

Analisis Sebaran Kualitas Air Sungai Bedok dengan Aplikasi Arc GIS

Surya Budi Lesmana^{a*}, Alfian Ahlunnaza Fuady^b,

^a Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

^b PT. Solusi Energy Nusantara

DOI: <https://doi.org/10.18196/bce.v3i2.13739>

Abstrak

Industri memiliki peranan yang besar dalam mempengaruhi kualitas air sungai, karena berperan sebagai salah satu penghasil limbah yang akan dibuang ke sungai. Pabrik gula merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah, berupa padat, gas, dan juga limbah cair. Limbah tersebut dapat menjadi permasalahan jika dibuang ke sungai tidak memenuhi kriteria baku mutu air limbah yang berlaku. Air sungai yang diindikasikan tercemar dapat mengalami perubahan fisik berupa bau dan warna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sungai pada anak Sungai Bedok, yang merupakan jalur tempat pembuangan limbah cair sebuah pabrik gula, dengan parameter BOD₅, DO, Fe, pH serta dampak yang dapat ditimbulkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mengolah data primer dengan pengambilan sampel air sungai dan melakukan analisis di laboratorium. Jumlah sampel yang diambil sebanyak delapan sampel pada sepanjang jalur anak Sungai Bedok. Pemetaan menggunakan aplikasi GIS untuk memberikan informasi lokasi titik sampel serta mendapatkan peta sebaran kualitas air disepanjang alur sungai tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kadar DO tertinggi sebesar 4,2 mg/l dan terendah sebesar 2 mg/l, nilai kadar BOD₅ tertinggi sebesar 9 mg/l dan terendah 3,5 mg/l, nilai kadar Fe tertinggi sebesar 0,35 mg/l dan terendah 0,1 mg/l, dan nilai pH diantara 7 - 7,4. Terdapat beberapa titik pada pengambilan sampel, kadar DO belum memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Permenkes RI No.32 Tahun 2017 tentang baku mutu. Pada peta sebaran parameter limbah, dapat diketahui semakin jauh jarak sampel dari pabrik, maka kualitas air semakin bagus.

Abstract

River water quality is considerably affected by the quality of the water that enters it. Industry has an important effect on river water quality because industry, as one of the generators of waste, will be thrown into the river, which has lowered the standard quality of the applicable waste water. The sugar plant is one of the industries that generates trash, including solid waste, gas waste, and liquid waste. If liquid trash is discharged into a river and does not fulfill the required waste water quality guidelines, it can be a problem. The smell and color of the mentioned contaminated river water may change. The study's goal is to examine the quality of river water in the Bedok River, which is the site of the Sugar Industry's liquid waste disposal, using the criteria BOD₅, DO, Fe, pH, and the damage that can be caused. The method employed in this study is to collect primary data by river water sampling and analyze it in the laboratory. As many as eight samples were collected along the river Bedok route. Mapping makes use of a GIS application to provide information on the location of the sample point and to generate a map of the distribution of water quality along the river stream. The results of this investigation revealed the greatest DO level of 4.2 mg/l and the lowest of 2 mg/l, the highest BOD₅ level of 9 mg/L and the lowest of 3.5 mg/litre, the highest Fe level of 0.35 mg/liter and the lowest 0.1 mg/liter, and a pH value ranging from 7 to 7.4. There are various places on sampling, and the DO rate does not meet the norm of quality standards in line with Permenkes RI No. 32 of 2017. The greater the sample distance from the Sugar Industry on the waste parameter distribution map, the better the water quality.

Keywords: river, quality, waste, GIS

Riwayat Artikel
Diserahkan
23 Januari 2023

Direvisi
29 Juli 2023

Diterima
26 Agustus 2023

*Penulis korespondensi
surya_lesmana@umy.ac.id

© 2023. Bulletin of Civil Engineering UMY

1 PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan mutu air yang mencakup standar pada tujuan tertentu. Baku mutu air yang ditentukan menjadi standar mutu air berbeda-beda menurut penggunaan, misalnya baku mutu air irigasi dan

air konsumsi. Kualitas air dapat dinilai dengan mengukur perubahan fisik, kimia dan biologi. Kualitas air sungai akan berubah seiring dengan perkembangan lingkungan sungai dan dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia (Mardhia dan Abdullah, 2018).

Pencemaran air adalah suatu fenomena di mana aktivitas manusia yang menyebabkan organisme, energi, zat atau komponen lain masuk atau bercampur dengan air, sehingga menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat tertentu, dan air yang tidak dapat berfungsi secara normal (Alrumman, Elkott, & Keshk, 2016). Penyebab pencemaran dapat berupa organisme, zat, energi atau komponen lain yang masuk ke dalam air dalam bentuk gas, zat terlarut, dan partikel sehingga membuat kualitas air tercemar yang mengganggu fungsi air. Petunjuk tersebut sering disebut unsur pencemar (polutan) (Yuliasuti, 2011).

Permenkes RI No 32 Tahun 2017 menetapkan beberapa parameter yang digunakan sebagai standar pemenuhan kriteria air baku, seperti DO (*Dissolved Oxygen / Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan sebagainya. DO adalah jumlah total oksigen yang ada (terlarut) di dalam air. Semua organisme memerlukan oksigen terlarut bagi respirasi, proses pertukaran zat atau metabolisme, sebelum mereka memberikan energi bagi pertumbuhan dan reproduksi. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen terlarut dibutuhkan bagi mikroorganisme akan menguraikan bahan organik dalam kondisi aerob. BOD adalah ukuran pencemaran limbah didalam air. Semakin besar konsentrasi BOD di dalam air, maka semakin tinggi pula konsentrasi bahan organik di dalam air (Hamuna dkk., 2018). Menurut Sutadian dkk. (2018), kedua parameter ini sangat penting karena oksigen diperlukan untuk semua bentuk organisme akuatik.

Sungai Bedog adalah satu dari beberapa sungai yang melewati DIY. Sungai tersebut digunakan untuk kebutuhan irigasi, pariwisata atau untuk tempat pembuangan limbah. Salah satu tempat pembuangan limbah tersebut berasal dari sebuah pabrik gula. Dari adanya aktivitas di sepanjang sungai berdampak pada sungai (Hendrasari, 2012). Qoirul Anam dan Cholil (2018) menuturkan bahwa hasil analisis kualitas air Sungai Bedog banyak disebabkan oleh limbah cair yang terdapat dari tanaman gula selama musim gula. Parameter ini telah melampaui ambang batas pada baku mutu air. Lebih ke hilir, kualitas air di anak sungai Bedog balik ke normal dan tidak melebihi ambang baku mutu. Hal ini diperkuat oleh penelitian dari Novayanti (2014) yang mengambil sampel air dari anak sungai Bedog dengan panjang 1200 meter. Titik yang digunakan sebagai sampel kontrol adalah 100 meter dan 200 meter, sedangkan titik pengambilan sampel anak sungai Bedog yang terkena sampah adalah 700 meter hingga 1200 meter.

Strategi pengelolaan kualitas air perlu melibatkan berbagai pihak dengan multi-disiplin untuk bisa memberikan keputusan yang tepat. Model matematis bisa menjadi suatu alat yang dapat menunjukkan hubungan polutan dan kualitas air yang dihasilkan untuk jarak yang berbeda (Al Dualimi, 2017). Pemetaan kualitas air ini bisa dilakukan menggunakan *Geographic Information System* (GIS) atau Sistem Informasi Geografi (SIG). GIS mampu menyajikan fenomena dunia nyata, salah satunya yaitu pemetaan kualitas air sungai secara digital (Wardani dan Jamil, 2020). GIS (*Geographic Information System*) merupakan sistem yang berbasis komputer yang di untuk

mengumpulkan memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menampilkan informasi spasial (Izzah, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran sebaran kualitas air yang terjadi di anak sungai Bedog dengan memanfaatkan Sistem Informasi Grafis, yaitu Arc GIS Software.

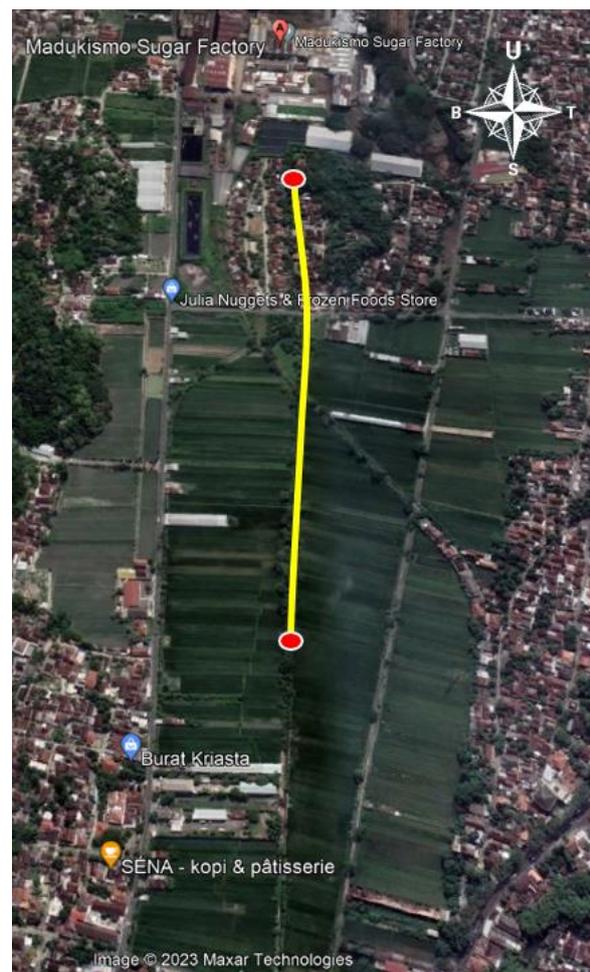
2 METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada aliran anak Sungai Bedo yang berada di selatan Pabrik Gula Madukismo, Bantul, Yogyakarta pada koordinat -7.834674 LS, 110.345364 BT. Lokasi penelitian dan titik pengambilan sampel ditunjukkan di Gambar 1 dan Gambar2. Berikut ini adalah tabel jarak dari sampel A- H (Tabel 1).

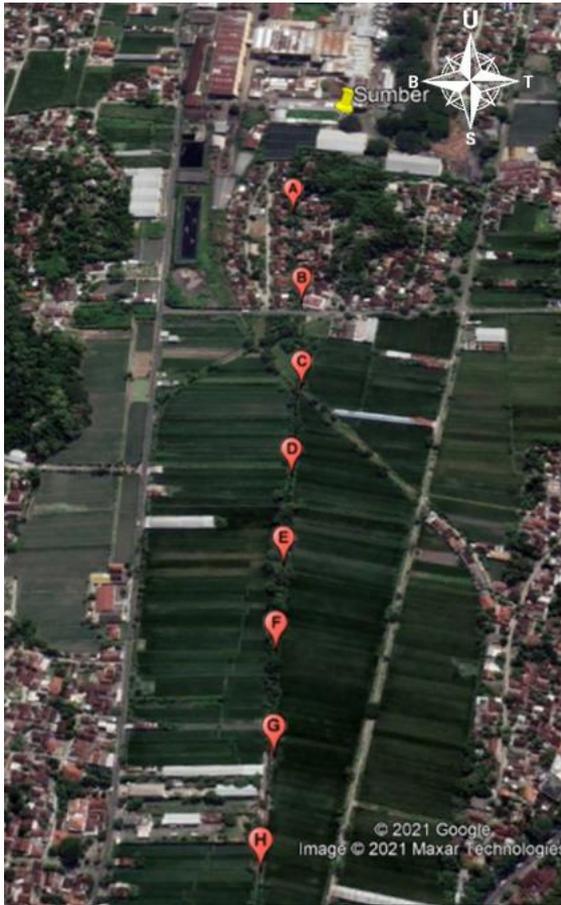
Tabel 1 Jarak dari masing-masing sampel

| Sampel | Jarak (m) |
|--------|-----------|
| A | 100 |
| B | 200 |
| C | 300 |
| D | 400 |
| E | 500 |
| F | 600 |
| G | 700 |
| H | 800 |



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Total panjang ruas anak Sungai Bedog yang digunakan untuk penelitian adalah 800 meter, yang dibagi dalam 8 titik pengambilan sampel.



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel

2.2 Data Kualitas Air

Penelitian ini menggunakan data primer dari kualitas air anak Sungai Bedok. Data kualitas air yang akan dianalisis adalah : DO, BOD, Fe dan PH. Analisis kualitas air dilakukan di laboratorium air di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.3 Kadar DO (*Dissolved Oxygen / Oxygen Demand*)

Kadar DO (*Dissolved Oxygen / Oxygen Demand*) yaitu jumlah total oksigen yang terlarut di dalam air. Kadar DO dapat di hitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$DO = \frac{1000}{V} \times t \times f \times 0,2 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : DO = Kadar DO (mg/l), V = Volume sampel (100 ml), t = Banyaknya titrasi (ml), f = Faktor koreksi = 1, dan 0,2 = Ketetapan koefisien

2.4 Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Angka BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yaitu jumlah dari oksigen terlarut diperlukan untuk mikroorganisme sebagai menguraikan bahan organik pada kondisi aerob. Kadar BOD dapat di hitung menggunakan persamaan 2 sampai 4.

$$O_2 \text{ 0 Hari} = \frac{1000}{V} \times t \times f \times 0,2 \dots \dots \dots (2)$$

$$O_2 \text{ 5 Hari} = \frac{1000}{V} \times t \times f \times 0,2 \dots \dots \dots (3)$$

$$BOD_5 = (O_2 \text{ Segera} - O_2 \text{ 5 Hari}) \times \text{Pengenceran} \dots \dots (4)$$

Dimana : O_2 & BOD_5 = (mg/l), V = Volume sampel (100 ml), t = Banyaknya titrasi (ml), f = Faktor koreksi = 1, dan 0,2 = Ketetapan koefisien.

2.5 Kadar Fe (Besi)

Banyak sedikit nya kandungan Fe digunakan sebagai indikator pada pencemaran logam berat didalam kandungan air limbah. Berdasarkan dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017, kadar Fe maksimum air untuk keperluan higiene sanitasi adalah 1 mg/l. Kadar Fe dapat di hitung menggunakan persamaan 5.

$$Fe = \frac{1000}{V} \times (n \text{ tetes}) / 20 \times 0,1 \dots \dots \dots (5)$$

Dimana : Fe = (mg/l), V = Volume sampel (10 ml), n = Jumlah tetes larutan Fe yang sesuai dengan larutan standar, dan 0,1 = Standar larutan Fe (mg/l).

2.6 Kadar pH

Nilai pH normal adalah 7, sedangkan untuk nilai pH > 7 membuktikan bahwa zat tersebut memiliki sifat basa, dan nilai pH < 7 membuktikan bahwa zat tersebut bersifat asam. pH 0 berarti keasaman tinggi, dan pH 14 berarti kebasaan tinggi.

2.7 GIS (*Geographic Information System*)

Metode yang dipakai dalam pembuatan peta pada aplikasi ArcGIS adalah metode *Multiple Ring Buffer* merupakan metode yang mempunyai fungsi membuat data spasial yang baru berbentuk poligon atau zona pada jarak tertentu dari input data spasial. Untuk data spasial titik yang menghasilkan data spasial yang baru berbentuk lingkaran yang mengelilingi titik, dan data spasial garis menghasilkan data spasial baru berbentuk poligon mengelilingi garis. Selanjutnya, metode ini menghasilkan hasil cukup akurat, sampai penggunaannya yang cukup luas di berbagai macam bidang keilmuan, termasuk juga Sistem Informasi Geografis (SIG) (Junyar dkk., 2020).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sifat Fisik

Sifat fisik didapatkan dari 2 parameter yaitu suhu dan bau. Untuk standar baku mutu suhu yaitu ± 3 °C. Untuk baku mutu bau air sendiri tidak berbau. Berikut hasil pemeriksaan suhu dan bau air dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Suhu udara dan suhu air

| Sampel | Suhu Udara (°C) | Suhu Air (°C) | Selisih Suhu ± 3°C |
|--------|-----------------|---------------|--------------------|
| A | 31 | 28.2 | 2.8 |
| B | 30.5 | 27.7 | 2.8 |
| C | 31 | 28.2 | 2.8 |
| D | 31 | 28.1 | 2.9 |
| E | 31 | 28 | 3 |
| F | 31.5 | 28.5 | 3 |
| G | 31.5 | 28.8 | 2.7 |
| H | 31 | 28.4 | 2.6 |

Dari Tabel 2 didapatkan bahwa semua sampel memiliki selisih suhu berada didalam standar baku mutu suhu yaitu ± 3 °C yang berarti suhu air dikatakan aman.

Tabel 3 Bau air

| Sampel | Bau Air |
|--------|--------------|
| A | Berbau |
| B | Berbau |
| C | Agak Berbau |
| D | Tidak Berbau |
| E | Tidak Berbau |
| F | Tidak Berbau |
| G | Tidak Berbau |
| H | Tidak Berbau |

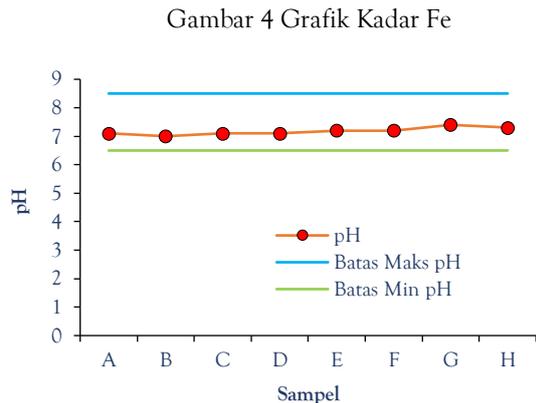
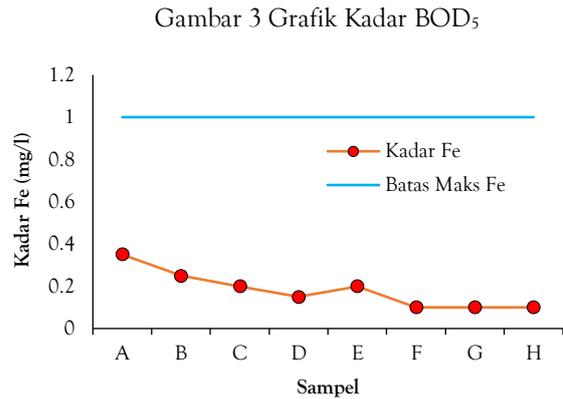
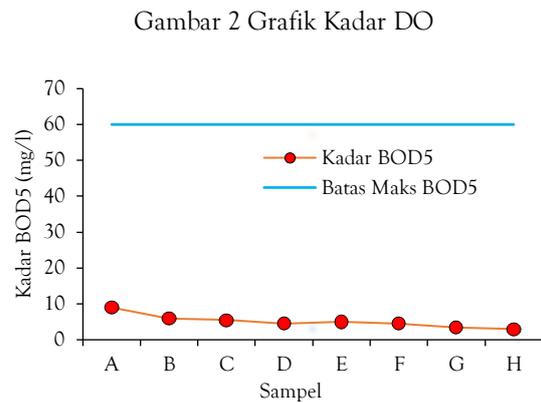
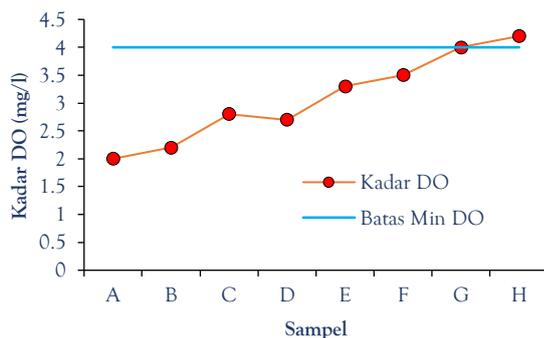
Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa sampel A, B, dan C yang tidak memenuhi persyaratan karena memiliki bau. Hal tersebut disebabkan air pada sampel A, B, dan C terdapat dekomposisi bahan organik sehingga timbul bau tidak sedap.. Sampel D, E, F, G dan H memenuhi syarat tidak berbau dan tidak tercemar adalah

3.2 Hasil Uji Kadar DO, BOD₅, Fe dan PH

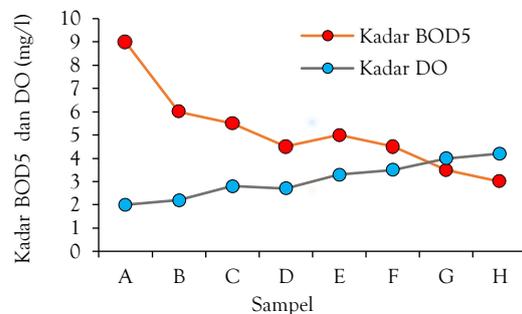
Hasil yang dihasilkan dari uji kadar DO (*Dissolve Oxygen*) merupakan kandungan oksigen yang terlarut didalam air. Standar baku mutu kadar DO yaitu ≥ 4 mg/l. Gambar 2 mencantumkan hasil uji kadar DO. Dari Gambar 2 bahwa hasil analisis pada sampel A, B, C, D, E dan F yang tidak memenuhi batas minimal kadar DO yaitu 4 mg/l. Kondisi DO yang rendah ini sebagai akibat dari banyaknya bahan organik dari limbah domestik yang berasal dari pemukiman ataupun dari limbah industri. Pada sampel G dan H memenuhi syarat minimal kadar DO.

Hasil yang didapatkan dari uji kadar BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*) yaitu jumlah oksigen dibutuhkan untuk bakteri untuk menguraikan zat organik yang terlarut dan untuk zat - zat yang tersuspensi di dalam air. Standar baku mutu kadar BOD₅ yaitu ≤ 60 mg/l. Gambar 3 mencantumkan hasil uji kadar BOD₅. Dari Gambar 3 bahwa hasil analisis kadar BOD₅ semua sampel memenuhi batas baku mutu yaitu 60 mg/l.

Banyak sedikitnya kandungan Fe dapat digunakan sebagai indikator terhadap pencemaran logam berat pada kandungan air. Nilai pH air normal yaitu netral pH = 7, jika air tercemar maka nilai pH berbeda - beda tergantung jenis buangnya. Dari Gambar 4 diketahui bahwa hasil analisis kadar Fe semua sampel memenuhi batas maksimal baku mutu yaitu 1 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa air pada semua sampel tidak tercemar kandungan logam berat. Dari Gambar 5 diketahui bahwa hasil analisis kadar pH semua sampel memenuhi batas pH yang disyaratkan.



3.3 Hasil Perbandingan Kadar DO dengan BOD₅



Gambar 5 Grafik Perbandingan Kadar DO dengan BOD₅

Dari Gambar 5 diketahui bahwa kualitas air menjadi semakin baik ketika menjauh dari titik pertama pengambilan sampel, hal ini dapat dilihat dari tren BOD₅ semakin turun dan tren nilai DO semakin meningkat.

3.4 Peta Sebaran Kadar DO

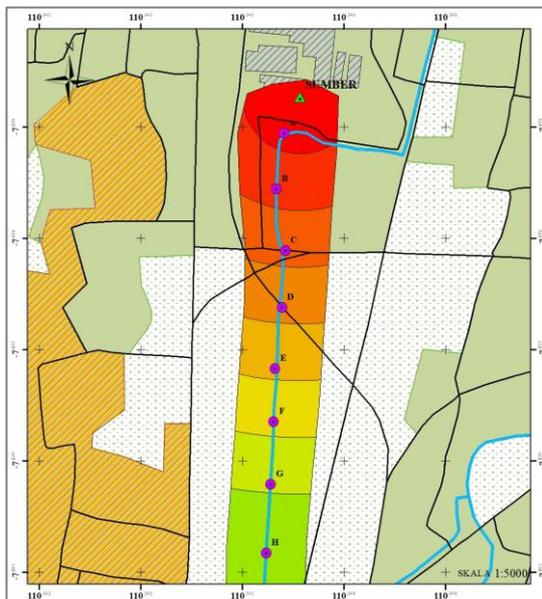
Kadar DO pada pengujian air Anak Sungai Bedog di wilayah Pabrik Gula Madukimo memiliki kadar paling rendah 2 mg/l dan paling tinggi 4,2 mg/l. Semakin jauh titik pengambilan sampel, maka kualitas kadar DO semakin baik, yang ditunjukkan oleh nilai DO yang meningkat. Peta sebaran kadar DO pada Air Anak Sungai Bedog dapat dilihat pada Gambar 6.

Kadar BOD₅ pada pengujian air Anak Sungai Bedog di wilayah Pabrik Gula Madukimo memiliki kadar paling rendah 3,5 mg/l dan paling tinggi 9 mg/l. Semua sampel yang sudah memenuhi standar baku mutu Permen LH RI No 5 Tahun 2014 tentang Standar Baku Mutu

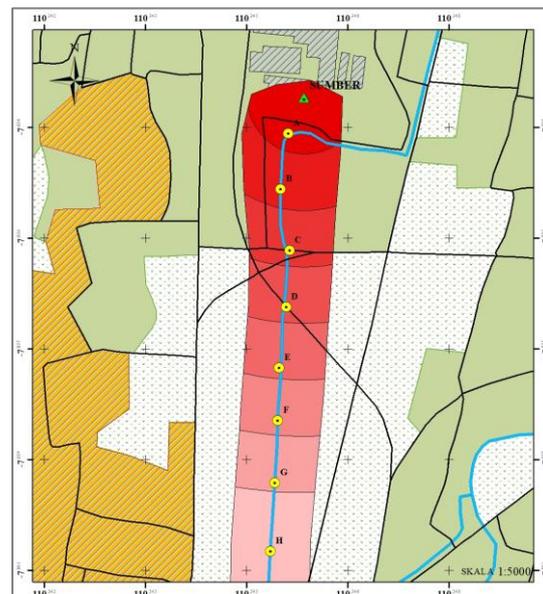
Air Limbah yaitu ≤ 60 mg/l. Peta sebaran kadar BOD₅ pada Air Anak Sungai Bedog dapat dilihat pada Gambar 7.

Kadar Fe pada pengujian air Anak Sungai Bedog di wilayah Pabrik Gula Madukimo memiliki kadar paling rendah 0,1 mg/l dan paling tinggi 0,35 mg/l. Semua sampel memenuhi standar baku mutu Permenkes RI No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi yaitu < 1 mg/l. Peta sebaran kadar Fe pada Air Anak Sungai Bedog dapat dilihat pada Gambar 8.

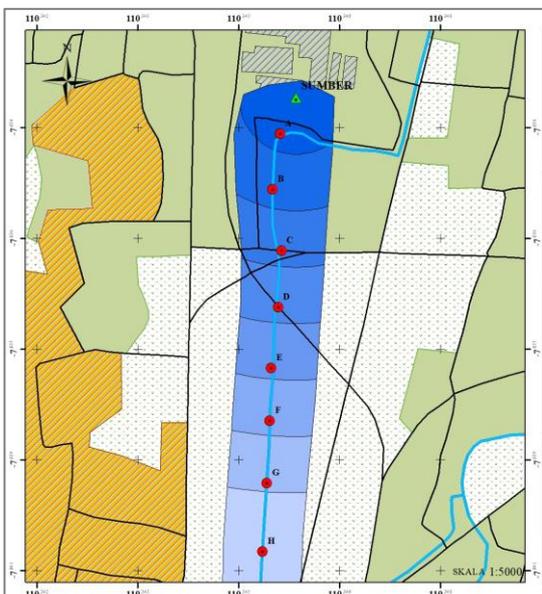
pH pada pengujian air Anak Sungai Bedog di wilayah Pabrik Gula Madukimo memiliki kadar paling rendah 7 dan paling tinggi 7,4. Semua sampel memenuhi standar baku mutu Permenkes RI No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi yaitu antara 6,5 - 8,5. Peta sebaran



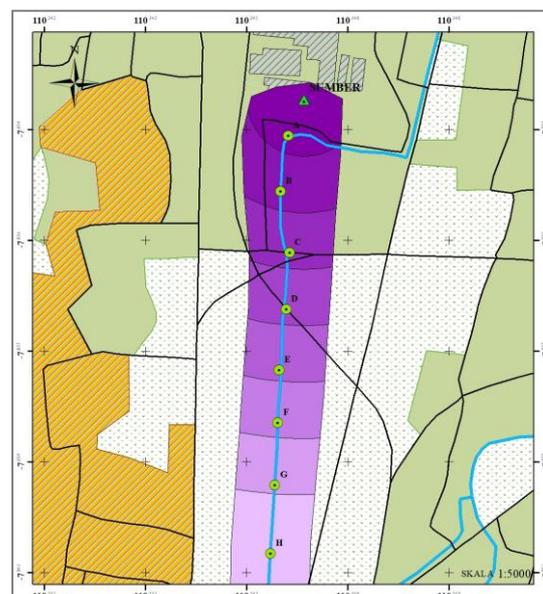
Gambar 6. Peta Sebaran Kadar DO



Gambar 8. Peta Sebaran Kadar Fe



Gambar 7. Peta Sebaran Kadar BOD₅



Gambar 9. Peta Sebaran Kadar pH

kadar pH pada Air Anak Sungai Bedog dapat dilihat pada Gambar 9.

4 KESIMPULAN

Nilai kadar DO tertinggi sebesar 4,2 mg/l dan terendah sebesar 2 mg/l, nilai kadar BOD5 tertinggi sebesar 9 mg/l dan terendah 3,5 mg/l, nilai kadar Fe tertinggi sebesar 0,35 mg/l dan terendah 0,1 mg/l, dan nilai pH diantara 7 - 7,4. Sampel air anak Sungai Bedog yang memenuhi baku mutu adalah sampel pada jarak lebih dari 600 meter dari pabrik sedangkan sampel yang jaraknya kurang dari 600 meter terdapat parameter yang belum memenuhi baku mutu.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

6 DAFTAR PUSTAKA

- Alrumman, S. A., Elkott, F. A., & Keshk, S. M. (2016). Water Pollution: Source & Treatment. *American Journal of Environmental Engineering*, 88-98.
- Al Dualimi, G. A. (2017). Evaluation of BOD and DO for Diyala River by Using Stream Water Quality Model. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(8), 543-548. doi: 10.18178/ijesd.2017.8.8.1013
- Anam, R., Cholil, M., 2018, Analisis Kualitas Air Anak Sungai Bedog Akibat Limbah Pabrik Gula Madukismo Di Desa Tirtonirmolo Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Maury, H., 2018, Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura.
- Hendrasari, Rs., 2012, Model Aliran Steady Non Uniform (Studi Kasus Pada Sungai Bedog Daerah Istimewa Yogyakarta). Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur 8 (1)
- Hidup, K. I., 2014, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta (Id): Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Indonesia, R., 2017, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum
- Izzah, A., 2019, Pemetaan Air Sumur Bor Berdasarkan Standar Kualitas Air Minum Pada Masyarakat Kelurahan Wowawunggu Kecamatan Kadia Kota Kendari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi* 4 (2)
- Junyar, Rrd., Somantri, L., Setiawan, I., 2020, Penggunaan Metode Multiple Ring Buffer Untuk Pemodelan Spasial Area Terdampak Ledakan Jaringan Pipa Minyak Dan Gas Di Kecamatan Kedokanbunder Kabupaten Indramayu. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (Jgel)* 4 (2):68-75
- Mardhia, D., Abdullah, V., 2018, Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis* 18 (2):182-189
- Nadhiroh, Y., 2014, Analisis Kualitas Air Sungai Pakis Akibat Limbah Pabrik Gula Pakis Baru Di Kecamatan Tayu Kabupaten Pati. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- Novayanti, D., 2014, Dampak Limbah Pabrik Gula Madukismo Terhadap Kualitas Air Sungai Bedog Di Bantul Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada,
- Supari, S., Taufik, T., Gunawan, B., 2015, Analisa Kandungan Kimia Pupuk Organik Dari Blotong Tebu Limbah Dari Pabrik Gula Trangkil. *Prosiding Snst Fakultas Teknik* 1 (1)
- Sutadian, Ad., Muttill, N., Yilmaz, Ag., Perera, B., 2018, Development Of A Water Quality Index For Rivers In West Java Province, Indonesia. *Ecological Indicators* 85:966-982
- Teknik Sipil UMY., 2020, Modul Praktikum Teknik Lingkungan. Yogyakarta
- Wardani, Nr., Jamil, Amm., 2020, Pemetaan Objek Wisata Desa Pandanrejo Kota Batu Berbasis Geographic Information System (Gis). *Jpig (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)* 5 (2):86-95
- Yuliastuti, E., 2011, Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Program Magister Ilmu Lingkungan