

PENILAIAN KUALITAS KESEHATAN AIR SUNGAI BERBASIS MAKROINVERTEBRATA DAN PEMODELAN FORMULA DYTERASDAS DI KECAMATAN METRO TIMUR DAN METRO BARAT

Rahmad Ramadhan¹, Eva Rolia², Eri Prawati³, Leni Sriharyani⁴

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2,3,4}

Jl Ki Hajar Dewantara No 116 Kota Metro Lampung 34111, Indonesia

E-Mail : rahmad37aa@gmail.com¹, roliaeva@yahoo.com², eri.prawati@gmail.com³,
lenisriharyani8@gmail.com⁴

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah yang berasal dari hujan ke danau atau ke laut secara alami. Untuk melaksanakan pengelolaan DAS di Kota Metro maka diperlukan penilaian kesehatan DAS. Mengetahui kualitas sungai berdasarkan indikator Makroinvertebrata yang berada di Kecamatan Metro Timur, Kecamatan Metro Barat. Menghitung kualitas sungai menggunakan formula DYTERasDAS. Menghitung kondisi di lapangan dengan indikator Makroinvertebrata formula DYTERasDAS. Nilai KRA 0,5 kualifikasi pemulihannya sangat rendah. Koefisien aliran tahunan dan hasil perhitungan kualifikasi sangat tinggi, lahan kritis 47,346%. Penutup vegetasi di Kecamatan Metro Timur air 12,709%, area sawah 61,681%, perkebunan 4,770%, hutan 0,429%, pemukiman 20,354%, semak 0,158%. Kecamatan Metro Barat memiliki persentase badan air 0,177%, area sawah 49,304%, 0,756 hutan, pemukiman 40,064% dan semak memiliki persentase sebesar 0,311%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan bahwa kesehatan Daerah Aliran Sungai pada wilayah Kecamatan Metro Timur dan Kecamatan Metro Barat disimpulkan bahwa air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Rencana ke depannya perlu dilakukannya sosialisasi mengenai kesehatan air sungai secara berkala terutama mengenai Makroinvertebrata agar setidaknya sedikit mengetahui. Kepada para dosen khususnya yang berkopentent mengenai sumber daya air harus membuka wawasan lebih luas lagi kepada mahasiswa yang masih awam, agar berkembang kualitas menjadi lebih baik.

Kata Kunci : Sungai, Makroinvertebrata, DYTERasDAS

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan satu kesatuan dengan air yang berasal dari hujan ke danau atau ke laut secara alami. Menurut peraturan Dirjen Pengelolaan Daerah Aliran Sungai No. P.3/V.SET/2013, DAS merupakan ekosistem, dimana unsur *organisme* dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi dan didalamnya terdapat keseimbangan *inflo* dan *outflow*

dari material dan energi. Komponen yang ada didalam system DAS secara umum dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu komponen curah hujan, komponen *output* yaitu debit aliran dan polusi/sedimen, dan komponen proses yaitu manusia, vegetasi, tanah, iklim, dan topografi. Tujuan kompenen ini harus dikelola dari pengelolaan DAS yang melakukan pengelolaan sumberdaya alam secara rasional dan terpadu agar dapat dimanfaatkan secara maksimum lestari

dan berkelanjutan sehingga dapat diperoleh kondisi tata air yang baik.

Pengamatan terhadap kualitas air sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian sumber daya ini. Banyaknya aktivitas permukiman, pertanian, perindustrian serta aktivitas lain, akan menimbulkan limbah yang berpotensi menjadi polutan air. Monitoring dan evaluasi terhadap kualitas air sangat diperlukan untuk mengetahui kualitas air serta dampak yang ditimbulkan dari aktivitas yang telah dilakukan. Hasil penilaian kualitas air akan menghasilkan indeks kualitas air. Indeks kualitas air merupakan salah satu hal yang sangat efektif sebagai sumber informasi tentang kualitas air bagi pemerhati kesehatan sungai dan pengambil kebijakan (Yisa dan Jimoh, 2010).

Makroinvertebrata adalah organisme yang tidak memiliki tulang belakang dan dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti serangga air, dan cacing tanah. Kehadiran dan keberagaman makroinvertebrata dalam suatu ekosistem sungai dapat memberikan indikasi tentang kualitas air karena sensitivitas mereka terhadap perubahan suatu lingkungan. Penggunaan makroinvertebrata ini memiliki banyak manfaat karena dapat mengetahui perubahan lingkungan akibat kegiatan manusia dan salah satu bioindikator kesehatan lingkungan akuatik (Mahajoeno *et al.*, 2001).

Kota Metro berdasarkan Undang-Undang No. 12 Tahun 1999 dengan luas wilayah 6.874 Ha, terdiri dari 5 kecamatan dengan 22 kelurahan. Kota Metro memiliki batasan wilayah diantaranya, sebelah Utara yaitu Kecamatan Punggur Kabupaten Lampung Tengah dan Kecamatan Pekalongan Kabupaten Lampung Timur, sebelah Selatan yaitu

Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur, sebelah Timur yaitu Kecamatan Pekalongan dan Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur, dan sebelah Barat yaitu Kecamatan Trimurjo Kabupaten Lampung Tengah. Daerah aliran sungai yang berada di kota Metro ada 4 sungai yang mengalir diantaranya, bagian Utara yaitu Way Bunut dan Way Raman, dan bagian Selatan yaitu Way sekampung dan Way Batanghari.

Untuk melaksanakan pengelolaan DAS di kota Metro (perencanaan dan pelaksanaan yang konsisten), maka diperlukan karakteristik dan penilaian kesehatan DAS. Berdasarkan peninjauan langsung bahwa DAS yang berada di khusus nya Kecamatan Metro Timur tidak semuanya memiliki data yang lengkap. Permodelan adalah suatu proses untuk membuat sebuah model dari system. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata, sedangkan system adalah saling keterhubungan antara elemen yang membangun sebuah kesatuan, biasanya dibangun untuk mencapai tujuan tertentu. Permodelan system sungai diperlukan untuk melakukan validasi atas kekurangan data atas model matematik secara umum dan sebagai sarana yang membantu dalam membuat keputusan pada berbagai kondisi sungai.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai atau sering disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, berfungsi menampung, menampung, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke lautan secara

alamiah (Nugroho and Rolia 2022). Daerah aliran sungai adalah area yang digambarkan secara topografis yang dikeringkan oleh sistem aliran sungai. Unit hidrologi ini digunakan sebagai unit fisik biologis dan sebagai unit sosio ekonomi serta unit sosio politik untuk perencanaan dan pelaksanaan manajemen sumber daya air (Nugroho and Rolia 2022)

Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat pada daratan termasuk kegiatan pertanian, perkebunan, pengembangan lahan, pengembangan perkotaan dan kegiatan lain. Apabila tidak dilakukan dengan bijaksana akan mempercepat penambahan sedimen kedalam sungai, ketika hal ini sudah terjadi perlu dipelajari sejauh mana pengaruh kegiatan manusia didarat yang mempengaruhi kehidupan biota yang ada didalam sungai (Rais 2019).

Klasifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia

Peraturan Menteri Kehutanan RI No. P60/Menhut-II/2014 tentang kriteria penetapan klasifikasi DAS sebagai acuan untuk menyusun dan menilai klasifikasi dalam rangka penetapan status DAS sebagai DAS yang “dipertahankan” atau “dipulihkan” daya dukungnya. Klasifikasi DAS bertujuan sebagai basis penentuan kebijakan dalam penyelenggara pengelola DAS. Hasil klasifikasi DAS bukanlah hanya sebagai dasar penentuan teknis rehabilitasi hutan dan lahan secara teknis pengelolaan sumber daya air, melainkan hanya memberikan gambaran tingkat urgensi penanganan DAS.

Indikator Kesehatan DAS Berdasarkan Penilaian DYTERasDAS

DYTERasDAS adalah suatu aplikasi yang mana mengidentifikasi kualitas air sungai. Aplikasi ini memiliki formula makroinvertebrata dan biotilik. DYTERasDAS tersebut adalah

kepanjangan dari D = Dwita, Y = Yasman, T = Titin, E = Eva, R = Retno, As = Assesment, DAS = Daerah Aliran Sungai (Eva Rolia, 2020).

Dalam program tersebut tersedia data base yang memudahkan pemerintah untuk mengevaluasi dan mencari pemecahan masalah yang berhubungan DAS. DYTERasDAS yaitu administrator dan oprator. Aplikasi yang dibuat dengan bahasa program PHP, jQuery, bootstrap, dan css.

PHP (*Hypertext Preprocessor*) merupakan bahasa pemrograman computer yang dapat digunakan untuk scrip yang lebih interaktif dan didesain untuk pengembangan web. Keunggulan PHP diantaranya adalah dapat diunduh secara gratis, memiliki performa yang handal, didukung oleh hampir semua perangkat basis data seperti MySQL dan lain-lain, menyediakan banyak sekali pustaka bawaan seperti tampilan pdf, dapat dijalankan pada hampir semua sistem operasi, dan mudah untuk dipelajari (Solichin, 2016).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian studi kasus ini berada pada wilayah sungai yang ada di Kecamatan Metro Timur dengan luas 12,10 Km² dan Metro Barat dengan luas 11,28 Km² Kota Metro. Penelitian berfokus di beberapa titik yang mana pada Kecamatan Metro Timur terdapat sembilan titik dan Kecamatan Metro Barat terdapat empat titik. Dengan masing masing titik berjarak 10m amat titik dan lokasi yang terjangkau untuk pengambilan data. Penelitian ini juga hanya mengamati makroinvertebrata dan dimensi arus aliran sungai untuk mengidentifikasi kesehatan air sungai yang berada di Kota Metro.

Instrumen Penelitian

Untuk memperoleh kevalidan data maka yang harus dilakukan peneliti untuk pengambilan data sebagai berikut :

1. Observasi langsung, yaitu mengadakan survey ke lokasi langsung aliran sungai di Kecamatan Metro Timur dan Kecamatan Metro Barat. Lokasi Kecamatan Metro Timur ini terdapat Sembilan titik dan Kecamatan Metro Barat terdapat empat titik.

2. Melakukan pengambilan data, yaitu dengan cara susur sungai yang mana susur sungai ini mengambil atau mengamati sampel biotilik, sampel Makroinvertebrata, kadar lumpur, arus aliran sungai, lebar sungai dan sedimen sungai. Dilakukannya susur sungai mulai dari 10 meter dari hulu ke hilir di titik lokasi peneliti. Terdapat 13 titik masing masing berjarak 10 meter. Susur sungai ini di wilayah sungai yang terjangkau kedalaman nya.

HASIL PENELITIAN

Design of Experiment

Desain penelitian ini merupakan kerangka atau strategi yang di pilih oleh peneliti untuk mengintegrasikan secara menyeluruh komponen riset dengan secara logis dan sistematis untuk membahas dan menganalisa apa yang menjadi fokus peneliti

Dimensi dan Data Makroinvertebrata

Lokasi 1 Kecamatan Metro Timur

Pada hasil kajian tersebut diambil data biotilik Makroinvertebrata di Kecamatan Metro Timur dan Kecamatan Metro Barat. Berikut tabel pemeriksaan Biotilik :

Nama sungai : Way Batanghari
Kordinat : lat -5.130868°
long 105.309643°

Nomor dan Nama Lokasi : Titik 1, Kel. Iringmulyo, Kec. Metro Timur, Kota Metro

Kesimpulan: Berdasarkan jenis dan jumlah biotilik yang ditemui dari hasil susur di Sungai Way Batanghari, Kel. Iringmulyo, Kec. Metro Timur

mendapatkan hasil perhitungan indeks biotilik dengan nilai 1,92 sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas air pada sungai Way Batanghari, Kel. Iringmulyo, Kec. Metro Timur adalah kotor dan pencemaran agak berat.

STANDAR PENILAIAN KUALITAS AIR BERDASARKAN INDEKS BIOTILIK HUBUNGAN INDEKS BIOTILIK DENGAN KUALITAS AIR.

3,1 - 4,0 Sangat bersih, pencemaran air sangat ringan

2,6 - 3,0 Bersih, pencemaran ringan

2,1 - 2,5 Agak bersih, pencemaran sedang

1,6 - 2,0 Kotor, pencemaran agak berat

1,0 - 1,5 Sangat kotor, pencemaran berat

Lokasi 2 Kecamatan Metro Timur

Nama sungai : Way Batanghari
Kordinat : Lat 5. 121238S
Long 105. 327280E

Nomor dan Nama Lokasi : Titik 1, Kel. Iringmulyo Kec. Metro Timur, Kota Metro

Kesimpulan: Berdasarkan jenis dan jumlah biotilik yang ditemui dari hasil susur di Sungai Way Batanghari, Kel. Iringmulyo, Kec. Metro Timur mendapatkan hasil perhitungan indeks biotilik dengan nilai 1,82 sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas air pada sungai Way Batanghari, Kel. Iringmulyo, Kec. Metro Timur adalah kotor dan pencemaran agak berat.

STANDAR PENILAIAN KUALITAS AIR BERDASARKAN INDEKS BIOTILIK

HUBUNGAN INDEKS BIOTILIK DENGAN KUALITAS AIR.

3,1 - 4,0 Sangat bersih, pencemaran air sangat ringan

2,6 - 3,0 Bersih, pencemaran ringan

2,1 - 2,5 Agak bersih, pencemaran sedang

1,6 - 2,0 Kotor, pencemaran agak berat

1,0 - 1,5 Sangat kotor, pencemaran berat

Lokasi 3 Kecamatan Metro Barat

Nama sungai : Way Bunut
Kordinat : Lat 5.
11469605S Long 105.28779459E
Nomor dan Nama Lokasi : Titik 1, Kel.
Ganjarasri Kec. Metro Barat, Kota Metro
Kesimpulan : Berdasarkan jenis dan jumlah biotilik yang di temui dari hasil di Sungai Bedeng 20, Metro Barat di dapatkan hasil perhitungan Index biotik dengan nilai 1,76 sehingga dapat di simpulkan bahwa kuitas air pada Sungai Way Bunut, Metro Barat adalah kotor dengan tingkat pencemaran agak berat.

STANDAR PENILAIAN KUALITAS AIR BERDASARKAN INDEKS BIOTILIK HUBUNGAN INDEKS BIOTILIK DENGAN KUALITAS AIR.

3,1 - 4,0 Sangat bersih, pencemaran air sangat ringan
2,6 - 3,0 Bersih, pencemaran ringan
2,1 - 2,5 Agak bersih, pencemaran sedang
1,6 - 2,0 Kotor, pencemaran agak berat
1,0 - 1,5 Sangat kotor, pencemaran berat

Data Perhitungan Kualitas Air Sungai Menggunakan Formula DYTERasDAS Koefisien Rejim Aliran (KRA)

Koefisien Rejim Aliran (KRA) adalah aliran air hasil debit maksimum rata-rata tahunan tertinggi dengan debit andalan yang dihitung menggunakan persamaan nilai. Perhitungan ini menggunakan data debit terukur selama 5 tahun yang diperoleh dari referensi DYTERasDAS Dari hasil perubahan mengidentifikasi komponen KRA menjadi kunci penting dalam monitoring dan evaluasi kinerja daerah aliran sungai. Pendekatan ini membantu untuk mengumpulkan dan mengolah data serta informasi yang diperlukan untuk tujuan evaluasi dan pada akhirnya mendukung pencapaian untuk mengoptimalkan pengelolaan daerah aliran sungai. Pengumpulan data dan informasi KRA perlu dilakukannya secara berkala, seperti penggunaan otomatisasi dalam pengumpulan data.

e-ISSN ; 2722-564X
p-ISSN ; 2722-5631

Koefisien Aliran Tahunan
Koefisien Aliran Tahunan

$$C = \frac{k \times Q}{CH \times A}$$

Dimana :

C = Koefisien Aliran Tahunan

K = Faktor Konversi

$$k = \frac{(365 \times 86400)}{10}$$

Dimana :

A = Luas DAS (Ha)

Q = Debit rata-rata tahunan (m³/s)

CH = Curah hujan rerata tahunan

≤ 0,2 0,5 Sangat Rendah

0,2 < C ≤ 0,3 0,75 Rendah

0,3 < C ≤ 0,4 1 Sedang

0,4 < C ≤ 0,5 1,25 Tinggi

C > 0,5 1,5 Sangat Tinggi

Presentasi Luas Lahan Kritis (PLLK)

Pesentase Lahan Kritis dihitung dengan menggunakan persamaan. Kelas kekritisan lahan yang dimasukkan dalam perhitungan ini adalah kategori kritis dan sangat kritis. Persentase lahan kritis dihitung dengan menambahkan luasan lahan kritis dan sangat kritis. Upaya pengurangan lahan kritis melalui rehabilitas hutan dan lahan merupakan salah satu upaya untuk daya dukung, produktivitas dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga (Kadir, 2015).

Dari Perhitungan diatas terdapat perhitungan menggunakan rumus DYTERasDAS :

$$PLLK = \frac{LK}{A} \times 100\%$$

Dimana :

PLLK = Presentase Luas Lahan Kritis

LK = Luas Lahan Kritis dan Sangat Kritis (Ha)

A = Luas Daerah Aliran Sungai (Ha)

Perhitungan Kondisi Air Sungai Di Lapangan Dengan Indikator

Makroinvertebrata Menggunakan Formula DYTERasDAS

Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan dengan cara susur sungai dalam jarak pandang 100 meter dan meliputi gambaran umum dalam radius lapang pandang habitat yang diamati. Kemudian menetapkan memberi skor untuk setiap parameter habitat. Parameter pemeriksaan habitat meliputi kondisi substrat dasar sungai, vegetasi bantaran sungai, tingkat sedimentasi, adanya modifikasi sungai, dan aktivitas manusia di sekitar sungai. Dalam lokasi titik pengamatan habitat ini meliputi Wilayah Kecamatan Metro Timur terdapat 9 titik, dan Kecamatan Metro Barat terdapat 4 titik.

Kondisi Kualitas Air Sungai Di Lokasi 1 Kecamatan Metro Timur

Kondisi kualitas di lokasi 1 ini terdapat 5 titik pengamatan, dan titik kordinat nya berada di Kelurahan Iringmulyo. Terdapat rincian tabel sebagaimana formula dari DYTERasDAS.

Kondisi Kualitas Air Sungai Di Lokasi ke 2 Kecamatan Metro Timur

Kondisi lokasi yang ke 2 pada penelitian ini masih di Kecamatan Metro Timur, yang mana titik kordinat nya beda dengan pada lokasi 1. Titik kordinat pada lokasi ke 2 ini merupakan di belakang kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro. Di lokasi ini hanya terdapat 4 titik.

Kondisi Kualitas Air Sungai Di Lokasi ke 3 Kecamatan Metro Barat

Kondisi lokasi penelitian yang ke 3 ini berada di aliran sungai bedeng 20 Kelurahan Ganjarasri Kecamatan Metro barat. Lokasi ke 3 ini sebagai mana lokasi terakhir penelitian mengamati kondisi kualitas kesehatan air sungai dan terdapat 4 titik.

KESIMPULAN

kesimpulan bahwa kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS) pada wilayah

Kecamatan Metro Timur dan Kecamatan Metro Barat adalah :

Kondisi Kualitas Air Sungai Berdasarkan Indikator makroinvertebrata

Penilaian kesehatan sub-DAS berdasarkan Makroinvertebrata di lokasi 1 titik 1 dengan nilai 1,92 sehingga dapat disimpulkan air kotor dan pencemaran agak berat. Titik 2 terdapat nilai 1,8 dapat disimpulkan bahwa kualitas air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Titik 3 terdapat nilai 2,0 sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Titik 4 terdapat nilai 1,47 dapat disimpulkan kotor dan pencemaran agak berat. Dan di titik 5 terdapat nilai 1,47 sehingga kualitas air sangat kotor dan pencemaran berat. Penilaian di lokasi ke 2 pada kecamatan Metro Timur sub-DAS berdasarkan Makroinvertebrata titik 1 lokasi ke 2 terdapat nilai 1,8 sehingga kualitas air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Titik 2 dengan nilai 2,0 sehingga di simpulkan air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Titik 3 dengan nilai 2,0 shingga air sungai tersebut kotor dan pencemaran agak berat. Dan titik 4 terdapat nilai 2,0 sehingga kualitas air sungai tersebut kotor dan pencemaran agak berat. Dan lokasi yang ke 3 sub-DAS wilayah Kecamatan Metro Barat titik 1 terdapat nilai 1,76 sehingga kualitas air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Di titik 2 terdapat nilai 1,74 sehingga kualitas air sungai tersebut kotor dan pencemaran agak berat. Titik 3 dengan nilai 1,58 sehingga kualitas air sungai kotor dan pencemaran agak berat. Dan titik 4 penilaian kesehatannya 1,93 sehingga sungai kotor dan pencemaran agak berat.

Perhitungan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Formula DYTERasDAS

Pada perhitungan di lokasi penelitian dihasilkan nilai KRA 0,5 dan kualifikasi pemulihannya sangat rendah. Koefisien aliran tahunan dari hasil masing-masing perhitungan kualifikasi sangat

tinggi, indikator ini merupakan tata air tahunan. Terdapat persentase nilai lahan kritis, diantaranya 47,346% tidak kritis, 31,348% potensi kritis, 32,184% agak kritis, dan 32,051% sangat kritis. Penutup vegetasi di wilayah Kecamatan Metro Timur memiliki rasio persentase badan air 12,709%, area sawah memiliki 61,681%, perkebunan 4,770%, hutan 0,429%, pemukiman 20,354%, dan semak memiliki persentase 0,158%. Sedangkan penutup vegetasi di wilayah Kecamatan Metro Barat memiliki persentase badan air 0,177%, area sawah 49,304%, 0,756 area hutan, pemukiman 40,064% dan semak memiliki persentase sebesar 0,311%. Indeks erosi masing-masing memiliki kualifikasi pemulihan sedang.

Perhitungan Kondisi Air Sungai Di Lapangan Dengan Indikator Makroinvertebrata menggunakan Formula DYTERasDAS.

Pada lokasi pertama di titik satu memiliki skor rata-rata 2,5, titik dua memiliki skor 2,16, titik ke tiga dengan skor 2,5, di titik empat skor 1,8 dan di titik ke lima memiliki skor 2. Kemudian pada lokasi ke dua asesmen kesehatan air sungai dititik pertama memiliki skor rata-rata 2, dititik ke dua memiliki skor 2,1, kemudian titik ke tiga memiliki skor 2, dan dititik ke empat memiliki skor 2. Pada lokasi yang ke tiga di titik pertama memiliki skor asesmen kesehatan air sungai 1,67, titik ke dua memiliki skor rata-rata 1,83, kemudian titik ke tiga dengan skor 1,83, dan di titik ke empat memiliki skor rata-rata 2,17.

DAFTAR PUSTAKA

Hidup Makroinvertebrata." Cokroaminoto
Journal of Biological Science 1(1): 1-5.
Rolia, E. (2022). " Klasifikasi Daerah Aliran Sungai Di Provinsi Lampung Berdasarkan PERMENHUT No. 60/2014." Tapak Vol.11 No. 2, Mei 2022 11(2): 6.
Safira, Ida Munfarida, Dedy Suprayogi

(2022), "Penilaian Kualitas Air Menggunakan Indeks Makroinvertebrata FBI dan Biotilik di Sungai Buntung Sidoarjo" Serambi Engineer, Vol. VII, No. 3, Juli 2022

So-Ra-Ahn, (2017). "Daerah Aliran Sungai Yang Mengalami Kerusakan, Maka Semua Sektor Yang Akan Terganggu".

Silfira, F.N, Soyan Rahman Saleh (2022) "Penggunaan Model SIG Dalam Analisis Fisik Di Kota Metro" P-ISSN:2338-1604 dan E-ISSN:2407-8751 Vol. 17 No. 2, Oktober 2022

Susetyaningsih, A. (2014), "Peraturan Penggunaan Lahan Di Daerah Hulu Das Cimanuk Sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Air" Jurnal Konstruksi, 2014.10

Triyono, Yohanna Lilis H, Manyuk Fauzi (2020), "Tinjauan Persentase Penutup Vegetasi (PPV) Di DAS Indramayu Hulu Stasiun Lubuk Ambacang Tahun 2018" Jom FTEKNIK Vol. 7 No. 1, Januari s/d Juni 2020

Septyanto Kurniawan, ANALISA HAMBATAN SAMPING TERHADAP TINGKAT PELAYANAN JALAN RAYA (Studi kasus : Sepanjang 200 M Pada Ruas Jalan Imam Bonjol Kota Metro. TAPAK Vol 6, No 1 (2016): November 2016.

Departemen Pekerjaan Umum., 2014, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), Direktorat Jenderal Bina Marga dan Departemen Pekerjaan Umum Jakarta.

Gallant Sondakh Marunsenge, (dkk) pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Pada Ruas Jalan Panjaitan (Kelenteng Ban Hing Kiong) Dengan Menggunakan Metode Mkji 1997, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.8 Agustus 2015 (571-582) ISSN: 2337-6732.