

**DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SEBAGAI DASAR
PENGELOLAAN LINGKUNGAN SUNGAI CIUJUNG, PROVINSI
BANTEN**



Tesis

**SHOFIYATUL AFIDAH
30000119410013**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

**Sekolah Pascasarjana
2021**

TESIS

**DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SEBAGAI DASAR
PENGELOLAAN LINGKUNGAN SUNGAI CIUJUNG, PROVINSI
BANTEN**

Disusun oleh :
SHOFIYATUL AFIDAH
30000119410013

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



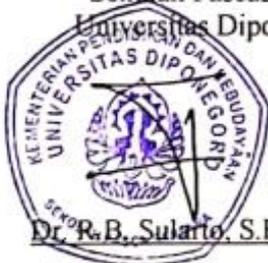
Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS
NIP. 19521211 197603 1 003

Pembimbing Kedua



Dr. Ing. Sudarno, M.Sc
NIP. 19740131 199903 1 003

Dekan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro



Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum
NIP. 19670101 199103 1 005

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro



Dr. Eng. Maryono, S.T, MT
NIP. 19750811 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SEBAGAI DASAR PENGELOLAAN LINGKUNGAN SUNGAI CIUJUNG, PROVINSI BANTEN

Disusun oleh

Shofiyatul Afidah
30000119410013

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 9 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

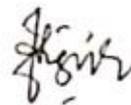
Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc

Tanda tangan



Anggota

1. Dr. Artiningsih, S.T, M.Si



2. Dr. Ing. Sudarno, M.Sc



3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

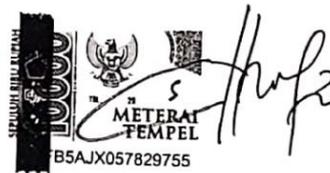
PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Studi Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang yang berlaku.

Semarang, 2021

The image shows a rectangular stamp area. On the left is a vertical stamp with the text 'SEKOLAH PASCA SARJANA' and 'UNIVERSITAS DIPONEGORO'. To its right is a circular official seal of Universitas Diponegoro. Further right is a handwritten signature in black ink. Below the signature is a rectangular stamp with the text 'METERAI TEMPEL' and the number 'B5AJX057829755'.

SHOFIYATUL AFIDAH
30000119410013

Sekolah Pascasarjana

RIWAYAT HIDUP



Shofiyatul Afidah. Lahir di Klaten pada tanggal 24 April 1987. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak Mutahid dan Ibu Siti Syamsiyah. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di MIM Gading I, pendidikan menengah pertama di SLTP N 4 Klaten serta pendidikan menengah atas di SMA N 1 Klaten. Setelah lulus, penulis melanjutkan jenjang strata 1 di Jurusan Kimia Universitas Sebelas Maret lulus tahun 2010. Mulai tahun 2015 penulis bekerja sebagai PNS Provinsi Banten ditugaskan pada unit kerja Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pada tahun 2019, penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan program magister (S2) pada Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang melalui Beasiswa dari Pusbindiklatren-BAPPENAS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Daya Tampung Beban Pencemaran Sebagai Dasar Pengelolaan Lingkungan Sungai Ciujung, Provinsi Banten”. Tesis ini merupakan sebagian persyaratan mencapai derajat S-2 pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS dan Dr. Ing. Sudarno, M.Sc selaku pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, petunjuk dan bimbingan dalam penyusunan tesis;
2. Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc dan Dr. Artiningsih, S.T, M.Si selaku tim penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan;
3. Dr. R.B. Sularto, S.H, M.Hum selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro;
4. DR. Eng. Maryono, MT selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro;
5. Kepala Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana Bappenas serta Pemerintah Provinsi Banten yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan pendidikan di Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro;
6. Keluarga besar Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten;
7. Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau Ciujung dan Cidurian, Badan Meteorologi dan Klimatologi kelas I Serang, Dinas Lingkungan Hidup Kab. Serang, Dinas Lingkungan Hidup Kab. Lebak, Dinas Pertanian Provinsi Banten, Dinas Pertanian Kab. Serang, Dinas Peternakan Kab. Lebak, Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kab. Lebak, Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kab. Serang, Badan Pusat Statistik Kab. Serang, Badan Pusat Statistik Kab. Lebak, Badan Pusat Statistik Prov. Banten, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Bappeda Provinsi Banten dan Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Banten.
8. Bapak, ibu, suami, anak-anak dan adik-adikku yang telah mendoakan dan mendukung untuk setiap langkah yang saya ambil;

9. Sahabat seperjuangan MIL 58 atas dukungan dan kebersamaan selama masa studi;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan dalam penyusunan tesis ini. Penulis berharap semoga tulisan ini memberikan manfaat bagi pembacanya.

Semarang,

2021

Shofiyatul Afidah



Sekolah Pascasarjana

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	5
I.3. Tujuan Penelitian	6
I.4. Manfaat Penelitian	7
I.4.1. Manfaat Akademik	7
I.4.2. Manfaat Praktis	7
I.5. Originalitas Penelitian	7
I.6. Kerangka Pikir	12
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	14
II.1. Kualitas Air	14
II.2. Pencemaran Air	17
II.3. Status Mutu Air	24
II.4. Status Trofik	26
II.5. Penginderaan Jarak Jauh	28
II.6. Sentinel-2	30
II.7. Daya Tampung Beban Pencemaran	32
II.8. QUAL2Kw	35
II.9. Sistem Informasi Geografis (SIG)	37
II.10. Parameter Fisik Kimia Air	39
II.10.1. Oksigen Terlarut (DO)	39
II.10.2. <i>Biochemical oxygen demand</i> (BOD)	40
II.10.3. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	41
II.10.4. TSS dan TDS	41
II.10.5. Fosfat	43
II.10.6. pH	43
II.10.7. Suhu	44
II.10.8. Nitrit	45
II.11. Klorofil-a	46
II.12. <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	48
II.13. Uji Validitas, Reliabilitas dan Metode Estimasi Kesalahan Pengukuran	50
II.14. Pengelolaan lingkungan sungai	51
BAB. III. METODE PENELITIAN	53
III.1. Tipe Penelitian	53
III.2. Ruang Lingkup Penelitian	53
III.3. Lokasi dan Waktu Penelitian	54
III.4. Gambaran Wilayah Penelitian	54
III.5. Populasi dan Sampel Penelitian	55
III.5.1. Populasi Penelitian	55

III.5.2. Sampel Penelitian.....	55
III.6. Unit Analisis dan Unit Observasi.....	56
III.6.1. Unit Analisis	56
III.6.2. Unit Observasi.....	56
III.7. Variabel Penelitian.....	56
III.8. Teknik Pengumpulan Data	58
III.9. Alat dan Bahan.....	61
III.10. Metode Analisis	62
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	75
IV.1. Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Ciujung	75
IV.2. Analisis pengaruh kegiatan di DAS Ciujung terhadap pencemaran air sungai Ciujung	80
IV.2.1. Penggunaan lahan di Kab. Lebak.....	80
IV.2.2. Penggunaan lahan di Kab. Serang.....	81
IV.2.3. Kegiatan di DAS Ciujung	84
IV.2.4. Kegiatan di DAS Ciujung yang mempengaruhi kualitas air sungai Ciujung.....	85
IV.3. Perhitungan beban pencemaran yang masuk ke sungai Ciujung	87
IV.4. Daya tampung beban pencemaran tahun 2019 dan tahun 2029.....	90
IV.4.1. Segmentasi sungai Ciujung	90
IV.4.2. Penentuan model.....	91
IV.4.3. Penentuan daya tampung beban pencemaran BOD.....	93
IV.4.4. Menentukan beban pencemaran BOD pada tahun 2029.....	95
IV.5. Perumusan strategi pengelolaan lingkungan Sungai Ciujung.....	96
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	106
V.1. Kesimpulan	106
V.2. Saran	107
BAB VI. RINGKASAN.....	108
DAFTAR PUSTAKA	110

Sekolah Pascasarjana

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu yang Dijadikan Referensi pada Penelitian Ini.....	8
Tabel 2. Kelas air menurut peruntukannya	14
Tabel 3. Baku Mutu Air Sesuai Kelas Air.....	15
Tabel 4. Karakteristik Sumber Pencemar <i>Point Source</i> dan <i>Non Point Source</i>	18
Tabel 5. Faktor Emisi Limbah dari Sumber Pencemar Pemukiman.....	20
Tabel 6. Emisi dari Kegiatan Pertanian.....	21
Tabel 7. Emisi dari Peternakan	22
Tabel 8. Limbah dari Kegiatan Manusia	22
Tabel 9. Klasifikasi Status Mutu Air Berdasar Perhitungan IP	25
Tabel 10. Pita Spektral Citra Sentinel-2	31
Tabel 11. Indeks yang Diturunkan dari Citra Sentinel-2	31
Tabel 12. Nilai konstanta reaerasi.....	34
Tabel 13. Baku Mutu Parameter DO untuk Setiap Kelas Air.....	40
Tabel 14. Baku Mutu Parameter BOD untuk Setiap Kelas	40
Tabel 15. Baku Mutu Parameter COD untuk Setiap Kelas Air	41
Tabel 16. Baku Mutu Parameter TSS dan TDS untuk Setiap Kelas Air.....	42
Tabel 17. Baku Mutu Parameter Fosfat untuk Setiap Kelas Air.....	43
Tabel 18. Pengaruh pH terhadap Komunitas Biologi Perairan.....	44
Tabel 19. Baku Mutu Parameter pH untuk Setiap Kelas Air.....	44
Tabel 20. Baku Mutu Parameter Suhu untuk Setiap Kelas Air	45
Tabel 21. Baku Mutu Parameter Nitrit untuk Setiap Kelas Air.....	46
Tabel 22. Skala intensitas kepentingan pada matriks <i>pairwise comparison</i>	49
Tabel 23. Tabel Index Random.....	50
Tabel 24. Sampel penelitian.....	56
Tabel 25. Variabel Penelitian.....	57
Tabel 26. Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Sampel Plankton	58
Tabel 27. Parameter dan metode analisa	58
Tabel 28. Kriteria Status Trofik	65
Tabel 29. Faktor Emisi Limbah Domestik	67
Tabel 30. Faktor Emisi dari Pertanian.....	68
Tabel 31. Emisi peternakan.....	69
Tabel 32. Rata-rata hasil pengukuran kualitas air	75
Tabel 33. Hasil perhitungan klorofil-a	78
Tabel 34. Perbandingan nilai klorofil-a dengan kelimpahan plankton	79
Tabel 35. Beban Pencemaran BOD dari Sektor Domestik.....	87
Tabel 36. Beban Pencemaran BOD dari Sektor Pertanian	88
Tabel 37. Beban Pencemaran BOD dari Sektor Peternakan.....	89
Tabel 38. Beban Pencemaran BOD dari Sektor Industri	89
Tabel 39. Konsentrasi BOD hasil analisa kualitas air bulan Agustus 2019.....	92
Tabel 40. Perbandingan BOD_pemantauan dengan BOD_model.....	93
Tabel 41. Hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran.....	94
Tabel 42. Sumber dan Jumlah Kelebihan Beban Pencemaran BOD	95

Tabel 43. Perkiraan beban pencemaran dari sektor domestik 10 tahun mendatang	95
Tabel 44. Hasil Uji Validitas.....	100
Tabel 45. Hasil Uji Reliabilitas	101



Sekolah Pascasarjana

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian	13
Gambar 2. Peta Wilayah Penelitian.....	54
Gambar 3. Skema penentuan segmentasi sungai.....	70
Gambar 4. Struktur Hierarki Peningkatan Status Mutu Air Sungai Ciujung	73
Gambar 5. Penggunaan Lahan di Kab. Lebak.....	80
Gambar 6. Penggunaan Lahan di Kab. Serang.....	83
Gambar 7. Penggunaan Lahan DAS Ciujung Segmen Lebak	84
Gambar 8. Penggunaan Lahan DAS Ciujung Segmen Serang	85
Gambar 9. Pembagian Reach Sungai Ciujung	91
Gambar 10. Hasil simulasi model BOD.....	92
Gambar 11. Perbandingan konsentrasi BOD eksisting dan 10 tahun mendatang	96
Gambar 12. Citra google earth pada muara sungai Ciujung	98
Gambar 13. Hierarki penentuan strategi pengelolaan lingkungan sungai Ciujung	100
Gambar 14. Hasil Pembobotan Kriteria	102
Gambar 15. Hasil Pembobotan Alternatif	103
Gambar 16. Grafik Hasil Pembobotan Menggunakan Software Expert Choice 11	103
Gambar 17. Hubungan antara masalah di DAS Ciujung dengan strategi pengelolaan yang direkomendasikan	105

Sekolah Pascasarjana

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis kualitas air sungai Ciujung	117
Lampiran 2. Perhitungan indeks pencemaran	135
Lampiran 3. Citra satelit Sentinel-2	154
Lampiran 4. Foto pengambilan sampel plankton	157
Lampiran 5. Hasil analisis kelimpahan plankton.....	158
Lampiran 6. Penggunaan lahan di Kab. Lebak.....	166
Lampiran 7. Perhitungan potensi beban pencemaran sektor domestik	168
Lampiran 8. Perhitungan potensi beban pencemaran sektor pertanian	172
Lampiran 9. Perhitungan potensi beban pencemaran sektor industri	176
Lampiran 10. Perhitungan potensi beban pencemaran sektor peternakan	177
Lampiran 11. Perhitungan beban pencemaran eksisting sesuai model	178
Lampiran 12. Perhitungan daya tampung beban pencemaran	179
Lampiran 13. Perhitungan pengujian kesesuaian model	180
Lampiran 14. Kuesioner AHP.....	181
Lampiran 15. Matriks perbandingan berpasangan.....	187
Lampiran 16. Langkah-langkah dalam software expert choice	198

Sekolah Pascasarjana

ABSTRAK

Sungai Ciujung adalah salah satu sungai terpenting di Provinsi Banten, air dari Sungai Ciujung digunakan sebagai air baku untuk pertanian, industri dan MCK. Seiring dengan meningkatnya aktivitas pertanian, industri dan pemukiman di sepanjang DAS Ciujung maka kualitas air Sungai Ciujung menurun, beberapa penelitian telah menjelaskan bahwa air Sungai Ciujung saat ini tercemar, namun belum ada penelitian terkait kualitas air Sungai Ciujung dari parameter biologi dan belum ada pemetaan sumber pencemaran Sungai Ciujung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis : tingkat pencemaran air sungai Ciujung, pengaruh kegiatan di DAS Ciujung terhadap pencemaran air sungai Ciujung, beban pencemaran yang masuk ke sungai Ciujung, daya tampung beban pencemaran sungai Ciujung tahun 2019 dan 2029, serta merumuskan strategi pengelolaan lingkungan sungai Ciujung berdasarkan kajian daya tampung beban pencemaran. Pengujian kualitas air dilakukan dengan penghitungan index pencemaran dan nilai kandungan klorofil-a. Nilai kandungan klorofil-a dilakukan menggunakan citra Sentinel-2 dan dibandingkan dengan data primer plankton. Pengambilan sampel plankton menggunakan jaring plankton dengan metode sampling aktif, sampel plankton diawetkan dengan lugol iodine sebelum diidentifikasi di laboratorium Peta penggunaan lahan dapat menjelaskan kegiatan yang memberikan pengaruh terhadap pencemaran sungai Ciujung dan besar beban pencemarannya. Model kualitas air QUAL2Kw digunakan untuk menghitung dan menganalisis daya tampung beban pencemaran yang masuk ke sungai Ciujung. Penentuan prioritas kebijakan untuk mengelola Sungai Ciujung menggunakan metode AHP. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka kualitas air sungai Ciujung saat ini tercemar ringan dan parameter yang melebihi baku mutu adalah TSS, Nitrit, Fosfat, suhu, BOD, COD dan DO. Kegiatan yang mempengaruhi kualitas air sungai Ciujung adalah kegiatan penambangan pasir sungai yang berada di Kab. Lebak, kegiatan pelebaran bibir sungai, pertanian, industri, peternakan dan permukiman. Hasil pemodelan beban pencemaran dan daya tampung beban pencemaran diperoleh hasil bahwa sungai Ciujung mengalami kelebihan beban pencemaran BOD sebesar 643%. Strategi pengelolaan lingkungan sungai Ciujung yang harus dilakukan adalah penerapan teknologi IPAL recycle untuk industri dan permukiman yang membuang limbah cair ke sungai Ciujung dan sungai Cikambuy, normalisasi sungai Ciujung, pembatasan pupuk kimia, dan penegakan hukum.

Kata kunci : Sungai Ciujung, Indeks Pencemaran, SIG, QUAL2Kw, Penginderaan Jarak Jauh, AHP

Sekolah Pascasarjana

ABTRACT

Ciujung River is one of the most important rivers in Banten, water of Ciujung River is used as raw water for agriculture, industry, and bathing. Along with increase agricultural activities, industrial and residential activities in Ciujung River basin, water quality of Ciujung River has decreased, several studies have explained that water of Ciujung River is currently polluted, but there has been no research related to the quality of Ciujung River water from biological parameters and mapping the source of the pollution in Ciujung River. This study aims to develop a management strategy for the Ciujung River. Water quality assesment is conducted by calculating the pollution index and abundance of chlorophyll-a. Abundance of chlorophyll-a was determined using Sentinel-2 imagery then compared with primary plankton data. Plankton sampling uses plankton nets with an active sampling method, plankton samples are preserved with lugol iodine before being identified in laboratory. The land use map can explain activities that have an impact on Ciujung River pollution and amount of pollution load. QUAL2Kw water quality model is used to calculate and analyze the carrying capacity of the pollution load. Policy priorities for managing Ciujung River was conducted by AHP method. Result of this study are quality water of Ciujung River is currently lighly polluted and parameters that exceeded the quality standards are TSS, Nitrite, Phosphate, temperature, BOD, COD and DO. Activities that affect water quality of Ciujung River are sand mining activities, normalization of Ciujung River, agriculture, industry, animal husbandary and settlements. The result of modeling pollution load and load capacity showed that the Ciujung river was overloaded with BOD pollution of 643%. The strategy of managing Ciujung River are application of recycle WWTP, normalization of the Ciujung River, restrictions on chemical fertilizers and law enforcement.

Key word : Ciujung River, Pollution Index, GIS, Remote sensing, QUAL2Kw, AHP

