



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 5 Nomor 2 (2020)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Kualitas Air Sungai Jeneberang Ditinjau dari Lokasi dan Waktu

(The Water Quality of Jeneberang River Based on The Location and Time)

Zakir Sabara¹, Setyawati Yani¹, P Purnamasari², D Darnengsih¹

¹Jurusan Teknik Kima, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia jl. Urip Sumoharjo km.05, Makassar 90231, Indonesia

²Perusahaan Umum Daerah Air Minum, Jl. Ratulangi No. 3, Makassar 90113, Indonesia

Inti Sari

Sungai Jeneberang adalah salah satu sungai yang digunakan untuk memasok air ke Perusahaan Daerah Air Minum kota Makassar. Oleh karena itu, air sungai tersebut harus sesuai dengan kualitas yang disyaratkan untuk standar air minum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air sungai Jeneberang ditinjau dari lokasi dan waktu. Adapun parameter kualitas air sungai yang ditinjau yaitu TSS (Total Suspended Solid), BOD (biological oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dan DO (Dissolved Oxygen). Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel di sungai Jeneberang melalui 3 titik lokasi yaitu titik I di hulu, titik II di tengah dan titik III di hilir sungai. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi dan sore hari. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai parameter menurut lokasi hulu, tengah dan hilir pada waktu pagi dan sore yaitu berturut-turut untuk TSS adalah 10; 19,67; dan 16,67 mg/l dan 12,67; 22,33; 22 mg/l, untuk BOD adalah 2,22; 2,32; 2,20 mg/l dan 2,34; 2,57; 2,76 mg/l, untuk COD adalah 11,72; 7,90; 11,86 mg/l dan 13,54; 9,48; 13,20 mg/l, dan untuk DO adalah 5,45; 3,30; 4,87 mg/l dan 6,84; 5,13; 6,39 mg/l. Parameter yang diukur menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada waktu sore hari dan pada lokasi tengah sungai. Hasil penelitian menunjukkan semua nilai parameter memenuhi syarat kualitas air baku untuk air minum.

Kata Kunci: kualitas air, sungai Jeneberang, hulu, hilir, waktu

Key Words : water quality, Jeneberang river, upstream, downstream, time

Abstract

The Jeneberang River is one of the rivers which supplies water to the Municipal Water Supply Company (PDAM) of Makassar Municipality. Therefore, the river water must be of the required quality for drinking water. The purpose of this study was to determine the quality of Jeneberang river water based on location and time of sampling. The river water quality parameters reviewed are TSS (Total Suspended Solid), BOD (biological oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), and DO (Dissolved Oxygen). This research was conducted by taking samples in the Jeneberang river through 3 location points, namely point I in the upstream, point II in the middle and point III in the downstream of the river. Samples were taken in the morning and evening. The results showed that the average parameter values according to the upstream, middle and downstream locations in the morning and evening for TSS values were 10; 19.67; and 16.67 mg / l and 12.67;

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Corresponding Author

purnamasari240@gmail.com



Journal History

Paper received : 07 Juli 2020

Received in revised : 27 Juli 2020

Accepted : 19 Desember 2020

22.33; 22 mg /l, respectively; for BOD values were 2.22; 2.32; 2.20 mg /l and 2.34; 2.57; 2.76 mg /l, respectively; for COD values were 11.72; 7.90; 11.86 mg /l and 13.54; 9.48; 13.20 mg /l, respectively; and for DO values were 5.45; 3.30; 4.87 mg /l and 6.84; 5.13; 6.39 mg /l, respectively. It was shown from the obtained parameters that the highest value of all parameters was obtained in the afternoon and at the middle of the river. Furthermore, all parameters' values meet the standard of water quality requirements for drinking water.

PENDAHULUAN

Kebutuhan air bagi manusia bukan hanya untuk kebutuhan badani, melainkan juga sebagai pendukung kebutuhan primer lainnya, seperti memasak, mencuci, menyiram tanaman bahkan untuk proses pengolahan di industri. Hal ini membuat kebutuhan akan air menjadi kebutuhan primer layaknya makanan dan pakaian.

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat menjadikan kebutuhan akan air bersih bagi masyarakat juga akan meningkat, tidak terkecuali di kota Makassar. Menurut Haslam "penduduk kota Makassar akan meningkat setiap tahunnya dan jika diproyeksikan akan mencapai 1.536.550 jiwa pada tahun 2020" [1].

Untuk saat ini yang menjadi ujung tombak pemenuhan air bersih adalah Perumda Air Minum Kota Makassar. Dimana salah satu sumber air yang dikelola berasal dari Sungai Jeneberang. Tentunya menjadi tanggung jawab manajemen untuk tetap menjaga ketersediaan bahan baku dan pendistribusian air bersih meskipun berbagai macam masalah sering terjadi.

Salah satu masalah yang sering muncul adalah bagaimana tetap menjaga kualitas bahan baku air yang digunakan pada Sungai jeneberang apalagi setelah musim penghujan yang membuat debit air meningkat dan kadang kadang keruh disebabkan karena erosi pegunungan, belum lagi pada saat musim kemarau yang terjadi adalah kekurangan bahan baku air dan bisa mengganggu pelayanan terhadap air bersih.

Menurut Yassar Arafat, dkk bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan morfologi sungai jeneberang yaitu dipengaruhi oleh proses pertambangan pasir atau kerikil di sungai, pekerjaan sungai, pengalihan keluar atau masuk air sungai, penurunan alami dai keseluruhan system dan pemanfaatan lahan pada DAS [2]. Serta disepanjang sungai terdapat struktur lateral dan kondisi batas bagian hulu dan hilir yang berpengaruh pada kualitas

air sungai jika sering terjadi luapan di pemukiman warga di sekitar daerah aliran sungai tersebut [3]

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai kualitas air diantaranya penentuan kualitas air sungai yang ditinjau dari empat lokasi pengambilan sampel yaitu disepanjang aliran sungai dari hulu hingga ke muara didapatkan hasil bahwa kondisi sungai jeneberang tercemar ringan.[4][5] jika ditinjau dari parameter timbal kualitas air sungai jeneberang dikelurahan Pangkabinanga tidak memenuhi syarat [6] untuk cemaran cadmium (Cd) dari beberapa titik sampel yang dilakukan didapatkan hasil bahwa sungai jeneberang belum tercemar oleh cadmium ditinjau dari sampel air, ikan dan tanahnya [7]

Kejadian banjir pada tahun 2019 sedikit atau banyak merubah morfologi dan aktifitas di daerah aliran sungai ditambah lagi dengan pemanfaatan lahan disekitaran sungai menjadi pemukiman, persawahan dan perkebunan warga akan bertampak pada kualitas air sungai jeneberang [8][9][10]

Oleh karena itu penting untuk melakukan kajian Kembali mengenai kualitas air sungai ditinjau dari lokasi dan waktu dengan menggunakan beberapa parameter uji yaitu *Total Padatan Tersuspensi (TSS)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Dissolved Oxygen (DO)*.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu set alat pengukur TSS, BOD, COD, dan DO.. Bahan utama dalam penelitian ini adalah air Sungai Jeneberang yang berlokasi di Kabupaten Gowa dan Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Sampel air sungai diambil secara acak di tiga lokasi yaitu di lokasi hilir, tengah dan hulu. Sampel air diambil pada dua waktu yaitu pada waktu pagi dan sore hari. Bahan pendukung yang digunakan adalah aquadest yang digunakan pada saat pencucian dan Asam Phospat 85% Merck yang diperoleh dari toko bahan kimia di kota Makassar digunakan pada proses aktivasi.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis TSS, BOD, COD dan DO. Prosedur analisis adalah sebagai berikut:

Analisis TSS

Pengujian TSS dilakukan dengan cara mengocok sampe uji sampai homogen. Kemudian memipet 50 ml sampel kedalam cawan dan diuapkan sampai kering dengan menggunakan penangas air. Setelah itu cawan yang berisi padatan total yang sudah kering dimasukkan ke dalam oven dengan suhu pemanasan $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Kemudian dengan menggunakan penjepit, cawan tersebut dipindahkan ke desikator untuk didinginkan dan selanjutnya ditimbang sampai diperoleh bobot tetap.

Analisis BOD

Analisis BOD dilakukan dengan memasukkan masing-masing 25 ml sampel ke dalam dua botol kaca. Kemudian salah satu botol tersebut disimpan dalam lemari tertutup (aerobic) dan gelap selama lima hari dan suhu ruang (25°C), kemudian diukur oksigen terlarutnya. Botol yang lain diukur oksigen terlarutnya pada hari ke nol ($\text{DO} = 0$) dengan ditambahkan 0,5 ml MnSO_4 ; 0,5 ml reagen alkali iodide azida dan 0,5 ml H_2SO_4 pekat selanjutnya dilakukan peitaran dengan larutan natrium tiosulfat 0,025 N dengan menggunakan indikator 3 tetes amilum. Titik akhir tercapai ditandai dengan perubahan warna coklat menjadi bening/tidak berwarna.

Analisa COD

Untuk Analisa COD di ambil 3 ml sampel dimasukkan kedalam tabung COD kemudian ditambahkan dengan 0,2 g HgSO_4 1 ml; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N 3 ml; reagen COD yang berisi campuran 1 gram AgSO_4 dan 100 ml H_2SO_4 pekat kemudian tabung di tutup rapat dan dikocok sampai homogen. Selanjutnya tabung COD beserta isinya dimasukkan kedalam COD reaktor, tekan tombol on, putar pengatur pada suhu 150°C , putar pengatur waktu sampai angka 120 menit kemudian dibiarkan sampai bel berbunyi dan tekan tombol off. Tabung diambil dari COD reaktor kemudian didinginkan. Pindahan larutan tadi kedalam Erlenmeyer, ditambahkan 2-3 tetes indikator ferroin, dan di titrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,025 N. titrasi berakhir jika larutan telah berubah warna dari hijau menjadi merah coklat.

Analisa DO

Prosedur pengujian analisis DO dilakukan dengan mengambil contoh yang sudah di siapkan kemudian ditambahkan dengan 1 ml MNSO_4 dan 1 ml alkali azida. Segera ditutup dan dihomogenkan sampai terbentuk gumpalan sempurna. Gumpalan yang terbentuk dibiarkan mengendap selama 5-10 menit. Setelah itu ditambahkan 1 ml H_2SO_4 pekat, ditutup lalu dihomogenkan lagi hingga terjadi endapat yang larut sempurna. Kemudian dipipet 50 ml dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer 150 ml. ditambahkan beberapa tetes indikator amilum/kanji selanjutnya di titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai titik ekuivalen tercapai yaitu warna biru tepat hilang.

Parameter uji yang digunakan sebagai standar adalah PP no. 82/2001 [11] tentang pengelolaan kualitas air yang terbagi menjadi menjadi 4 kelas sesuai yang ditampilkan pada Tabel 1.

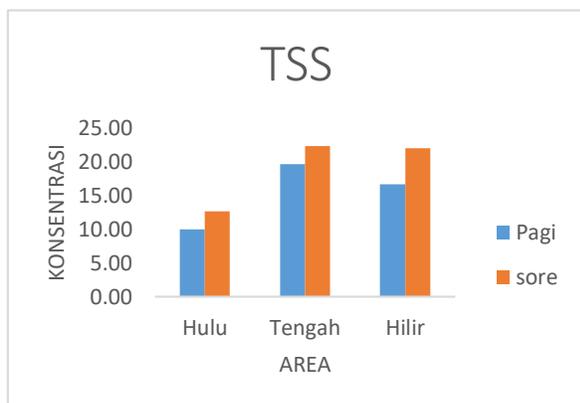
Tabel1. Tabel kualitas air berdasarkan kelas

No	parameter	Kelas			
		1	2	3	4
1	TSS	1000	1000	1000	2000
2	BOD	2	3	6	12
3	COD	10	25	50	100
4	DO	6	4	3	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

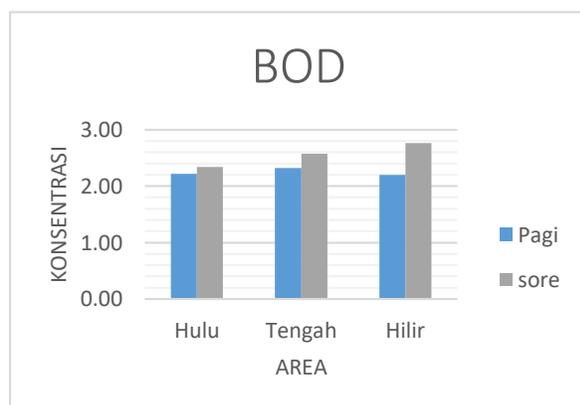
Pengaruh kualitas pasokan air sungai Jeneberang sebagai sumber air baku Perumda Air Minum Kota Makassar dapat ditinjau dari beberapa parameter uji meliputi nilai TSS, BOD, COD dan DO.

Hasil pengamatan nilai parameter uji terhadap air Sungai Jeneberang ditampilkan pada Gambar 1-4. Gambar 1 menunjukkan nilai TSS, Gambar 2 menampilkan nilai BOD, Gambar 3 menunjukkan nilai COD dan Gambar 4 menunjukkan nilai DO.



Gambar 1. Nilai TSS air Sungai Jeneberang

Padatan total pada sampel air adalah bahan yang tersisa setelah sampel air mengalami proses evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu. Padatan yang terdapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter partikel [4]. Dari gambar 1 terlihat bahwa nilai TSS pada pagi hari di area hulu adalah 10 mg/l dan di area tengah meningkat menjadi 19,67 mg/l lalu menurun kembali di area hilir menjadi 16,67 mg/l. Hal ini disebabkan oleh ramainya aktivitas warga sekitar Sungai Jeneberang di area tengah sungai sehingga tanah, sampah maupun sedimen yang berada di area tersebut akan masuk ke sungai. Sementara di waktu sore hari nilai TSS di area hulu terukur pada nilai 12,67 mg/l sedangkan pada area tengah dan hilir sama-sama meningkat yaitu pada nilai 22,33 mg/l dan 22,00 mg/l. Hal ini menandakan adanya peningkatan aktivitas masyarakat di area Hilir pada waktu sore hari.

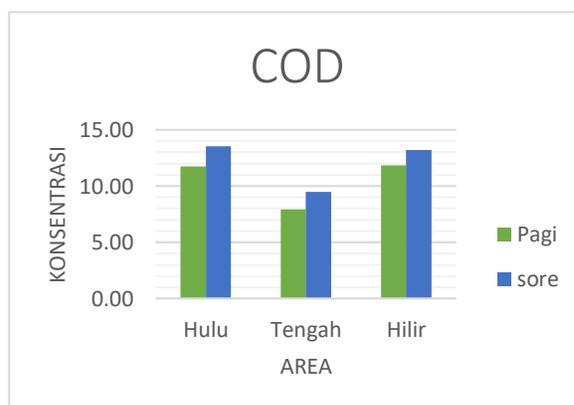


Gambar 2. Nilai BOD air Sungai Jeneberang

BOD merupakan kebutuhan oksigen biokimia. Sehingga nilai BOD dapat menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan dalam reaksi oksidasi yang dilakukan oleh bakteri yang berada di air. Semakin

banyak bahan organik di dalam air, makin besar nilai BOD [4]. Dari gambar 2 hasil pengukuran Kadar BOD air Sungai Jeneberang, terlihat bahwa nilai BOD relatif konstan di semua area baik di waktu pagi maupun sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa aktifitas warga di sekitar Sungai Jeneberang, baik di hulu, tengah dan hilir dan baik pada waktu sore serta pagi hari memberikan pengaruh yang sama terhadap nilai BOD. Aktifitas pemupukan di lokasi persawahan di daerah hulu sampai aktifitas masyarakat di daerah pemukiman yang langsung mengalirkan air limbah langsung kedalam sungai di bagian tengah dan hilir memberi dampak terhadap nilai BOD. Nilai BOD ini berdampak terhadap keanekaragaman dan komposisi fitoplankton dan hal ini bisa dijadikan sebagai parameter biologi untuk mengevaluasi kualitas perairan [12].

COD adalah ukuran kebutuhan oksigen kimia yang merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik di dalam air. Nilai COD dapat menjadi ukuran untuk pencemaran air oleh zat-zat organik yang dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air [4].



Gambar 3. Nilai COD air Sungai Jeneberang

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil pengukuran COD air Sungai Jeneberang pada waktu pagi dan sore hari cenderung menurun pada area tengah sungai. Hal ini diduga karena aktifitas sisa-sisa bahan-bahan dan aktifitas sisa-sisa pertanian yang terikut oleh air hujan yang mengalir ke dalam aliran sungai Jeneberang masih lebih berpengaruh daripada aktifitas penduduk di lokasi di tengah dan hilir.



Gambar 4. Hasil pengukuran DO

Parameter lain yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas air adalah Dissolved Oxygen (DO). DO merupakan oksigen terlarut yang terkandung di dalam air yang berasal dari udara, hal ini terjadi akibat adanya proses fotosintesis dari tumbuhan air. Nilai ambang batas yang disyaratkan adalah paling sedikit 5 mg/l agar biota air termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme seperti bakteri dapat hidup. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai DO cukup tinggi di setiap lokasi pengambilan sampel baik pada pagi maupun sore hari. Kualitas DO yang tinggi, menunjukkan kualitas air yang baik, semakin tinggi nilai DO maka semakin tidak tercemar air pada sungai tersebut.

Tabel 2. Rata rata hasil nilai pengukur TSS

No	Parameter TSS	Kelas			
		1	2	3	4
		1000	1000	1000	2000
Lokasi		Pagi		Sore	
1	Hulu	10		12,67	
2	Tengah	19,67		22,33	
3	Hilir	16,67		22	

Hasil pemeriksaan sampel air dengan uji TSS, BOD, COD dan DO di sepanjang aliran sungai Jeneberang selanjutnya dievaluasi berdasarkan PP no 82/2001 untuk menentukan Kelas dari kualifikasi air yang diuji. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran nilai TSS untuk penentuan Kelas air Sungai Jeneberang.

Terlihat bahwa bahwa kualitas air Sungai Jeneberang di tinjau dari 3 lokasi pengambilan sampel yakni di hulu, tengah dan hilir serta pengambilan sampel di waktu pagi dan sore berada pada kelas 1.

Kualitas air kelas 1 memiliki arti bahwa air tersebut peruntukannya sesuai sebagai bahan baku air minum dan peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kualifikasi kelas air Sungai Jeneberang berdasarkan parameter BOD ditampilkan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa bahwa kualitas air Sungai Jeneberang juga masih berada pada interval kelas 1.

Namun perlu menjadi catatan bahwa pada bagian tengah dan hilir hasil pengukuran yang dilakukan pada sampel yang diambil pada sore hari sudah mendekati klasifikasi air Kelas 2. Klasifikasi air Kelas 2 peruntukannya adalah air untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan peruntukan lain yang mensyaratkannya.

Tabel.3 Rata rata hasil nilai pengukuran BOD

No	Parameter BOD	Kelas			
		1	2	3	4
		2	3	6	12
Lokasi		Pagi		Sore	
1	Hulu	2,22		2,34	
2	Tengah	2,32		2,57	
3	Hilir	2,20		2,76	

Selanjutnya kualifikasi kelas air Sungai Jeneberang berdasarkan parameter COD ditampilkan pada Tabel 4. Pada tabel 4 terlihat bahwa kualitas air Sungai Jeneberang masuk dalam kualifikasi air Kelas 1 dimana nilai terendah didapatkan pada lokasi bagian tengah baik pada pengambilan sampel di pagi dan sore hari yaitu di bawah angka 10.

Tabel.4 Rata rata hasil nilai pengukuran COD

No	Parameter COD	Kelas			
		1	2	3	4
		10	25	50	100
Lokasi		Pagi		Sore	
1	Hulu	11,72		13,54	
2	Tengah	7,90		9,48	
3	Hilir	11,86		13,20	

Yang terakhir adalah kualifikasi kelas air Sungai Jeneberang berdasarkan parameter rata rata nilai DO yang ditampilkan pada Tabel 5. Terlihat

bahwa hasil yang didapatkan sangat bervariasi di masing masing lokasi dan waktu pengambilan sampel. Pada bagian hulu kualitas air masih bisa masuk dalam interval kelas 1 baik di waktu pagi maupun sore hari. Sedangkan di bagian tengah di waktu pagi nilai pengukuran turun ke kelas 3 namun Kembali masuk ke kualifikasi kelas 1 pada sore hari.

Sedangkan untuk di bagian hilir meskipun di waktu pagi hari nilai pengukuran masih rendah akan tetapi masih masuk ke dalam interval kelas 1 dan lebih meningkat pada pengukuran sampel di waktu sore hari. Secara umum, dari nilai DO, perlu dilakukan upaya agar kulfikasi kualitas air Sungai Jeneberang di seluruh lokasi pada setiap saat memenuhi syarat sebagai air Kelas 1 karena peruntukannya sebagai air baku untuk Perumda Air Minum Kota Makassar.

Tabel 5. Rata rata hasil nilai pengukuran DO

No	Parameter DO	Kelas			
		1	2	3	4
		6	4	3	0
Lokasi		Pagi		Sore	
1	Hulu	5,45		6,84	
2	Tengah	3,30		5,13	
3	Hilir	4,87		6,39	

KESIMPULAN

Pasokan air Sungai Jeneberang sebagai sumber air baku Perumda Air Minum Kota Makassar masih memenuhi syarat kualitas air untuk diolah menjadi air minum ditinjau dari parameter TSS, COD, BOD dan DO. Namun, diperlukan upaya untuk menjaga kualitas air dengan mengikutkan masyarakat untuk menjaga kualitas air sungai agar nilai-nilai parameter, terutama nilai DO tetap memenuhi persyaratan sebagai air baku industri pengolahan air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haslam, "Trend dan Proyeksi Penduduk Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2016-2020," Universitas Hasanuddin, 2017.
- [2] Y. Arafat, M. Saleh Pallu, F. Maricar, and R. T. Lopa, "Morphology evolution of lower Jeneberang River, Indonesia," *Int. J. Earth Sci. Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 2011–2016, 2015.
- [3] Aslam and U. Lasminto, "2D numerical modeling of the Jeneberang River Flood due to the overflow of the Bili-Bili Dam," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 930, p. 012071, 2020.
- [4] M. Thamrin, M. Ramli, S. Widodo, and J. Kadir, "Penentuan Kualitas Air Sungai Jeneberang dengan metode indeks pencemar, di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan," 2018, vol. 4, no. 82, pp. 259–266.
- [5] A. Rifani, "Kajian Kerusakan Lingkungan pada Perairan Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan akibat Aktivitas Pertambangan Pasir sebagai Dasar Pengelolaan Lingkungan." 2017.
- [6] R. Nasution B, "Gambaran Kualitas Air Sungai Jeneberang di Kelurahan Pangkabinanga Kabupaten Gowa ditinjau dari Parameter Kadar Timbal (Pb), pH dan BOD," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2011.
- [7] M. Masriadi, P. Patang, and Ernawati, "Analisis Laju Distribusi Cemar Kadmiun (Cd) di Perairan Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa," vol. 5, no. 2, pp. 14–25, 2019.
- [8] R. T. L. Yassir Arafat, M. Saleh Pallu, Farouk Maricar, "Hydrodynamic Modeling of Jeneberang Estuary," in *Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE)*, 2015, vol. 2, pp. 615–622.
- [9] I. G. Tunas, Y. Arafat, and H. Azikin, "Integration of Digital Elevation Model (DEM) and HEC-RAS Hydrodynamic Model for flood routing," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 620, no. 1, 2019.
- [10] P. F. NURDIN, T. KUBOTA, and A. S. SOMA, "Investigation of flood and landslide in the Jeneberang catchment area, Indonesia in 2019," *Int. J. Eros. Control Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 13–18, 2019.
- [11] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001," *Peratur. Pemerintah Republik Indones.*, no. 1, pp. 1–5, 2001.
- [12] A. N. A. Alfionita, P. Patang, and E. S. Kaseng, "Pengaruh eutrofikasi terhadap kualitas air di sungai jeneberang," vol. 5, no. 1, pp. 9–23, 2019.