luaran dari ekosistem DAS yang bersifat off-site (di luar tempat kejadian) berupa aliran air sungai (limpasan), sedimen terangkut aliran air, banjir dan kekeringan; sedangkan luaran on-site (setempat) berupa produktivitas lahan, erosi, dan tanah longsor.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS maka monitoring dan evaluasi yang akan dilakukan adalah monitoring dan evaluasi indikator daya dukung DAS, yaitu sistem monitoring dan evaluasi yang dilakukan secara periodik untuk memperoleh data dan informasi terkait daya dukung DAS. Untuk memperoleh data dan informasi tentang gambaran

menyeluruh mengenai perkembangan daya dukung DAS, khususnya untuk tujuan pengelolaan DAS secara lestari, maka diperlukan kegiatan monitoring dan evaluasi DAS yang ditekankan pada aspek lahan, tata air, sosial ekonomi, nilai investasi bangunan dan pemanfaatan ruang wilayah seperti diuraikan pada Tabel 1:

Tabel 1. Aspek Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

No.	Kriteria	Sub Kriteria	Parameter
A.	Lahan	1. Persentase Lahan Kritis (PLK)	Luas Lahan Kritis $PLK = \frac{\text{Luas Lahan Kritis}}{\text{Luas DAS}} \times 100 \%$
		2. Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)	Luas Penutupan Vegetasi $PPV = \frac{\text{Luas Penutupan Vegetasi}}{\text{Luas DAS}} \times 100 \%$
B.	Kualitas, Kuantitas dan Kontinuitas Air (Tata Air)	1. Koefisien Regim Aliran	Q_{max} $KRA = \frac{Q_{min}}{Q_{max}}$ atau $KRA = \frac{Q_{max}}{Q_n}$
		2. Muatan Sedimen (MS)	$Q_s = k \times C_s \times Q$ atau $MS = A \times SDR$
		3. Banjir	Frekuensi Kejadian Banjir
		4. Indeks Penggunaan Air (IPA)	Kebutuhan Air $IPA = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Persediaan Air}}$ atau $IPA = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{Q_a}$ atau $IPA = \frac{\text{Jumlah Air (Q)}}{\text{Jumlah Penduduk}}$

Tabel 1. Lanjutan.

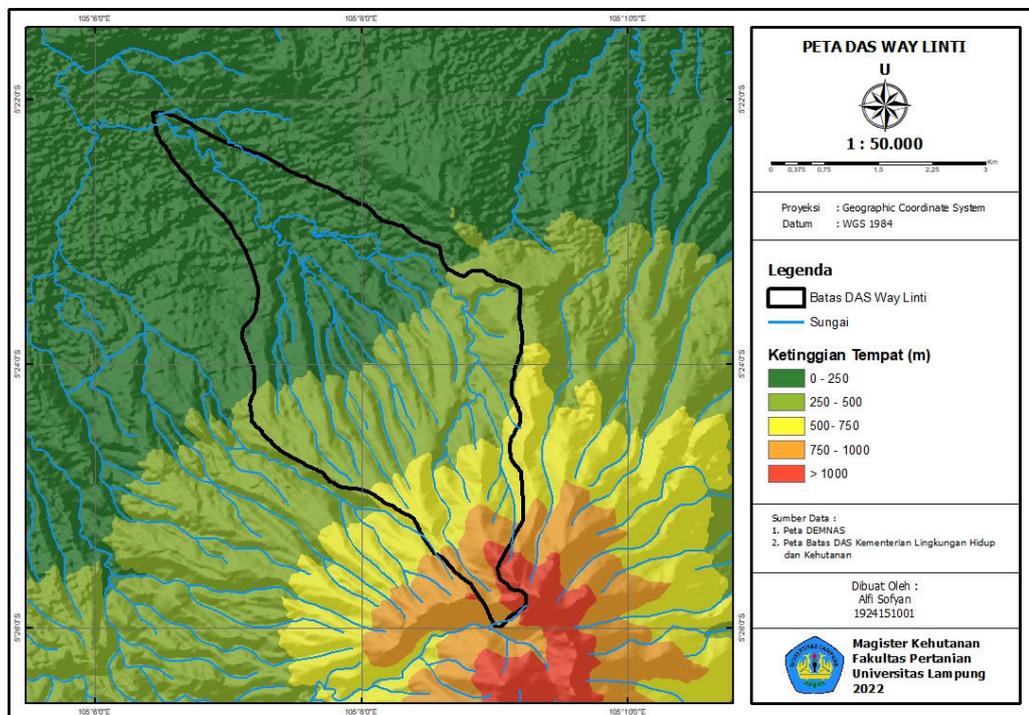
No.	Kriteria	Sub Kriteria	Parameter
		5. Muatan Sedimen (MS)	$Q_s = k \times C_s \times Q$ atau $MS = A \times SDR$
		6. Banjir	Frekuensi Kejadian Banjir
		7. Indeks Penggunaan Air (IPA)	Kebutuhan Air $IPA = \frac{\text{-----}}{\text{Persediaan Air}}$ atau $IPA = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{Q_a}$ atau $IPA = \frac{\text{-----}}{\text{Jumlah Air (Q)}}$ atau $IPA = \frac{\text{-----}}{\text{Jumlah Penduduk}}$
C.	Sosial Ekonomi	1. Tekanan Penduduk (TP)	TP didekati dengan Indeks Ketersediaan Lahan (IKL) $IKL = \frac{A}{P}$ A = Luas Lahan Pertanian B = Jumlah KK Petani
		2. Tingkat Kesejahteraan Penduduk (TKP)	TKP didekati dengan persentase keluarga (KK) miskin dalam DAS (perbandingan jumlah KK miskin dengan jumlah KK total) atau rata-rata pendapatan per kapita per tahun
		3. Keberadaan dan Penegakan Peraturan	Ada tidaknya suatu aturan masyarakat yang berkaitan dengan konservasi
D.	Nilai Investasi Bangunan	1. Klasifikasi Kota	Keberadaan dan status kota
		2. Nilai Investasi Bangunan Air	Nilai bangunan air (waduk/dam/bendungan/saluran irigasi)
E.	Pemanfaatan Ruang Wilayah	1. Kawasan Lindung (KL)	$KL = \frac{\text{Luas liputan vegetasi}}{\text{-----}} \times 100\%$

	Luas kawasan lindung dalam DAS
2. Kawasan Budidaya (KB)	Luas lahan dengan kemiringan 0-25%
	$KB = \frac{\text{Luas kawasan budidaya dalam DAS}}{\text{Luas kawasan lindung dalam DAS}} \times 100\%$

III. METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 (dua) bulan mulai dari bulan Maret sampai dengan bulan April 2022. Penelitian lapangan dilakukan di Wilayah DAS Way Linti secara administrasi lokasi tersebut berada di Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. DAS Way Linti memiliki luas 1.642,82 ha. Secara administratif DAS Way Linti terdapat di Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran.



Gambar 2. Peta batas DAS Way Linti

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat dan Bahan Analisis Penggunaan Lahan

1. Peta DAS/Sub DAS (peta penutupan lahan, penggunaan lahan, pengelolaan lahan, kawasan hutan, kemiringan lahan, bentuk lahan, geologi, tanah, rencana tata ruang wilayah, sebaran hujan/erosivitas)
2. Citra satelit (Citra SPOT 5).
3. Perangkat SIG
4. Blanko pengamatan (tanah, penutupan lahan aktual, pengelolaan lahan, morfoerosi, fisiografi lahan/geomorfologi, geologi/batuan).

3.2.2. Alat dan Bahan Analisis Tata Air

1. Peta jaringan sungai dan Peta topografi/kontur.
2. Perlengkapan untuk peralatan ARR dan AWLR (kertas pias dan tinta).
3. Blanko pengamatan hujan (P), TMA, debit air (Q), dan debit suspensi (Qs).
4. Stasiun Penakar Hujan (SPH, unit penakar hujan - tipe manual/ ombrometer dan atau otomatis/*Automatic Rainfall Recorder* = RR).
5. Stasiun Pengamat Arus Sungai (unit SPAS – tipe peilskal/*Automatic Water Level Recorder* = AWLR).
6. Suspended sampler (pengambil contoh air - muatan sediment & kualitas air).
7. *Currentmeter* (alat pengukur kecepatan aliran sungai).
8. Alat ukur waktu dan meteran.

3.2.3. Alat dan Bahan Analisis Sosial Ekonomi

1. Peta DAS/Sub DAS, serta peta administrasi, penggunaan lahan, kependudukan, dan budaya.
2. Buku data/laporan terkait aspek sosial (kepedulian individu, partisipasi, dan tekanan penduduk/TP).
3. Buku data/laporan terkait aspek ekonomi (ketergantungan penduduk, tingkat pendapatan, produktivitas lahan, jasa lingkungan)
4. Blanko pengamatan (aspek sosial ekonomi)

3.2.4. Alat dan Bahan Analisis Investasi Bangunan Air

1. Peta Administrasi
2. *Tally Sheet*

3.2.5. Alat dan Bahan Analisis Pemanfaatan Ruang Wilayah

1. Peta Adminsitration
2. *Tally Sheet*

3.3. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berpedoman kepada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Ruang lingkup analisis dalam peraturan ini mencakup aspek penggunaan lahan, tata air, sosial dan ekonomi, investasi bangunan air dan pemanfaatan ruang wilayah.

3.3.1. Analisis Penggunaan Lahan

Data yang diperlukan untuk mendukung monitoring kriteria penggunaan lahan DAS indikator-indikatornya adalah :

3.3.1.1.Lahan Kritis

Analisis lahan kritis dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara luas lahan kritis di DAS dengan luas DAS tersebut. Data lahan kritis didapat dari Peta Lahan Kritis yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Perhitungan persentase luas lahan kritis menggunakan klasifikasi sebagaimana tabel 1 :

Tabel 2. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi lahan kritis

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai (%)	Kelas	Skor
Persentase Lahan Kritis (PLK)	20	Luas Lahan Kritis PLK = ---100%	$PLK \leq 5$	Sangat rendah	0,5
			$5 < PLK \leq 10$	Rendah	0,75
			$10 < PLK \leq 15$	Sedang	1
			$15 < PLK \leq 20$	Tinggi	1,25
			$PLLK > 20$	Sangat Tinggi	1,5

3.3.1.2. Penutupan Vegetasi (PPV)

Analisis penutupan vegetasi dilakukan untuk mengetahui perbandingan luas lahan bervegetasi permanen dengan luas DAS. Data penutupan lahan vegetasi permanen diperoleh dari data sekunder hasil interpretasi citra resolusi tinggi (SPOT 5).

Vegetasi yang dianalisis adalah jenis hutan, semak, belukar dan kebun.

Perhitungan persentase luas penutupan vegetasi menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana tabel 2 :

Tabel 3. Sub kriteria, bobot, nilai, dan klasifikasi penutupan vegetasi

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai (%)	Kelas	Skor
Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)	10	L V P PPV = ----x 100% Luas DAS	$PPV > 80$	Sangat baik	0,5
			$60 < PPV \leq 80$	Baik	0,75
			$< PPV \leq 60$	Sedang	1
			$20 < PPV \leq 40$	Buruk	1,25
			$PPV \leq 20$	Sangat buruk	1,5

3.3.1.3. Indek Erosi (IE)

Analisis indek erosi dilakukan untuk mengetahui perbandingan erosi aktual dengan erosi yang diperkenankan. Data erosi aktual diperoleh dari perhitungan erosi dengan metode Universal Soil Loss Equation (USLE). Dari beberapa metode untuk memprakirakan besarnya erosi permukaan, metode USLE yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978) adalah sebagai berikut :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan:

- A = Jumlah tanah hilang maksimum (t/ha/tahun)
 R = Faktor erosivitas hujan
 K = Faktor erodibilitas tanah
 LS = Faktor indeks panjang dan kemiringan lereng
 C = Faktor indeks pengelolaan tanaman
 P = Faktor indeks konservasi tanah

A. Faktor Erosivitas Hujan (R)

Nilai Erosivitas Hujan didapatkan dari data curah hujan bulanan Stasiun Pengamat Arus Sungai (SPAS) yang ditentukan dengan formula yang dikemukakan oleh Bols (1978) dalam Asdak (2010) yaitu :

$$R = 6,119 \times (\text{Rain})^{1,21} \times (\text{Days})^{-0,47} \times (\text{Max P})^{0,53}$$

Keterangan :

- R = Rata – rata indeks erosivitas hujan (unit/bulan)
 (Rain) = Rata – rata jumlah hujan bulanan (cm/bulan)
 (Days) = Rata – rata hujan maksimum per hari (cm)
 (Max P) = Rata – rata jumlah hari hujan per bulan

B. Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah telah ditetapkan pada setiap lahan homogen yang memuat analisis permeabilitas, struktur, tekstur dan kandungan bahan organik. Nilai erodibilitas tanah didapatkan dengan melakukan *overlay* data peta jenis tanah dengan peta wilayah DAS Way Linti kemudian dilakukan pendekatan terhadap literatur pada penelitian oleh Banuwa (2008) seperti yang ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 4. Jenis tanah dan nilai erodibilitas tanah

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1	Dystropepts	0,29
2	Humitropepts	0,29
3	Tropudults	0,29

Sumber : Banuwa (2012)

C. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai faktor panjang dan kemiringan lereng diperoleh dari perkalian faktor panjang lereng dan faktor kemiringan lereng. Menurut Eyles (1968) faktor panjang lereng diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = (L_0/22)^{0.5}$$

Keterangan :

L = faktor panjang lereng

L₀ = panjang lereng (m)

Untuk menghitung faktor kemiringan lereng menurut Anasiru (2015) diperoleh dari nilai persamaan sebagai berikut :

$$S = (s/9)^{1.4}$$

Keterangan :

S = faktor kemiringan lereng

s = kemiringan lereng dalam persen

D. Faktor Pengelolaan Tanaman (C) dan Indeks Pengelolaan dan Konservasi Tanah (P)

Faktor koefisien vegetasi/tanaman (C) dan pengelolaan lahan (P) mengacu pada hasil analisis peta tutupan lahan dan peta wilayah DAS Way Linti. Hasil analisis penutupan lahan tersebut kemudian disesuaikan dengan indeks CP pada masing – masing tutupan lahan. Penilaian indikator pengelolaan lahan (PL) adalah tingkat pengelolaan lahan dan vegetasi di DAS, merupakan perkalian antara faktor penutupan lahan/pengelolaan tanaman (C) dengan faktor praktek konservasi tanah/pengelolaan lahan (P).

$$PL = C \times P$$

$$C \times P = \sum (A_i \times CP_i) / A$$

Keterangan:

CP = Nilai tertimbang pengelolaan lahan dan tanaman pada DAS tertentu

C_{pi} = Nilai pengelolaan lahan dan tanaman pada unit lahan ke i

A_i = Luas unit lahan ke i (ha) pada DAS tertentu

A = Luas DAS (ha)

Penentuan nilai faktor C dan P sebagai indikator pengelolaan lahan dilakukan seperti pada penentuan nilai faktor C dan P pada persamaan USLE, yaitu dengan mengidentifikasi jenis penutupan lahan dan cara pengelolaannya (pola dan sistem tanam) dari peta penutupan lahan aktual di DAS/SubDAS. Peta penutupan lahan dan cara pengelolaannya (C dan P) diperoleh dari interpretasi citra satelit yang memiliki resolusi sedang yaitu SPOT 5.

Untuk mendapatkan tingkat ketelitian nilai penutupan dan pengelolaan lahan yang lebih baik, maka harus dilakukan cek lapangan dari obyek-obyek yang dianalisis agar tingkat akurasi meningkat. Nilai faktor C dan P atau CP untuk berbagai jenis penutupan dan pengelolaan lahan disajikan pada Tabel 8. Klasifikasi nilai penutupan lahan (PL) atau CP disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5. Variasi nilai C dan P untuk berbagai penutupan lahan

No.	Jenis Perlakuan	Nilai CP
1.	Teras Bangku	0,37
	a. Konstruksi bagus	0,04
	b. Konstruksi sedang	0,15
	c. Konstruksi jelek	0,35
2.	Teras tradisional	0,40
3.	Teras koluvial pada strip rumput atau bambu	0,50
	a. Konstruksi bagus	0,04
	b. Konstruksi jelek	0,40
5.	Rotasi <i>Crotalaria</i> sp (legume)	0,60
7.	Kontur cropping, kemiringan < 8 %	0,50
	a. Kontur cropping, kemiringan 9 – 20 %	0,75
	b. Kontur cropping, kemiringan > 20 %	0,90
8.	Teras bangku dengan tanaman kacang tanah	0,009
9.	Teras bangku dengan tanaman maize dan mulsa jerami 4 ton/ha	0,006
10.	Teras bangku dengan tanaman sorgum-sorgum	0,012
11.	Teras bangku dengan tanaman maize	0,048
12.	Teras bangku dengan kacang tanah	0,053

Tabel 4. Lanjutan

No.	Jenis Perlakuan	Nilai CP
13.	Strip rumput Bahia (3 tahun) pada tanaman Citonella	0,00
14.	Strip rumput Brachiaria (3 tahun)	0,00
15.	Strip rumput Bahia (1 tahun) pada tanaman kedele	0,02
16.	Strip crotalaria pada tanaman kedele	0,111
17.	Strip crotalaria pada tanaman padi gogo	0,34
18.	Strip crotalaria pada tanaman kacang tanah	0,398
19.	Strip maize dan kacang tanah,mulsa dari sersah	0,05
20.	Teras gulud dengan penguat teras	0,50
21.	Teras gulud, dengan tanaman bergilir padi dan maize	0,013
22.	Teras gulud,, sorgum – sorgum	0,041
40.	Hutan primer banyak sersah	0,001

Tabel 6. Sub kriteria, bobot, nilai, dan klasifikasi indek erosi

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Indek Erosi (IE)	10	Erosi aktual	$IE \leq 0,5$	Sangat rendah	0,5
		IE = -----	$0,5 < IE \leq 1,0$	Rendah	0,75
		Erosi yg ditoleransi	$1,0 < IE \leq 1,5$	Sedang	1
			$1,5 < IE \leq 2,0$	Tinggi	1,25
			$IE > 2,0$	Sangat tinggi	1,5

3.3.2. Analisis Tata Air

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data dan fakta tentang gambaran kondisi tata air DAS Peraturan Menteri Kehutanan No. P.61/Menhut-II/2014 tentang Monitoring dan Evaluasi DAS, yaitu:

3.3.2.1. Koefisien Regim Aliran (KRA)

KRA adalah perbandingan antara debit maksimum (Q_{maks}) dengan debit minimum (Q_{min}) dalam suatu DAS. Data debit diperoleh dari data primer maupun sekunder hasil pengamatan Stasiun Pengamat Air Sungai (SPAS). Debit sungai digunakan untuk mengetahui kuantitas air sungai dari periode tertentu, yaitu pada musim hujan dan pada musim kemarau.

Nilai KRA yang tinggi menunjukkan bahwa kisaran nilai limpasan pada musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar, sedang pada musim kemarau aliran air

yang terjadi sangat kecil atau menunjukkan kekeringan. Secara tidak langsung kondisi ini menunjukkan bahwa daya resap lahan di DAS kurang mampu menahan dan menyimpan air hujan yang jatuh dan air limpasannya banyak yang terus masuk ke sungai dan terbuang ke laut sehingga ketersediaan air di DAS saat musim kemarau sedikit. Perhitungan KRA menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 6 :

Tabel 7. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi koefisien rezim aliran

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Koefisien Rezim Aliran (KRA)	5	Daerah basah	$KRA \leq 20$	Sangat rendah	0,5
			$20 < KRA \leq 50$	Rendah	0,75
			$50 < KRA \leq 80$	Sedang	1
			$80 < KRA \leq 110$	Tinggi	1,25
			$KRA > 110$	Sangat Tinggi	1,5
		Daerah kering	$KRA \leq 5$	Sangat rendah	0,5
			$5 < KRA \leq 10$	Rendah	0,75
			$10 < KRA \leq 15$	Sedang	1
			$15 < KRA \leq 20$	Tinggi	1,25
			$KRA > 20$	Sangat Tinggi	1,5

3.3.2.2. Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

KAT adalah perbandingan antara tebal aliran tahunan (Q, mm) dengan tebal hujan tahunan (P, mm) di DAS atau dapat dikatakan berapa persen curah hujan yang menjadi aliran (runoff) di DAS. Tebal aliran (Q) diperoleh dari volume debit (Q, dalam satuan m³) dari hasil pengamatan SPAS di DAS selama satu tahun atau perhitungan rumus dibagi dengan luas DAS (ha atau m²) yang kemudian dikonversi ke satuan mm. Sedangkan tebal hujan tahunan (P) diperoleh dari hasil pencatatan pada Stasiun Pengamat Hujan (SPH) baik dengan alat *Automatic Rainfall Recorder* (ARR) dan atau ombrometer. Perhitungan KRA menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 8 :

Tabel 8. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi koefisien aliran tahunan

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Koefisien Aliran Tahunan (KAT)	5	Q tahunan	$KAT \leq 0,2$	Sangat rendah	0,5
			$0,2 < KAT \leq 0,3$	Rendah	0,75
		P tahunan	$0,3 < KAT \leq 0,4$	Sedang	1
			$0,4 < KAT \leq 0,5$	Tinggi	1,25
			$KAT > 0,5$	Sangat Tinggi	1,5

Nilai pada Tabel diatas adalah nilai air limpasan tahunan riil (*direct runoff*, DRO), yaitu nilai total runoff (Q) setelah dikurangi dengan nilai aliran dasar (base flow, BF), atau dalam bentuk persamaannya:

$$DRO = Q - BF$$

Keterangan :

DRO = *Direct Run Off* (m³/detik)

Q = Debit Sungai (m³/detik)

BF = *Base Flow* (m³/detik)

Perhitungan nilai Q (debit sungai) didapat dari dua data dasar yaitu luas penampang basah (m²) dan kecepatan (m.detik). Pengukuran dan pengumpulan data tinggi muka air (TMA) pada DAS Way Linti menggunakan SPAS manual. Tinggi muka air dicatat setiap hari yaitu pada pukul (07.00; 12.00 dan 17.00). Data tinggi muka air merupakan data dasar dalam menghitung debit sungai. Penghitungan debit sampel merupakan hasil pengukuran penampang basah sungai dan sampel pengukuran kecepatan aliran. Pengambilan sampel dilakukan pada setiap ketinggian muka air selama periode pengamatan. Data debit sampel digunakan untuk membuat persamaan *rating curve* (kurva lengkung debit). Hasil persamaan tersebut digunakan sebagai dasar penghitungan debit rata-rata harian berdasar TMA.

Perhitungan aliran dasar (BF) untuk nilai BF harian rata-rata bulanan = nilai Q rata-rata harian terendah saat tidak ada hujan (P = 0). Apabila nilai aliran dasar diikutsertakan dalam perhitungan maka nilai koefisien limpasan (C) DAS/Sub DAS besarnya bisa lebih dari 1 (>1). Hal ini karena meskipun tidak hujan,

misalnya pada saat musim kemarau, aliran air di sungai masih ada, yaitu merupakan bentuk dari aliran dasar.

3.3.2.3. Sedimentasi (S)

Sedimentasi adalah jumlah material tanah berupa kadar lumpur dalam air oleh aliran air sungai yang berasal dari hasil proses erosi di hulu, yang diendapkan pada suatu tempat di hilir dimana kecepatan pengendapan butir-butir material suspensi telah lebih kecil dari kecepatan angkutannya. Dari proses sedimentasi, hanya sebagian material aliran sedimen di sungai yang diangkut keluar dari DAS, sedang yang lain mengendap di lokasi tertentu di sungai selama menempuh perjalanannya.

Besarnya kadar muatan sedimen dalam aliran air dinyatakan dalam besaran laju sedimentasi (dalam satuan ton atau m³ atau mm per tahun). Muatan sedimen (MS) dihitung dengan pengukuran langsung, menggunakan persamaan:

$$s = k \times C \times Q$$

Keterangan :

Qs (ton/hari)	= debit sedimen
k	= 0.0864
C (mg/l)	= kadar muatan sedimen
Q (m ³ /dt)	= debit air sungai

Kadar muatan sedimen dalam aliran air diukur dari pengambilan contoh air pada berbagai tinggi muka air (TMA) banjir saat musim penghujan maupun musim kemarau di titik lokasi SPAS DAS Way Linti di setiap bulan dalam satu tahun periode pengukuran menggunakan botol penampung air sampel. Qs dalam ton/hari dapat dijadikan dalam ton/ha/th dengan membagi nilai Qs dengan luas DAS. Selanjutnya nilai Qs dalam ton/ha/th dikonversikan menjadi Qs dalam mm/tahun dengan mengalikannya dengan berat jenis (BJ) tanah menghasilkan nilai tebal endapan sedimen. Perhitungan muatan sedimen menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 9 :

Tabel 9. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi muatan sedimen

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Muatan Sedimen (MS)	4	$MS = k \times Cs \times Q$	$MS \leq 5$	Sangat rendah	0,5
			$5 < MS \leq 10$	Rendah	0,75
			$10 < MS \leq 15$	Sedang	1
			$15 < MS \leq 20$	Tinggi	1,25
			> 20	Sangat tinggi	1,5

3.3.2.4. Banjir

Banjir adalah debit aliran air sungai dalam jumlah yang tinggi, atau debit aliran air di sungai secara relatif lebih besar dari kondisi normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu terjadi secara terus menerus, sehingga air tersebut tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya. Analisis banjir dilakukan untuk mengetahui frekuensi kejadian banjir, baik banjir bandang maupun banjir genangan. Data diperoleh dari laporan kejadian bencana atau pengamatan langsung. Perhitungan frekuensi kejadian banjir menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 10 :

Tabel 10. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi banjir

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Banjir	2	Frekuensi kejadian Banjir	Tidak pernah	Sangat rendah	0,5
			1 kali dalam 5 tahun	Rendah	0,75
			1 kali dalam 2 tahun	Sedang	1
			1 kali tiap tahun	Tinggi	1,25
			> 1 kali dalam 1 tahun	Sangat Tinggi	1,5

3.3.2.5. Indeks Penggunaan Air (IPA)

Analisis penggunaan air dilakukan untuk mengetahui gambaran jumlah kebutuhan air dibandingkan dengan kuantitas ketersediaan air di DAS. Nilai IPA suatu DAS dikatakan baik jika jumlah air yang digunakan di DAS masih lebih sedikit daripada potensinya sehingga DAS masih menghasilkan air yang keluar dari DAS untuk wilayah hilirnya, sebaliknya dikatakan jelek jika jumlah air yang digunakan

lebih besar dari potensinya sehingga volume air yang dihasilkan dari DAS untuk wilayah hilirnya sedikit atau tidak ada. Indikator IPA dalam pengelolaan tata air DAS sangat penting kaitannya dengan mitigasi bencana kekeringan tahunan di DAS. Perhitungan indeks penggunaan air dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{IPA} = \frac{\text{Jumlah air (Q)}}{\text{Jumlah Penduduk}}$$

- Ket:
- Q = debit air sungai dalam m³/tahun
 - Jumlah Penduduk = Jumlah penduduk dalam DAS

Tabel 11. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi indeks penggunaan air

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Indeks Penggunaan Air (IPA)	4	Jumlah Air (Q)	$\text{IPA} > 6.800$	Sangat baik	0,5
		Jumlah Penduduk (Orang)	$5.100 < \text{IPA} \leq 6.800$	Baik	0,75
			$3.400 < \text{IPA} \leq 5.100$	Sedang	1
			$1.700 < \text{IPA} \leq 3.400$	Jelek	1,25
			$\text{IPA} \leq 1.700$	Sangat jelek	1,5

3.3.3. Analisis Data Sosial Ekonomi

Analisis sosial ekonomi DAS adalah untuk mengetahui perubahan atau dinamika nilai-nilai sosial dan ekonomi masyarakat sebelum, selama dan setelah adanya kegiatan pengelolaan DAS, baik secara swadaya maupun melalui program bantuan. Dinamika sosial dan ekonomi tersebut akan mencerminkan tingkat pengetahuan, kemauan, dan kemampuan masyarakat dalam melestarikan sumber daya alam DAS. Data yang dikumpulkan dalam monitoring dan evaluasi sosial ekonomi DAS, meliputi indikator: tekanan penduduk (TP), tingkat kesejahteraan penduduk dan keberadaan dan penegakan aturan.

3.3.3.1. Tekanan Penduduk

Tekanan penduduk didekati dengan indeks ketersediaan lahan yang merupakan perbandingan antara luas lahan pertanian dengan jumlah keluarga petani di dalam DAS. Data dimaksud diperoleh dari data sekunder (BPS dan laporan instansi terkait lainnya). Data penunjang yang diperlukan berupa peta-peta antara lain

peta DAS, peta administrasi dan peta penggunaan lahan di DAS. Perhitungan tekanan penduduk menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 12.

Tabel 12. Sub kriteria, bobot, nilai, dan klasifikasi tekanan penduduk

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Tekanan Penduduk (TP)	10	Luas Lahan	$IKL > 4,0$	Sangat tinggi	0,5
		Pertanian	$2,0 < IKL \leq 4,0$	Tinggi	0,75
		$IKL = \text{-----}$	$1,0 < IKL \leq 2,0$	Sedang	1
		Jumlah KK	$0,5 < IKL \leq 1,0$	Rendah	1,25
		petani	$IKL \leq 0,5$	Sangat rendah	1,5

3.3.3.2. Tingkat Kesejahteraan Penduduk

Kriteria tingkat kesejahteraan penduduk didekati dengan persentase keluarga miskin atau rata-rata tingkat pendapatan penduduk per-kapita per-tahun.

Persentase keluarga miskin merupakan perbandingan antara jumlah keluarga miskin dengan jumlah total keluarga di DAS. Sedangkan tingkat rata-rata pendapatan per-kapita per-tahun merupakan perbandingan antara total pendapatan setahun dengan jumlah penduduk.

Indikator tingkat pendapatan masyarakat/petani di DAS merupakan salah satu tolok ukur kesejahteraan dan cerminan dari pendapatan keluarga yang diperoleh dari hasil usaha tani dan hasil dari non-usaha tani serta hasil pemberian dari pihak lain ke keluarga petani (KK/th) di masing-masing desa yang ada di DAS.

Perhitungan tingkat kesejahteraan penduduk menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 13 :

Tabel 13. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi tingkat kesejahteraan penduduk

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Tingkat Kesejahteraan Penduduk (TKP)	7	Jumlah KK miskin	$TKP \leq 5$	Sangat baik	0,5
		$TKP = \text{-----} \times 100\%$	$< TKP \leq 10$	Baik	0,75
		Jumlah KK Total	$10 < TKP \leq 20$	Sedang	1
			$20 < TKP \leq 30$	Buruk	1,25
			$TKP > 30$	Sangat buruk	1,5

3.3.3.3.Keberadaan dan Penegakan Aturan

Monitoring dan evaluasi keberadaan dan penegakan aturan dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya norma masyarakat, baik formal maupun informal, yang berkaitan dengan konservasi tanah dan air dan tingkat pelaksanaan dari norma dimaksud dalam kehidupan bermasyarakat. Adanya norma tersebut dan pelaksanaannya secara luas dalam kehidupan masyarakat diharapkan memberikan dampak yang baik dalam peningkatan daya dukung DAS. Data yang diperoleh merupakan data sekunder dari laporan instansi terkait.

Tabel 14. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi keberadaan dan penegakan aturan

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Keberadaan dan Penegakan Aturan	3	Ada tidaknya suatu aturan masyarakat	Ada, dipraktekkan luas	Sangat baik	0,5
			Ada di praktekkan terbatas	Baik	0,75
		di DAS yang berkaitan dengan konservasi	Ada, tidak dipraktekkan	Sedang	1
			Tidak ada peraturan	Buruk	1,25
		Ada aturan tapi kontra konservasi	Sangat buruk	1,5	

3.3.4. Analisis Data Investasi Bangunan

Analisis investasi bangunan dimaksudkan untuk mengetahui besar kecilnya sumber daya buatan manusia yang telah dibangun di DAS yang perlu dilindungi dari kerusakan yang disebabkan oleh degradasi DAS.

3.3.4.1.Klasifikasi Kota

Analisis klasifikasi kota dilakukan untuk mengetahui keberadaan dan status/kategori kota di DAS. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN), kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan kawasan, dan kegiatan ekonomi.

Tabel 15. Kriteria kawasan perkotaan berdasarkan jumlah penduduk

No.	Kawasan Perkotaan	Jumlah Penduduk
1	Perkotaan kecil	>50.000 s/d.100.000 jiwa
2	Perkotaan sedang	100.000 s/d. 500.000 jiwa
3	Perkotaan besar	>500.000 jiwa
4	Metropolitan	\geq 1.000.000 jiwa

Informasi data klasifikasi kota berdasarkan jumlah penduduk diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Dalam Negeri dan Badan Pusat Statistik (BPS). Apabila di DAS terdapat lebih dari satu status/kategori kota maka digunakan status/kategori kota yang mempunyai kelas tertinggi. Perhitungan keberadaan dan status kota menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 16:

Tabel 16. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi kota

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Klasifikasi Kota	5	Keberadaan dan status kota	Tidak ada kota	Sangat rendah	0,5
			Kota Kecil	Rendah	0,75
			Kota Madya	Sedang	1
			Kota Besar	Tinggi	1,25
			Kota Metropolitan	Sangat Tinggi	1,5

3.3.4.2. Klasifikasi Nilai Bangunan Air

Analisis nilai bangunan air dilakukan untuk mengetahui nilai bangunan air (dalam rupiah) di DAS. Bangunan air yang dimaksud adalah waduk, dam, bendungan dan saluran irigasi. Data nilai bangunan air diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Dinas/instansi yang membidangi pengairan di provinsi/kabupaten/kota. Perhitungan nilai bangunan air menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 17 :

Tabel 17. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi nilai bangunan air

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Nilai Bangunan Air	5	Nilai terkini	$IBA \leq 15$ milyar rupiah	Sangat rendah	0,5
		investasi bangunan air	$15 < IBA \leq 30$ milyar rupiah	Rendah	0,75
		(waduk, dam, bendungan, saluran irigasi)	$30 < IBA \leq 45$ milyar rupiah	Sedang	1
			$45 < IBA \leq 60$ milyar rupiah	Tinggi	1,25
			$IBA > 60$ milyar rupiah	Sangat Tinggi	1,5

3.3.5. Analisis Data Pemanfaatan Ruang Wilayah

Analisis pemanfaatan ruang wilayah adalah untuk mengetahui perubahan kondisi kawasan lindung dan kawasan budidaya terkait ada tidak adanya kecenderungan pemanfaatan lahan yang menyebabkan kawasan dimaksud terdegradasi dari waktu ke waktu. Semakin sesuai kondisi lingkungan dengan fungsi kawasan maka kondisi DAS semakin baik dan sebaliknya apabila tidak sesuai fungsinya maka kondisi DAS semakin buruk.

3.3.5.1. Kawasan Lindung

Analisis kondisi kawasan lindung dilakukan untuk mengetahui persentasi liputan vegetasi di dalam kawasan lindung, yang merupakan perbandingan luas liputan vegetasi di dalam kawasan lindung dengan luas kawasan lindung dalam DAS. Dengan demikian sub kriteria ini sebenarnya juga untuk melihat kesesuaian peruntukan lahan mengingat kawasan lindung kawasan besar terdiri atas kawasan hutan.

Wilayah yang termasuk kawasan lindung adalah hutan lindung dan hutan konservasi (cagar alam, suaka margasatwa, taman buru, tahura, taman wisata alam dan taman nasional) dan kawasan lindung lainnya. Perhitungan kawasan lindung menggunakan klasifikasi nilai sebagaimana Tabel 18.

Tabel 18. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi kawasan lindung

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Kawasan Lindung (KL)	5	Luas liputan vegetasi	$KL > 70$	Sangat baik	0,5
		$KL = \text{-----} \times 100\%$	$45 < KL \leq 70$	Baik	0,75
		Luas Kawasan Lindung dalam DAS	$30 < KL \leq 45$	Sedang	1
			$15 < KL \leq 30$	Buruk	1,25
			$KL \leq 15$	Sangat buruk	1,5

3.3.5.2. Kawasan Budidaya

Analisis kondisi kawasan budidaya dilakukan untuk mengetahui persentase luas lahan dengan kelerengan 0 – 25% pada kawasan budidaya, yang merupakan perbandingan luas total lahan dengan kelerengan 0 – 25% yang berada pada kawasan budidaya dengan luas kawasan budidaya dalam DAS.

Kelas kelerengan 0 – 25% merupakan kelas lereng yang paling sesuai untuk budidaya tanaman sehingga akan cocok berada pada kawasan budidaya. Semakin tinggi persentase luas unit lahan dengan kelerengan 0- 25% pada kawasan budidaya maka kondisi DAS semakin baik. Sebaliknya semakin rendah persentase luas unit lahan dengan kelerengan 0 - 25% pada kawasan budidaya, atau dengan kata lain semakin tinggi persentase luas unit lahan dengan kelerengan > 25% pada kawasan budidaya maka kondisi DAS semakin tinggi.

Tabel 19. Sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi kawasan budidaya

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Kawasan Budidaya (KB)	5	Luas lahan lereng 0-25%	$KB > 70$	Sangat rendah	0,5
		$KB = \text{-----} \times 100\%$	$45 < KB < 70$	Rendah	0,75
		Luas Kawasan Budidaya alam DAS	$30 < KB < 45$	Sedang	1
			$15 < KB < 30$	Tinggi	1,25
			$KB < 15$	Sangat tinggi	1,5

3.3.6. Pengembangan Pengelolaan DAS Way Linti dengan Intervensi Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)

Analisis untuk perencanaan pemulihan daya dukung DAS Way Linti disusun dengan scenario pengurangan lahan kritis sebagai berikut :

a. Kondisi Aktual

Kondisi aktual menggambarkan kondisi DAS Way Linti saat ini tanpa adanya intervensi maupun perlakuan apapun terhadap kondisi fisik dan biofisiknya.

b. Skenario 1

Perencanaan pemulihan daya dukung DAS Way Linti dengan cara mempertahankan kondisi hutan sebesar 30 % dari luas DAS menurut peraturan UU Kehutanan No. 41 tahun 1999 pasal 18. Wilayah yang akan direhabilitasi meliputi wilayah hulu yang ada di dalam DAS Way Linti

c. Skenario 2

Perencanaan pemulihan daya dukung DAS Way Linti berdasarkan UU Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang dengan cara seluruh kawasan Hutan yang ada di DAS Way Linti direhabilitasi sehingga proporsi penutupan lahan di dalam kawasan hutan adalah sebesar 100 %. Luas kawasan hutan di DAS Way Linti adalah 703,91 ha atau 42,89 % dari total luas DAS Way Linti sebesar 1641,28 Ha.

3.3.7. Analisis Daya Dukung Daerah Aliran Sungai (DAS)

Analisis daya dukung DAS berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi kinerja DAS dilakukan secara terintegrasi terhadap kelima kriteria: lahan, tata air, sosial ekonomi, investasi bangunan dan pemanfaatan ruang wilayah. Nilai skor penilaian evaluasi kondisi daya dukung DAS diperoleh dari hasil analisis terhadap masing-masing nilai bobot dan skor dari indikator dan parameter-parameternya. Nilai bobot dan skor (diisi sesuai kondisinya) masing-masing parameter diklasifikasikan pada Tabel 21. Hasil akhir nilai evaluasi kondisi daya dukung dari suatu DAS dilakukan dengan menjumlahkan hasil kali nilai dan bobot dari masing-masing parameter. Kategori nilai evaluasi daya dukung DAS penilaiannya disajikan pada Tabel 20 :

Tabel 20. Bobot dan nilai dari parameter tata air untuk analisis daya dukung DAS

Kriteria / Sub Kriteria	Bobot		Nilai	
	%	%	Terendah	Tertinggi
A. Kondisi Lahan	40		20	60
1. Persentase lahan kritis		20	10	30
2. Persentase penutupan vegetasi		10	5	15
3. Indek erosi		10	5	15
B. Kondisi Tata Air	20		10	30
1. Koefisien regim aliran (KRA)		5	2,5	7,5
2. Koefisien aliran tahunan (KAT)		5	2,5	7,5
3. Muatan Sedimen		4	2	6
4. Banjir		2	1	3
5. Indeks Penggunaan Air		4	2	6
C. Kondisi Sosial Ekonomi	20		10	30
1. Tekanan Penduduk		10	5	15
2. Tingkat Kesejahteraan penduduk		7	3,5	10,5
3. Keberadaan dan penegakan peraturan		3	1,5	4,5
D. Investasi Bangunan	10		5	15
1. Klasifikasi kota		5	2,5	7,5
2. Klasifikasi nilai bangunan air		5	2,5	7,5
E. Pemanfaatan Ruang Wilayah	10		5	15
1. Kawasan Lindung		5	2,5	7,5
2. Kawasan Budidaya		5	2,5	7,5
Nilai Total			50	150

Tabel 21. Klasifikasi kondisi daya dukung DAS

No	Nilai	Kategori
1.	$DDD \leq 70$	Sangat Baik
2.	$70 < DDD \leq 90$	Baik
3.	$90 < DDD \leq 110$	Sedang
4.	$110 < DDD \leq 130$	Buruk
5.	$DDD > 130$	Sangat Buruk

3.3.8. Perhitungan Biaya untuk Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)

Analisis kebutuhan biaya Rehabilitasi Hutan dan Lahan dalam rangka memenuhi target Skenario-1 dan Skenario-2 dilaksanakan berdasarkan acuan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Bidang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Rehabilitasi Hutan (PDASRH) Nomor SK.19/PDASHL/SET.4/KEU.0/10/2021. Standar Pembiayaan untuk Provinsi Lampung dalam pelaksanaan kegiatan RHL dengan pola agroforestri dengan target penanaman 200 batang per hektar adalah senilai Rp. 3.821.000 dengan rincian pembiayaan sebagai berikut :

Tabel 22. Harga satuan pokok kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan

No.	Jenis Belanja / Komponen	Satuan	Volume	Biaya (Rp)
I.	Insentif Peningkatan Kapasitas Masyarakat			
1.	Sosialisasi Kegiatan RHL	OH	1	130.000
2.	Bimbingan Teknis Penanaman	OH	12	1.560.000
3.	Bimbingan Teknis Pemeliharaan	OH	2	260.000
II.	Bahan			
1.	Pengadaan patok arah larikan	Patok	25	37.500
2.	Pengadaan ajir	Batang	200	50.000
3.	Penyediaan papan nama	Unit	0,04	40.000
4.	Penyediaan gubuk kerja	Unit	0,02	80.000
5.	Pengadaan pupuk dan atau media tanam	Paket	1	200.000
6.	Pengadaan obat – obatan	Paket	1	55.000
7.	Pengadaan peralatan dan perlengkapan kerja	Paket	1	60.000
III.	Bibit			
1.	Bibit kayu – kayuan /MPTS	Batang	220	1.100.000
2.	Bibit tanaman sela/pagar	Paket	1	150.000
Total				3.821.000

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis daya dukung DAS Way Linti, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai skor Daya Dukung DAS Way Linti sebesar 108,75 termasuk ke dalam kelas sedang.
2. Hasil simulasi skenario peningkatan Daya Dukung DAS Way Linti adalah sebagai berikut :
 - a. Skenario 1 yaitu perencanaan pemulihan daya dukung DAS Way Linti dengan cara mempertahankan kondisi hutan minimal sebesar 30 % dari luas DAS menurut peraturan UU Kehutanan No. 41 tahun 1999 pasal 18 didapat nilai Kinerja DAS sebesar 103,75 termasuk ke dalam kelas Sedang.
 - b. Skenario 2 yaitu seluruh Kawasan Hutan yang ada di DAS Way Linti direhabilitasi sehingga proporsi penutupan lahan di dalam Kawasan hutan adalah sebesar 100 % sesuai peraturan UU Penataan Ruang No. 26 tahun 2007 didapat nilai Daya Dukung DAS sebesar 88,75 termasuk ke dalam kelas Baik.
3. Kebutuhan biaya Rehabilitasi Hutan dan Lahan dalam rangka peningkatan Daya Dukung DAS Way Linti adalah sebagai berikut :
 - a. Skenario 1 yaitu rehabilitasi seluas 167,68 ha adalah sebesar Rp. 640.705.288.
 - b. Skenario 2 yaitu rehabilitasi seluas 532,03 ha adalah sebesar Rp. 2.032.886.630.

6.2. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian, skenario 2 yaitu seluruh Kawasan Hutan yang ada di DAS Way Linti direhabilitasi sehingga proporsi penutupan lahan di dalam Kawasan hutan adalah sebesar 100 % merupakan skenario terbaik yang dapat diimplementasikan di lapangan dalam rangka peningkatan Daya Dukung DAS Way Linti.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemu, M. M. 2016. Integrated Watershed Management and Sedimentation. *Journal of Environmental Protection*, 7: 490-494.
- Asdak, Chay. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Argo, Yanuar. 2014. Penentuan Prioritas Penanganan Lahan Kritis di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Widyariset*. Vol.17, No.2: 251-258.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi ke-2. Bogor: IPB Press.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Kecamatan Dalam Angka. Lampung
- Banuwa, I.S., 2008. Pengembangan Alternatif Usaha Tani Berbasis Kopi Untuk Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan di DAS Sekampung Hulu. Institut Pertanian Bogor. Disertasi Bogor. Pascasarjana IPB.
- Banuwa, I.S., 2009. Prediksi Erosi pada Berbagai Penggunaan Lahan Di DAS Sekampung Hulu Provinsi Lampung. Prosiding Semirata BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Serang Banten 13 – 16 April 2009. Banten.
- Banuwa, I.S. dkk. 2012. Pengelolaan Hutan dan Daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat : Pembelajaran dari Way Besai Lampung. BPDAS Way Seputih Way Sekampung. Lampung.
- BMKG Masgar. 2019. Data Stasiun Iklim Stasiun Branti tahun 2014 – 2019. Data. Lampung Selatan
- Badan Info Geospasial. 2015. *Shp Indonesia Desa*.
<https://drive.google.com/file/d/0B2k9p5nUCGRvTUg4ZkJRjX1A5dVv/view>. Diunduh pada tanggal 24 April 2022.
- Hardiyatmo, H.C.2002.Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press,. Yogyakarta.
- Renyut, L.R., Kumurur, V.A., Karongkong, H.H. 2018. Identifikasi dan Pemetaan Lahan Kritis dengan menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Kota Bitung). *Jurnal Spasial*. Vol.5, No.1.

- Kementerian Kehutanan. 2014. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor:P.32/ II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS). Jakarta
- Kementerian Kehutanan. 2014. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor:P.61/Menhut-II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. Peta Batas DAS Indonesia. Direktorat Jenderal Bina Pengendalian DAS dan Hutan Lindung. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Peta Kawasan Hutan. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Bidang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Rehabilitasi Hutan (PDASRH). Direktorat Jenderal Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Rehabilitasi Hutan. Jakarta.
- Mawardi,E. dkk. 2011. Partisipasi Masyarakat Dalam Pengurangan Resiko Bencana Banjir. Surakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
- Munandar, R., Jayanti, D.S., Mustafiril. 2016. Pemodelan intersepsi untuk pendugaan aliran permukaan. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno. 1(1): 62-69.
- Seyhan, Ersin, 1990, Dasar-dasar Hidrologi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sunardi. 2016. Analisis Koefisien Aliran dan Koefisien Regim Sungai Sebagai Parameter Penilaian Kekritisitas DAS (Studi Kasus DAS Babak). S1 thesis, Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI Offset. Yogyakarta
- Staddal, I. 2016. Analisis Aliran Permukaan Menggunakan Model SWAT di DAS Bila Sulawesi Selatan. Jurnal Technopreneur, 4(1): 57-63.
- Paimin. 2012. Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPTKPDAS) Kementerian Kehutanan. DKI Jakarta.

- Republik Indonesia. 1999. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan. Jakarta. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. 2007. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN). Jakarta. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. 2007. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan DAS. Jakarta. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. 2019. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air. Jakarta. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Sajogyo, T. 1997. Garis Kemiskinan dan Kebutuhan Minimum Pangan. LPSBIPB, Bogor.
- Sucipto, 2008. Kajian Sedimentasi di Sungai Kali Garang dalam Upaya Pengelolaan DAS Kaligarang Semarang. Tesis. Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang
- Sriyana, S. (2019). Reformasi Kebijakan Dan Strategi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berkelanjutan Di Indonesia. Pidato Pengukuhan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Tchakerian, V. P. 2015. Hydrology, Floods and Droughts Deserts and Desertification. . In Encyclopedia of Atmospheric Sciences, (pp. 185–192).
- V. Viaud, P. Mérot, J. Baudry. 2014. Hydrochemical Buffer Assessment in Agricultural Landscapes: From Local to Catchment Scale. DOI:10.1007/S00267-004-0271-Y
- Wischmeier, W.H.& Smith DD. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses : A Guide to Conservation Planning, USDA Agriculture. Handbook No. 37.
- Wulandari, C., Budiono, P., Yuwono, S.B., Herwanti, S., 2014. Adoption of Agroforestry Patterns and Crop Systems Around Register 19 Forest Park, Lampung Province, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 20(2): 86-93
- Wulandari, C. 2021. Identifying Climate Change Adaptation Effort in the Batutegei Forest Management Unit, Indonesia. *Jurnal Forest and Society*. 5(1); 48-59

- Yusuf, S.M., Murtilaksono, K., Laraswati, D.M., 2020. Pemetaan Sebaran Erosi Tanah Prediksi melalui Integrasi Model USLE Ke Dalam Sistem Informasi Geografis. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 10(4): 594-606
- Yuwono, S.B. 2011. Land Use Planning of Way Betung Watershed for Sustainable Water Resources Development of Bandar Lampung City. *Journal of Tropical Soils*. Univeritas Lampung. Lampung.
- Yuwono, S.B. 2012. Pengembangan Sumberdaya Air Berkelanjutan DAS Way Betung. Kota Bandar Lampung. Disertasi. Bogor: Pasca Sarjana IPB.