

MODEL DISTRIBUSI LIMBAH BOD₅ TERSEBAR (NONPOINT SOURCE POLLUTION-BOD) DI PERAIRAN LAUT PULAU BULUH KOTA BATAM KEPULAUAN RIAU

Haerizul Fahrullah¹, Zulkarnaini², Syahril³

¹Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Riau¹, P.O. Box 28293, Fakultas

²Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau², P.O. Box 28293, Indonesia,

³Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau³, P.O. Box 28293, Indonesia.

de.haeri@gmail.com

Abstract

Background and Purpose: The large number of shipyard industrial activities that stand around Buluh Island has the potential to pollute the waters of the island of Buluh so that it impacts on the catches of the reed island fishermen themselves. Some electronic media reported the impact felt by the fishermen of Buluh Island on the shipyard industry and farm of pig activities. This study aims to maintain the quality of the aquatic environment on Batam City's Buluh Island through the modeling of sources of scattered waste, so a study of non-point pollution is needed that has a direct impact on people's lives. **Material and Methods:** BOD parameters, in general are widely used to determine the level of waste water pollution. BOD measurement is a measurement of the amount of oxygen used by microorganisms in decomposing organic matter that is in waters. Decomposition of organic matter involves various organisms and oxidation reactions occur with the end result of carbon dioxide (CO₂) and water (H₂O). Oxidation reactions during the BOD examination are the result of biological activity and the reactions that take place are influenced by the population and temperature. This research was conducted in the Buluh Island area, Bulang District, Batam City, Riau Islands Province. This research was conducted in April - June 2019. The location of the study was Buluh Island, where there were many shipyards and pigs which were thought to be a source of waste distributed in the marine waters of the island of Batam City. **Sampling** is done based on the station (5 stations) that have been determined and measured in the laboratory and compared with the results of the model using equation $BOD_t = B(1 - e^{-kt})$. **Results:** Based on the results obtained at the five stations both for measurement results and modeling results (calculation results) BOD concentration values the highest is at station-3 and station-5 with values 16,978 and mg / L.17, 986 mg / L. This is because the station is the main source of waste in the farm of pigs and the location of the largest shipyard in the study area which has an impact on the decline in catches of Batam Island's Buluh fishermen. **Conclusion:** Based on the analysis conducted in this study, it can be concluded that by using the equation of the distribution model of scattered limbs and some physical parameters such as current speed, distance, coordinates and some water samples at each station, it is very easy to map the wide waste distribution model in Buluh Island waters. Batam City, Riau Islands. **Keywords:** Model, Nonpoint Source Pollution, BOD.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya alam dan potensi wilayah pesisir yang besar menjadi daya tarik bagi berbagai *stakeholder* dengan berbagai kepentingan, sehingga wilayah pesisir cenderung dieksploitasi secara besar-besaran tanpa memperhatikan dampak terhadap lingkungan sekitarnya. Pesatnya pertumbuhan industri, kegiatan pelabuhan serta padatnya pemukiman nelayan dan penduduk sekitar secara langsung meningkatkan berbagai macam kegiatan yang menghasilkan limbah industri dan sampah domestik lainnya. Perairan Batam sebagai kawasan pesisir akan menjadi tujuan pengembangan sarana teknologi pelayaran, pelabuhan, industri, pemukiman, dan perikanan. Akibatnya akan timbul permasalahan baru



antara lain persoalan pencemaran lingkungan, abrasi pantai, banjir, erosi permukaan tanah, amblasan, kelangkaan air bersih, dan lain-lain (Usman *et al*, 2005).

Menurut Douglas (1995), banyaknya bisnis perkapalan di pesisir California menyebabkan terjadinya polusi yang berasal dari galangan kapal seperti limbah Kimiawi dari cat, dan sisa lambung kapal yang tidak terpakai. Selain itu kios BBM apungan, keberadaan toilet di pantai, serta restoran yang juga merupakan sumber utama polusi tersebar di Pantai California, sama halnya dengan Kota Batam yang saat ini banyak ditemukan industri galangan kapal, kios BBM apungan, dan berbagai kegiatan industri lainnya seperti ternak babi sklala konvensional yang menyebabkan adanya sumber polusi tersebar (*nonpoint source pollution*) di perairan laut Kota Batam.

Pencemaran yang terjadi akibat industri galangan kapal dan aktivitas masyarakat seperti limbah rumah tangga pada lingkungan dan ekosistem perairan pesisir akan menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan masyarakat pesisir (*livelihood of coastal society*) yang hidup bergantung pada perairan pesisir khususnya nelayan. Ancaman yang paling serius dari kehadiran limbah (misal minyak dan lemak) adalah kerugian ekonomi yang timbul karena terhentinya aktivitas nelayan (ITOPF, 2009) dan hasil perikanan terkontaminasi, sehingga akan mendorong penurunan harga atau penurunan hasil laut oleh para pembeli (ITOPF, 2004). Kualitas perairan yang tidak lagi mendukung untuk kehidupan organisme karena kualitas perairan yang semakin menurun akan mengganggu sosial ekonomi masyarakat yang bergantung pada sumberdaya perairan pesisir dan laut.

Pulau Buluh di Kecamatan Bulang Batam merupakan daerah yang dikelilingi oleh perairan. Kondisi ini yang menjadikan masyarakat Pulau Buluh sebagian besarnya bermata pencaharian sebagai nelayan tradisional. Nelayan Pulau Buluh umumnya merupakan nelayan dengan jenis tangkapan kepiting dan udang yang beroperasi hanya di wilayah perairan Pulau Buluh. Banyaknya kegiatan industri galangan kapal yang berdiri disekitar Pulau Buluh berpotensi menjadikan perairan wilayah Pulau Buluh tercemar sehingga berdampak terhadap hasil tangkapan nelayan pulau buluh itu sendiri. Beberapa media elektronik memberitakan adanya dampak yang dirasakan nelayan Pulau Buluh terhadap kegiatan industri galangan kapal, salah satunya adalah kabar24.bisnis.com (06/08/2012) dan nasional.kompas.com (07/08/2012) memberitakan nelayan Pulau Buluh berunjuk rasa menuntut pemerintah menghentikan pencemaran laut yang dilakukan oleh salah satu industri galangan kapal sehingga hasil tangkapan nelayan berkurang.

Pencegahan terjadinya pencemaran laut di wilayah perairan Pulau Buluh dan sekitarnya seharusnya perlu dilakukan upaya pengendalian, karena sangat berdampak pada kehidupan nelayan Pulau Buluh itu sendiri. upaya pengendalian pencemaran air sebelumnya hendaklah mengetahui sumber-sumber dari pencemaran air tersebut, akan tetapi sumber pencemaran air tersebar (*nonpoint source pollution*) sangat sulit diketahui karena sumbernya bisa berasal dari berbagai sumber yang sulit terdeteksi (Kusnanto, 2011, Nugraha, 2017). Sumber penghasil air limbah di perairan Kota Batam meliputi sumber institusional yang terdiri dari kegiatan industri, pertokoan, rumah sakit, usaha kecil dan air limbah domestik. Sampai sekarang, besaran beban pencemar, jenis sumber pencemar terhadap perairan yang terdapat di Kota Batam belum diketahui dengan baik.



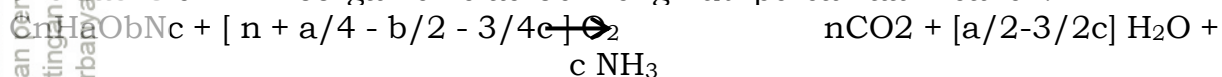
Perlu menjaga kualitas lingkungan perairan di Pulau Buluh Kota Batam, diperlukan kajian mengenai polusi tersebar (*nonpoint source pollution*) yang diduga menjadi sumber pencemar perairan Pulau Buluh Kota Batam sehingga berdampak langsung terhadap kehidupan masyarakat nelayan. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan data yang akurat tentang sumber-sumber pencemar yang nantinya diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam menentukan besaran beban pencemar yang masuk ke perairan sebagai upaya pengontrolan serta pengendalian pencemaran air di Pulau Buluh Kota Batam, sehingga memperkecil dampak negatif bagi masyarakat nelayan tradisional Pulau Buluh Kota Batam.

MATERI DAN METODE

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut. Salah satu parameter kimiawi yang digunakan dalam penelitian ini adalah BOD.

Parameter BOD, secara umum banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Pengukuran BOD merupakan pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik yang ada di dalam suatu perairan. Penguraian bahan organik melibatkan bermacam-macam organisme dan terjadi reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O). Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktifitas biologis dan reaksi yang berlangsung dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu. Oleh karena itu selama pemeriksaan BOD, suhu harus diusahakan konstan pada 20 °C yang merupakan suhu umum di alam. Secara teoritis, waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sehingga bahan organik terurai menjadi CO₂ dan H₂O adalah tidak terbatas. Dalam prakteknya di laboratorium, biasanya berlangsung selama 5 hari dengan anggapan bahwa selama waktu itu persentase reaksi cukup besar dari total BOD (Salmin, 2005).

Proses penguraian bahan organik menjadi CO₂ dan H₂O melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme aerob mengikuti persamaan reaksi :



Proses oksidasi ini berjalan cukup lama, dan dianggap lengkap selama 20 hari. Tetapi penentuan BOD selama 20 hari dianggap terlalu lama dan tidak efektif sehingga pengukuran BOD dilakukan setelah 5 hari inkubasi yang disebut sebagai BOD₅ yang bertujuan untuk memperpendek waktu yang diperlukan dan meminimumkan pengaruh oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat yang berlangsung pada hari ke 8-10. Selama 5 hari inkubasi diperkirakan 70%-80% bahan organik telah mengalami oksidasi (Effendi, 2003). Semakin besar kadar BOD dalam suatu perairan merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar maksimum BOD₅ yang diperkenankan untuk air minum dan untuk menopang kehidupan organisme perairan serta untuk keperluan irigasi dan perikanan berkisar 2 - 12 mg/liter (PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air).

Tabel 1 : Baku Mutu Air Laut (Untuk Kehidupan Biota Laut)



No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
	Kecerahan	M	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
	Kebauan	-	alami
	Kekeruhan	NTU	<5
	Padatan tersuspensi total	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
	Sampah	-	Nihil
	Suhu	°C	alami coral: 28-30 mangrove: 28-32 lamun: 28-30
	Lapisan minyak	-	Nihil
KIMIA			
	pH	-	7-8,5
	Salinitas	%	alami coral: 33-34 mangrove: s/d 34 lamun 33-34
	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
	BOD ₅	mg/l	20
	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
	PAH (Poliarmatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
	Senyawa Fenol Total	mg/l	0,002
	PCB Total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
	Minyak & lemak	mg/l	1
	Pestisida	µg/l	0,01
	TBT (tributil tin)	µg/l	0,01
Logam Terlarut			
	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
	Arsen (As)	mg/l	0,012
	Cadmium (Cd)	mg/l	0,001
	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
	Seng (Zn)	mg/l	0,05
	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
Biologi			
	Coliform	MPN/100 ml	1000
	Pathogen	Sel/100 ml	nihil
	Plankton	Sel/100 ml	tidak bloom

Sumber : KEPMEN LH Nomor 51 Tahun 2004)

1. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Pulau Buluh Kecamatan Bulang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau. Penelitian Ini dilaksanakan pada Bulan April



Juni 2019. Lokasi ini dipilih karena banyak terdapat industri galangan kapal, serta industri perternakan babi di Pulau Bulan yang merupakan daerah tangkapan masyarakat nelayan Pulau Buluh, dengan dibagi menjadi 5 stasiun. Stasiun 1 (1°01'56.4"LU 103°55'02.8"BT) yaitu di perairan muara sungai sekitar galangan kapal wilayah Kecamatan Sagulung Batam, Stasiun 2 (0°00'39.3"LU 103°55'12.8"BT) yang merupakan perairan di daerah antara Pulau Sepaku dan Pulau Bulan, Stasiun 3 (0°59'57.8"LU 103°54'03.2"BT) merupakan wilayah muara sungai Pulau Bulan, Stasiun 4 (0°59'54.1"LU 103°56'01.1"BT) berada di daerah antara Pulau Buluh dan Pulau Bulan Stasiun 5 (0°59'17.2"LU 103°56'49.9"BT) berada di muara sungai Pulau Buluh. Sampel air laut permukaan diambil sebanyak 300 mL menggunakan botol BOD yang dilengkapi dengan tutup asah dengan cara mencelupkan botol dengan hati-hati kedalam air dengan posisi mulut botol searah dengan aliran air, sehingga air masuk kedalam botol dengan tenang untuk menghindari terjadinya turbolensi dan gelembung udara selama pengisian, selanjutnya sampel dalam botol diberi pengawet alkalin dan manganes untuk diuji di laboratorium dengan metode titrasi dengan cara WINKLER. Pada penelitian ini, laboratorium yang digunakan untuk menguji sampel air laut yaitu Laboratorium Lingkungan PT. Surveyor Indonesia Cabang Batam yang telah terakreditasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan nomor akreditasi ISO 17025:2008 yang berada di Jalan Kerapu, Batu Ampar Batam.

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan beberapa parameter fisis dan kimiawi. Pengukuran kecepatan arus menggunakan metode dengan benda hanyut atau *drifter* (*Langlarian*). Alat pengukur menggunakan *Free-floating drogued buoy* untuk mengukur kecepatan dan sebuah kompas bidik untuk mencari arah. *Free-floating drogued buoy* dilepas di perairan dengan diikat sebuah tali dengan jarak tertentu, lalu diukur waktunya sampai tali tersebut menegang. Kecepatan arus bisa diukur dengan membagi jarak dengan waktu. Sedangkan arah bisa dicari dengan menggunakan kompas bidik.

Dari hasil pengujian kualitas air dari setiap stasiun dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan (Hadi, 2007). Baku mutu kualitas air laut yang digunakan mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

Langkah awal dalam pembuatan model distribusi polusi tersebar adalah mengukur kadar polusi tersebar. Ada beberapa kesulitan yang ditemukan dalam melakukan pengukuran kadar polusi yang terjadi pada polusi tersebar, yaitu pendekatan yang dilakukan dalam menghitung jumlah polusi yang terjadi karena sumber polusi tersebar bisa berasal dari beberapa sumber. Oleh sebab itu telah ditemukan formula dalam menentukan kandungan polusi tersebar yaitu onedimensional Streeter-Phelps (S-P) model (Chenhor 1996, Syahril, 2016) dengan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \exp \left[-K \frac{x}{86400u} \right] \dots\dots\dots (1)$$

dimana C adalah konsentrasi polusi (mg/L), C₀ adalah konsentrasi awal polusi (mg/L), K adalah koefisien peluruhan (1/d), x adalah jarak antara titik awal dihitung dalam satuan meter (m), dan u adalah kecepatan aliran (m/s) Yang berdasarkan dari jumlah konsentrasi *Biological Oxygen Deman* (BOD) dari setiap stasiun, data yang diperoleh dari analisi sumber polusi tersebar selanjutnya akan ditampilkan dengan tabel dan grafik. Pembuatan model distribusi sumber limbah tersebar akan diambil dari



Hasil perhitungan rumus di atas menggunakan akan digambarkan menggunakan aplikasi *surfer*. Semua prosedur dilakukan dengan metode terasi interpolasi komputer

HASIL

Analisis Model Distribusi Limbah Tersebar BOD di Perairan Pulau Buluh Kota Batam Kepulauan Riau.

Hasil perhitungan dan pengukuran limbah tersebar BOD pada setiap stasiun dapat di lihat pada Tabel 2 sampai 6.

Tabel 2 : Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-1.

Stasiun (m)	Co (mg/L)	K	u (m/det)	Cu (mg/L)	Ch (mg/L)
10	12	-1	0.30	10.100	86400 25920 0.000386 11.995
20	12	-1	0.35	9.700	86400 30240 0.000661 11.992
30	12	-1	0.29	9.100	86400 25056 0.001197 11.986
40	12	-1	0.30	8.700	86400 25920 0.001543 11.981
50	12	-1	0.32	8.600	86400 27648 0.001808 11.978
11.987					

Tabel 3 : Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-2.

Stasiun (m)	Co (mg/L)	K	u (m/det)	Cu (mg/L)	Ch (mg/L)
10	12	-1	0.40	10.100	86400 34560 0.000289 11.997
20	12	-1	0.43	9.600	86400 37152 0.000538 11.994
30	12	-1	0.45	9.100	86400 38880 0.000772 11.991
40	12	-1	0.40	8.800	86400 34560 0.001157 11.986
50	12	-1	0.43	8.600	86400 37152 0.001346 11.984
11.990					

Tabel 4 : Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan Pada Stasiun-3.

Stasiun (m)	Co (mg/L)	K	u (m/det)	Cu (mg/L)	Ch (mg/L)
10	17	-1	0.25	15.000	86400 21600 0.000463 16.992
20	17	-1	0.23	14.500	86400 19872 0.001006 16.983
30	17	-1	0.25	14.200	86400 21600 0.001389 16.976
40	17	-1	0.28	14.000	86400 24192 0.001653 16.972
50	17	-1	0.30	13.600	86400 25920 0.001929 16.967
16.978					

Tabel 5 : Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-4.

Stasiun (m)	Co (mg/L)	K	u (m/det)	Cu (mg/L)	Ch (mg/L)
10	11	-1	0.34	10.500	86400 29376 0.00034 10.996
20	11	-1	0.30	10.320	86400 25920 0.000772 10.992
30	11	-1	0.33	10.200	86400 28512 0.001052 10.988
40	11	-1	0.34	10.100	86400 29376 0.001362 10.985
50	11	-1	0.35	10.000	86400 30240 0.001653 10.982
10.989					



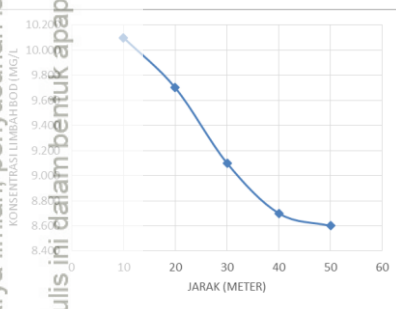
Tabel 6 : Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-5.

Stasiun	x (m)	Co (mg/L)	K	u (m/det)	Cu (mg/L)	Ch (mg/L)
1	10	18	-1	0.42	17.000	86400 36288 0.000276 17.995
2	20	18	-1	0.41	16.600	86400 35424 0.000565 17.990
3	30	18	-1	0.44	16.400	86400 38016 0.000789 17.986
4	40	18	-1	0.44	16.200	86400 38016 0.001052 17.981
5	50	18	-1	0.43	16.000	86400 37152 0.001346 17.976

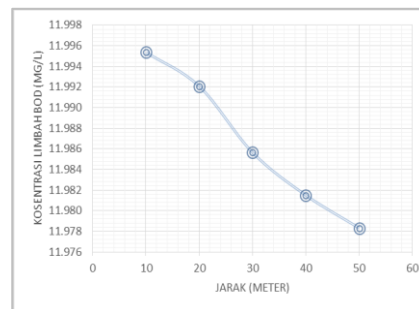
PEMBAHASAN

Nilai konsentrasi limbah tersebar BOD pada setiap stasiun cukup bervariasi namun masih berada pada interval baku mutu air laut untuk biota laut. Adapun Grafik persebaran limbah BOD di perairan laut Pulau Buluh dapat dilihat pada Gambar 1 sampai 5 di bawah ini.

Gambar 1 : Stasiun-1 :



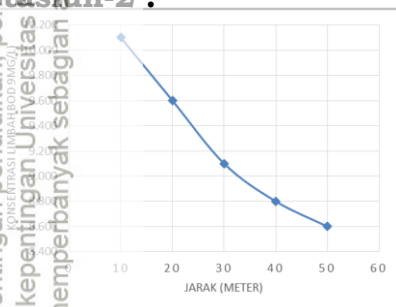
a). Hasil pengukuran limbah tersebar BOD di stasiun-1.



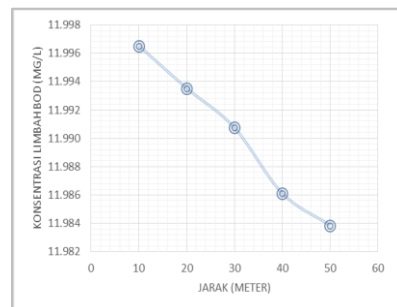
b). Hasil perhitungan limbah tersebar BOD di stasiun-1

Gambar 1. Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-1.

Gambar 2 : Stasiun-2 :



a). Hasil pengukuran limbah tersebar BOD di stasiun-2.

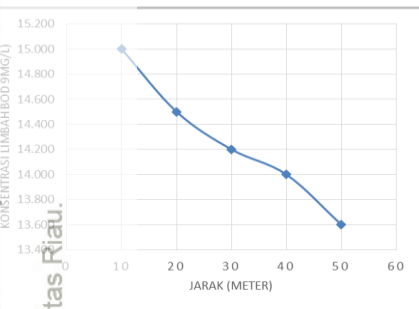


b). Hasil perhitungan limbah tersebar BOD di stasiun-2.

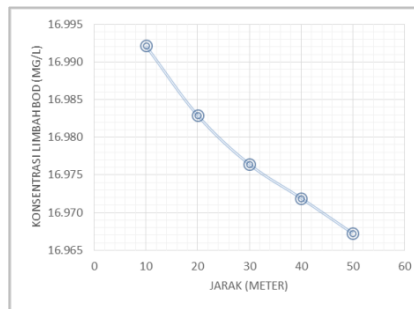
Gambar 2. Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-2.



Stasiun-3 :



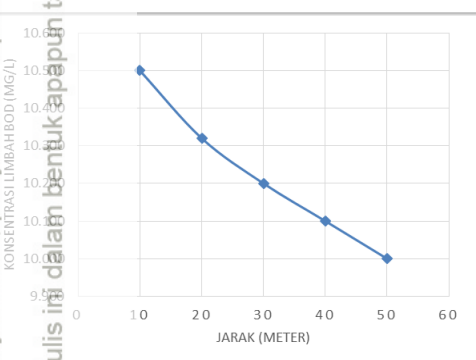
a). Hasil pengukuran limbah tersebar BOD di stasiun-3.



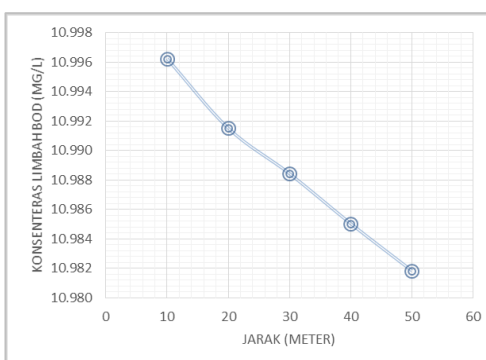
b). Hasil perhitungan limbah tersebar BOD di stasiun-3.

Gambar 3. Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-3.

Stasiun-4 :



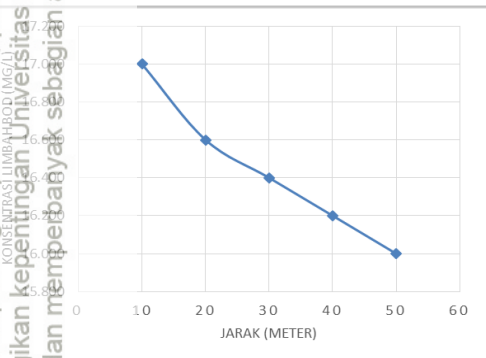
a). Hasil pengukuran limbah tersebar BOD di stasiun-4.



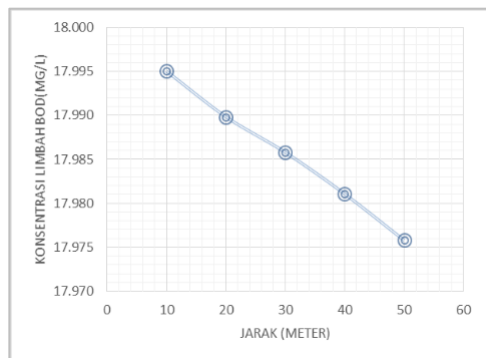
b). Hasil perhitungan limbah tersebar BOD di stasiun-4.

Gambar 4. Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-4.

Stasiun-5 :



a). Hasil pengukuran limbah tersebar BOD di stasiun-5.



b). Hasil perhitungan limbah tersebar BOD di stasiun-5.

Gambar 5. Nilai Konsentrasi BOD Hitung dan Pengukuran Lapangan pada Stasiun-5.

1. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada kelima stasiun baik untuk hasil pengukuran (Badan Standardisasi Nasional, 2015) maupun hasil modeling (hasil perhitungan) nilai konsentrasi BOD tertinggi berada pada stasiun-3 dan stasiun-5 dengan nilai 16,978 mg/L dan 17,986 mg/L. Hal ini dikarenakan pada stasiun tersebut merupakan sumber limbah utama yang berupa ternak babi terbesar sedangkan lokasi galangan kapal terbesar pada stasiun-1 pada



daerah penelitian. Tingginya kandungan BOD di stasiun-3 dan stasiun-5 diakibatkan oleh sisa pakan dan kotoran yang berasal dari Perteranakan babi yang merupakan sumber bahan organik. Hal ini sesuai dengan pendapat Suparjo (2009), dan Wattayakorn (1988), yang menyatakan bahwa bahan organik secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri melalui proses proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi buangan limbah baik limbah daratan seperti domestik, industri, pertanian dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara. Selain itu tingginya kandungan BOD di perairan Pulau Buluh diduga, tingginya mikroorganisme pengurai dalam menguraikan bahan organik yang mudah terurai yang berasal dari serasah mangrove.

Menurut Widiarsih (2002), Limbah industri dan domestik diketahui mengandung bahan organik yang tinggi. Oleh karena penelitian ini hanya mengukur parameter organik kimiawi maka konsentrasi BOD yang diakibatkan oleh keberadaan ternak babi yang lebih tinggi pada stasiun-3 dan stasiun-5 dengan jumlah babi mencapai ± 2000 ekor. Sedangkan pada tiga stasiun lainnya merupakan daerah pengembangan usaha galangan kapal dan berada pada kawasan perairan laut yang cukup luas dibandingkan dengan stasiun-3 dan stasiun-5 yang memungkinkan terjadinya peningkatan kandungan logam berat yang pernah ditemukan pada lapisan sedimen dan kerang di perairan Batam (Ismarti *et al*, 2016), selain itu faktor yang cukup mempengaruhi adalah arus air laut yang menyebabkan terjadinya sedikit anolali pengukuran sehingga berpengaruh pada hasil pengukuran dan terjadinya sebaran limbah yang seharusnya semakin jauh dari sumber maka akan semakin kecil hasil pengukuran sesuai pada persamaan 1. Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini juga melibatkan masyarakat sekitar yang mengeluh dengan keberadaan usaha galangan kapal yang dapat mengganggu pencarian mereka sebagai nelayan di perairan Pulau Buluh Kota Batam Kepulauan Riau, karena keberadaan limbah yang terdapat pada perairan tersebut maka biota laut seperti ikan dan karang semakin lama semakin terganggu hal ini dapat dilihat dari perubahan air laut pada saat terjadinya peningkatan limbah.

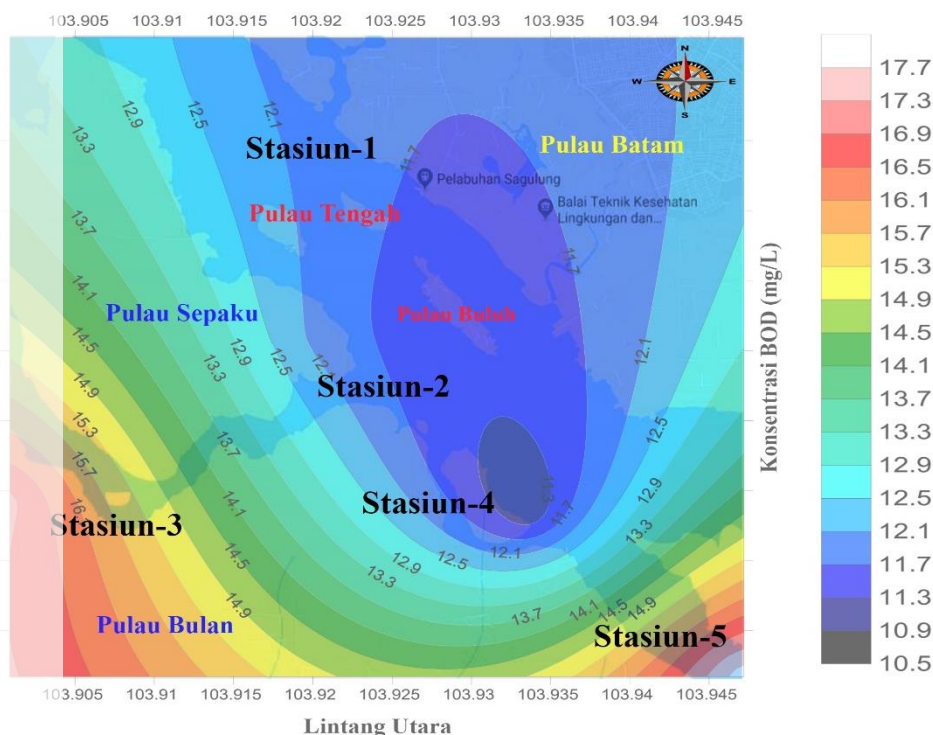
Salah satu faktor penting lainnya dalam penelitian ini adalah keberadaan arus air laut yang secara alami dapat memicu terjadinya perpindahan limbah sehingga tidak terjadi penumpukan limbah hasil buangan dari galangan kapal maupun kandang ternak babi, namun kemampuan alam secara alami ini hanya sedikit membantu dalam menetralsir limbah. Kendala terbesar adalah jika perairan pulau Batam secara keseluruhan dan dapat mengancam keberadaan nelayan yang merupakan sumber mata pencarian mereka. Menurut Vikas (2015), sumber daya air yang dicemari oleh tumpahan limbah pada skala lautan yang cukup luas mampu mentralisis kadungan limbah namun akan sangat memungkinkan terjadinya penumpukan pada suatu kawasan yang arah pergerakan arusnya, oleh sebab itu kawasan perairan seperti Batam akan sangat memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi limbah yang pada kawasan itu bukan merupakan sumber utamanya hal ini yang disebut sebagai sumber limbah tersebar.

Menurut Salmin (2005), kriteria kualitas air berdasarkan kandungan BOD, kandungan BOD dalam penelitian ini termasuk dalam kategori pencemaran sedang (nilai kriteria sedang adalah 10 – 20



mg/L). Kandungan BOD yang berlebihan juga akan berpengaruh terhadap menurunnya nilai pH di perairan. Hal ini ditandai dengan nilai pH yang terukur selama penelitian di semua lokasi stasiun cenderung netral yaitu antara 6,39 – 7,54 mg/L. Nilai tersebut masih berada dibawah ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut, yang mengisyaratkan nilai pH harus berada pada nilai 7 – 8,5.

Model Distribusi Limbah BOD Tersebar :



Gambar 6. Hasil Model Distribusi Limbah Tersebar BOD pada lima stasiun.

yang dihasilkan ini merupakan salah satu sumber informasi dalam pemetaan sumber limbah tersebar (*nonpoint source pollution*) pada parameter BOD, dengan menggunakan hasil modeling ini dapat memetakan dan memberikan gambaran umum dimana kawasan penelitian berada pada mitigasi kawasan bahaya limbah. Selain itu model ini membantu pihak pemangku kebijakan untuk melakukan kontroling di perairan pemerintahan kota Batam Kepulauan Riau. Menurut *Perini et al (2015)*, perediksi dengan menggunakan model limbah cair di perairan terhadap kualitas air sangat membantu dalam memetakan kawasan bahaya limbah.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan persamaan model distribusi limbah tersebar beberapa parameter fisis seperti kecepatan arus, jarak, koordinat dan beberapa sampel air pada setiap stasiun sangat mudah untuk memetakan distribusi limbah tersebar BOD di perairan pulau Buluh Kota Batam Kepulauan Riau.



SIGNIFIKANSI

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah hasil pengukuran yang dibandingkan dengan hasil perhitungan sebagai data kontrol, sehingga penelitian ini cukup efektif digunakan dalam skala yang cukup luas dengan biaya yang lebih kecil yaitu dengan hanya menentukan beberapa parameter analisis seperti kecepatan arus, jarak, koordinat dan beberapa sampel air pada setiap stasiun penelitian.

REFERENSI

1. Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 6964.8:2015 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Laut. Jakarta
2. Boulos, W. 1995. *Economic Valuation of natural Resources (A Handbook for Coastal Resource Policymakers Science For Solution*, NOAA COASTAL PROGRAM, Decision Analysis Series No 5, US Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration. Coastal Ocean Office. USA.
3. Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. KANISIUS. Yogyakarta.
4. Hidayat, A. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Pustaka Utama. Jakarta.
5. International Tanker Owners Pollution Federation. 2004. *Oil Spill Effects on Fisheries*. Technical Information Paper No. 3, United Kingdom.
6. International Tanker Owners Pollution Federation. 2009. *ITOPF Handbook 2009*. ITOPF Limited, United Kingdom.
7. Ismanti, F., Amelia, dan Ramses. 2016. Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Sedimen dan Kerang Di Perairan Batam. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2 (3) : 281-286.
8. Megarini, I., Suwari, dan R. Gimin. 2015. Model Prediksi Pengaruh Limbah Cair Hotel terhadap Kualitas Air Laut di Pesisir Teluk Kupang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22 (3) : 289- 297.
9. Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
10. Nisaha, E. dan M. Mulyono. 2017. *Laut Sumber Kehidupan*. STP Press . Jakarta.
11. Olaniran, A. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*. 30(3) : 21 – 26.
12. Prahil. 2016. Sumber Polusi Titik dan Tersebar (*Point Adn Nonpoint Source Pollution*) Terhadap Pencemaran Air bawah Permukaan. Prosiding Seminar Nasional “Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana”. Pekanbaru 28 Mei 2016.
13. Prastowo, M.N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4(2) : 38 – 45.
14. Schnoor, (1996) *Environmental Modeling Fate and Transport of Pollutants in water, air, and soil*, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 466-470.
15. Setyanto, A., Gustiantini, L., Permanawati, Y., Aryawan, I. K. G., Laputua, G., Novi., Subarsah, Sahudin, dan Hartono, 2005. Pemetaan geologi dan potensi energi dan sumber daya mineral bersistem (LP 1017) Batam – Riau Kepulauan. Departemen Energi dan Sumber Daya





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung.

Vikas, M., and G. S. Dwarakish. 2015. *International Conference on Water Resources, Coastal and Ocean Engineering (ICWRCOE 2015)*. Journal of Aquatic Procedia. Vol. 4 : 381-388 pp.

Wattayakorn, G. 1988. Nutrient Cycling in estuarine. Paper presented in the Project on Research and its Application to Management of the Mangrove of Asia and Pasific, Ranong., Thailand, 17 pp.

Widiyarsih, W. 2002. Kajian Pencemaran Bahan Organik di Kawasan Pesisir Semarang. [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.

Yu. H. Lingguang. Xu Ligang. 2011. *Characteristics of Diffuse Source N Pollution in Lean River Catchment*. Procedia Environmental Sciences. Vol. 10. pp 2437 – 2443.