



Analisis Kualitas Air Laut di Area Alur Pelayaran Barat Surabaya di Selat Madura¹

Quality Analysis of the Saltwater in West Surabaya Fairway in Madura Strait

Ririn Endah Badriani^{a,2}

^a Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRACT

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya merupakan pelabuhan terbesar di kawasan Indonesia bagian timur. PT PELINDO III melakukan pengembangan Arus Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Akibatnya aktivitas sekitar APBS meningkat yang berpotensi menimbulkan pencemaran di perairan. Tujuan penelitian ini untuk menentukan kualitas air berdasarkan baku mutu biota laut dan indek kualitas air di sekitar APBS. Indeks kualitas air yang digunakan adalah Indeks Pencemaran (IP) dan National Sanitation Federation Water Quality Index (NSF WQI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan di sekitar APBS dan lokasi pembuangan material keruk mengalami penurunan kualitas air laut dengan beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu yaitu TSS 30 mg/l (ST 1), kekeruhan 19 NTU (ST 1), nitrat (0,7 mg/l di ST1 dan 0,5 mg/l di ST2) dan di semua titik sampling diperoleh kadar DO (3 mg/l), fosfat 0,02 – 0,6 mg/L dan kecerahan (0,55 - 1.70 m). Indeks kualitas air di sekitar APBS dan lokasi pembuangan material keruk dengan metode IP dihasilkan tercemar sedang (ST 1, S2 dan ST 4) dan tercemar ringan (ST 3, ST 5 dan ST 6). Nilai kualitas perairan berdasarkan NSF WQI diperoleh dua kategori yaitu baik (ST 3, ST 4, ST 5) dan sedang (ST 1, ST 2 dan ST 6).

Keywords: aktivitas sekitar APBS, kualitas air, indeks pencemaran, NSF WQI

ABSTRAK

Tanjung Perak Surabaya is the biggest harbor in the Eastern part of Indonesia. PT Pelindo III implemented the development of the eastern fairway Surabaya (APBS). Consequently, the activities around them increased. It had potential to cause water pollution. This study is aim to determine the water quality based on standart quality of marine biota and the index of water quality around APBS. Index of water quality are pollution index (IP) and National Sanitation Federation Water Quality Index (NSF WQI). The result of the study showed that the water harbor arround APBS and the location of dreging material were decreasing in the term of the quaiity of the saltwater . The quality of saltwater did not reach the standart quality, which was TSS 30 mg/l (ST 1), the turbidity of 19 NTU (ST 1), nitrate (0.7 mg / l in ST1 dan 0.5 mg / l in ST2) and at all sampling points obtained DO concentration (3 mg / l), phosphate from 0.02 to 0.6 mg / L and brightness (from 0.55 to 1.70 m) .Index of water quality arround APBS and dregging material disposal site that was used IP method was medium polluted (ST 1, S2 and ST 4) and lightly polluted (ST 3, ST 5 and ST 6). Values of water quality by NSF WQI obtained two categories: good (ST 3, ST 4, ST 5) and medium (ST 1, ST 2 and ST 6).

Kata kunci: the activities arround APBS, water qualiy, pollution index, NSF WQI

¹ Info Artikel: Received 13 Juli 2016, Received in revised form 22 Agustus 2016, Accepted 9 November 2016

² E-mail: ririn.teknik@unej.ac.id (R.E. Badriani)

PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Perak berfungsi sebagai pintu gerbang utama jalur komoditas dari dan ke wilayah Jawa maupun ke daerah-daerah lain di kawasan Timur Indonesia. Pelabuhan Tanjung Perak dengan alur pelayaran khususnya di Selat Madura berperan penting dalam menunjang perdagangan ekspor impor di Jawa Timur. PT Pelindo III melakukan pengembangan Alur Palayaran Barat Surabaya (APBS) yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing transportasi laut berkaitan dengan ekspor dan impor melalui Pelabuhan Tanjung Perak, Gresik dan pelabuhan-pelabuhan industri lainnya di sekitar Selat Madura serta untuk mewujudkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas kapal dari ke pelabuhan. Akibatnya aktivitas sekitar APBS meningkat yang berpotensi menimbulkan pencemaran di perairan terutama pada lokasi sekitar APBS dan lokasi tempat pembuangan material keruk.

Pencemaran bisa disebabkan dari pembuangan limbah kapal, pengurukan sedimen di daerah pelabuhan, limbah dari nelayan akibat bongkar muat hasil tangkapan ikan ataupun limbah rumah tangga baik dalam bentuk limbah padatan atau cair. Hal ini akan berdampak buruk jika dilakukan secara berkelanjutan dapat mempengaruhi terhadap kualitas air laut.. Sebab itu, perlu diadakannya upaya penentuan status mutu air di suatu perairan tersebut guna mengetahui tercemar atau tidaknya.

Beberapa metode untuk menentukan indeks kualitas air antara lain metode Indeks Pencemaran(IP) dan metode Storet (Kep.MenLH, 2003^[8]), Canadian Council of Minister Environment Water Quality Index (CCME WQI) (Canadian Council of Minister Environment, 2001)^[1], Weight Arithmetic Water Quality Index (WAWQI) (Chauhan A, et al, 2010)^[2], National Sanitation Foundation (NSF WQI) ((Tyagi, S, et al, 2013^[12]; Javid A et al, 2014^[7]; Effendi Hefni et al 2015^[5]), Oregon Water Quality Index (OWQI) (Tyagi, S, et al, 2013^[12]), dan lain-lain.

Pada penelitian ini menggunakan 2 metode indeks kualitas air yaitu IP dan NSF WQI. Metode IP dipilih karena metode ini populer digunakan di Indonesia dan cocok untuk data tunggal (sekali sampling). Begitu juga dipilih NSF WQI karena metode ini umum digunakan, perhitungannya praktis, mudah dan cocok untuk data tunggal.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder dari Pelindo (2016)^[11] mengenai data kualitas air laut tanggal 26 Juli 2016 di Ujung Pangkah, Tanjung Perak. Titik sampling sebanyak 6 lokasi (Gambar 1), yaitu ST 1(LS 06o58'08,23" BT 112o42'18,79"), ST 2 (LS 06o53'19,12" BT 112o44'01,69"), ST 3 (LS 06o49'37,80" BT 112o41'49,20"), ST 4 (LS 06o49'37,8" BT 112o40'48,0"), ST 5(LS 06o48'40,2" BT 112o40'48,0") dan ST 6(LS 06o48'40,12" BT 112o41'49,2"). Penentuan titik sampling tersebut, pengambilannya disekitar lokasi pembuangan material keruk (ST 3, ST 4, ST 5, dan ST 6), dan lokasi APBS (ST 1 dan ST 2) yang kemungkinan berdampak pada penurunan kualitas air laut.

Selanjutnya dilakukan penentuan indeks kualitas air dengan 2 metode yaitu berdasarkan metode Indeks Pencemaran dan NSF - WQI (*National Sanitation Foundation Water Quality Index*).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel
(Google Earth, 2016)

Metode Indeks Pencemaran

Rumus metode perhitungannya sebagai berikut :

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu Peruntukan Air (J)
- C_i = Konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis di lapangan
- PI_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)
- $(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai, (C_i/L_{ij}) maksimal
- $(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai, (C_i/L_{ij}) rata-rata

Penentuan status mutu air berdasarkan standar Indeks Pencemaran (Pollution Index) yang telah ditetapkan oleh Kep. Men LH No : 115 Tahun 2003, sebagai berikut :

Tabel 1. Standar Indeks Pencemaran

Indeks Kualitas Air	Status Mutu Air
$0 \leq PI_j \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < PI_j \leq 5,0$	Tercemar ringan
$5,0 < PI_j \leq 10$	Tercemar sedang
$PI_j > 10$	Tercemar berat

Sumber: KepMenLH (2003)^[8]

Metode NSF WQI

Perhitungan indeks kualitas air NSF WQI didasarkan 9 parameter penting dalam identifikasi kualitas air yaitu, DO, BOD, nitrat, total fosfat, suhu, pH, total solid, kekeruhan dan *fecal coliform* (Tyagi, S et al, 2013)^[12]. Metode perhitungan NSF WQI sebagai berikut:

$$NSF\ WQI = \sum_{i=1}^n W_i Q_i \dots\dots\dots(2)$$

dengan : W_i = skor berat tiap paramameter

Q_i = sub indek tiap parameter

Adapun skor berat tiap parameter disajikan pada tabel 2.

Nilai indeks kualitas air NSF WQI dikelompokkan menjadi 5 kategori (Tabel 3)

Tabel 2. Skor Berat NSF WQI

Parameter	Skor Berat
DO(Dissolved Oxygen)	0,17
Fecal Coliform	0,16
pH	0,11
BOD (Biochemical Oxigen Demand)	0,11
Suhu	0,1
Fosfat	0,1
Nitrat	0,1
Kekeruhan	0,08
TSS (Total Suspended Solid)	0,07

Sumber : Javid A et al, 2014

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Indeks Kualitas Air NSF WQI

Skor NSF WQI	Kategori
91 – 100	Sangat Baik
71 – 90	Baik
51 – 70	Sedang
26 – 50	Jelek
0 – 25	Sangat Jelek

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kualitas air laut di sekitar lokasi pengerukan ditampilkan dalam tabel 4.

Berdasarkan data hasil pengujian kualitas air laut di daerah penelitian (tabel 4), diperoleh beberapa parameter yang nilainya tidak memenuhi baku mutu untuk biota laut, yaitu kecerahan, kekeruhan, TSS, DO, fosfat dan nitrat.

Hasil pengujian kualitas air yang didapatkan untuk parameter kecerahan pada kisaran 0,55 - 1.70 meter. Nilai kecerahan pada semua titik lokasi sampling tidak memenuhi baku mutu. Aktivitas yang tinggi di sekitar APBS menghambat penetrasi cahaya matahari menembus perairan sehingga menyebabkan nilai kecerahan rendah di setiap titik lokasi sampling. Kecerahan di bawah 5 meter berpengaruh negatif pada keanekaragaman ikan karang (Edrus, I, N dan E. Setyawan. 2013)^[3].

Tingkat kekeruhan di ST 1 menunjukkan nilai yang cukup tinggi yaitu 19 (baku mutu menurut Kep. MenLH 51/2004^[9] adalah < 5 NTU). Kondisi ini diduga bahwa di ST 1 merupakan titik terdekat dari daratan, dan lokasi APBS sehingga berimbas pada tingkat kekeruhan di daerah tersebut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kualitas Air Laut Dearah Penelitian

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Biota Laut	Hasil Pengujian					
				ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6
A.	FISIKA								
1	Kecerahan	meter	> 3	0,55*	1,65*	1,70*	1,20*	1,10*	1,2*
2	Kebauan	-	Alami	Alami	Alami	Alami	Alami	Alami	Alami
3	Kekeruhan	NTU	< 5	19*	4	3	3	2	3
4	TSS	mg/L	20	30*	9	8	6	6	9
5	Suhu	°C	-	29	30	31	30	31	30
6	Lapisan Minyak	-	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
7	Sampah	-	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
B.	KIMIA								
1	pH	-	7-8,5	7,3	7,2	7,7	7,5	7,4	7,8

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Biota Laut	Hasil Pengujian					
				ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6
2	Salinitas	‰	Alami	28	31	30	29	32	30
3	DO	mg/L	>5	3*	3*	3*	3*	3*	3*
4	BOD ₅	mg/L	20	13	12	8	10	10	11
5	Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08
6	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/L	0,015	0,1*	0,6*	0,07*	0,07*	0,02*	0,06*
7	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	0,008	0,7*	<0,008	<0,008	0,5*	<0,008	<0,008
8	Sianida (CN)	mg/L	0,5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
9	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
10	Fenol	mg/L	0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
11	Surfactan anion	mg/L	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
12	Minyak & lemak	mg/L	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
13	Air raksa (Hg)	mg/L	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
14	Khromium (Cr)	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15	Arsen (As)	mg/L	0,012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
16	Kadmium (Cd)	mg/L	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
17	Tembaga (Cu)	mg/L	0,008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
18	Timbal (Pb)	mg/L	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
19	Seng (Zn)	mg/L	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
20	Nikel (Ni)	mg/L	0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C. MIKROBIOLOGI									
1	Coliform (total)	MPN/100ml	1.000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
2	Bakteri Patogen	Sel/100ml	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil

Keterangan:(*) tidak memenuhi baku mutu biota laut (Kep. Men LH No: 15 Tahun 2003)

Sumber : Pelindo (2016)^[11]

Nilai pengujian TSS adalah 6 - 30 mg/L dan tingkatan yang paling tinggi tersebut didapatkan di ST 1. Hal ini mungkin dapat terjadi, melihat kondisi letak ST 1 masih berdekatan dengan daratan dan diduga juga bertemunya 2 arus yang berbeda, yaitu antara arus Laut Jawa dan arus Selat Madura. Pertemuan dua arus yang berbeda ini dapat mengakibatkan suspensi sedimen yang terakumulasi di dalam air baik itu berupa partikel organik maupun anorganik. Besarnya nilai padatan tersuspensi dapat mempengaruhi dan berkaitan erat dengan tingkat kekeruhan (Huey Gregory M et al, 2010)^[6] dan kecerahan (Kwoh, K.L et al, 2009)^[10], sebab padatan tersuspensi itu sendiri merupakan bahan buangan organik yang bersifat larut dalam air dan menjadi koloid yang berakibat air keruh dan menurunkan tingkat kecerahan..

Nilai *Dissolved Oxygen* (DO) pada semua stasiun sebesar 3 mg/l dan ini tidak memenuhi baku mutu biota laut yang disyaratkan yaitu tidak boleh kurang dari 5 mg/l. Nilai DO di perairan secara alami dipengaruhi oleh suhu, salinitas, tekanan udara, pengadukan air (Effendi H,2003)^[4]. Rendahnya DO di perairan disebabkan adanya dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

Kandungan fosfat daerah penelitian berkisar antara 0,02 – 0,6 mg/L dan ini melebihi baku mutu (sesuai Kep.Men LH, No : 51 Tahun 2004)^[9] yaitu 0,015 mg/L. Hal ini kemungkinan bisa terjadi akibat masuknya limbah domestik ke laut.

Perolehan kandungan nitrat (NO₃) tinggi terjadi di ST 1 dan ST 4. Besarnya kandungan nitrat di perairan dipengaruhi oleh aktifitas masyarakat sekitarnya. Hal ini dimungkinkan karena masuknya limbah domestik atau perairan (pemupukan) yang mengandung nitrat.

Kandungan nitrat dan fosfat di perairan secara berlebihan menyebabkan terjadinya eutrofikasi, akibatnya nilai kecerahan, *Dissolved Oxygen* dan jumlah biota laut menurun.

Metode Indeks Pencemaran

Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu menggunakan 24 dan 9 parameter untuk mengetahui perubahan nilai Indeks Pencemaran dengan jumlah parameter yang berbeda.

Berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) diperoleh hasil Indeks Pencemaran tiap stasiun dengan 24 parameter, yaitu kecerahan, kekeruhan, suhu, TSS, DO, BOD, fosfat, nitrat, pH, ammonia, sianida, sulfida, fenol, surfactant anion, minyak dan lemak, air raksa, kromium, arsen, kadmium, tembaga, timbal, seng, nikel, bakteri coliform ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran dengan 24 parameter

Stasiun Pengamatan	Nilai IP	Kategori
ST 1	7,62	Tercemar sedang
ST 2	6,39	Tercemar sedang
ST 3	3,09	Tercemar ringan
ST 4	7,08	Tercemar sedang
ST 5	1,18	Tercemar ringan
ST 6	2,86	Tercemar ringan

Berdasarkan perhitungan IP dari setiap stasiun pengamatan (Tabel 5) menunjukkan bahwa hanya terdapat dua mutu perairan yang ditemukan berdasarkan hasil perhitungan dan pengelompokannya yaitu tercemar ringan dan tercemar sedang. Tercemar ringan terdapat di ST 3, 5 dan 6, sedangkan untuk tercemar sedang di ST 1, 2 dan 4.

Indeks Pencemaran dengan 9 parameter, yaitu DO, suhu, pH, kekeruhan, BOD, nitrat, fosfat, TSS, coliform ini didasarkan pada parameter penting yang digunakan dalam metode NSF WQI disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran dengan 9 parameter

Stasiun Pengamatan	Nilai IP	Kategori
ST 1	7,81	Tercemar sedang
ST 2	6,46	Tercemar sedang
ST 3	3,14	Tercemar ringan
ST 4	7,19	Tercemar sedang
ST 5	1,23	Tercemar ringan
ST 6	2,91	Tercemar ringan

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa dengan pengurangan jumlah parameter, nilai Indeks Pencemaran setiap stasiun meningkat kecil sehingga tidak mengubah kategori untuk setiap stasiun, yaitu tercemar ringan dan tercemar sedang. Tercemar ringan terdapat di ST 3, 5 dan 6, sedangkan untuk tercemar sedang di ST 1, 2 dan 4.

Metode NSF WQI

Tabel 7. Hasil Perhitungan NSF WQI

Stasiun Pengamatan	Nilai NSF WQI	Kategori
ST 1	67	Sedang
ST 2	65	Sedang
ST 3	71	Baik
ST 4	71	Baik
ST 5	71	Baik
ST 6	70	Sedang

Berdasarkan perhitungan NSF WQI dari setiap stasiun pengamatan (Tabel 7) menunjukkan bahwa hanya terdapat dua mutu perairan yang ditemukan berdasarkan hasil perhitungan dan pengelompokannya yaitu baik dan sedang. Kualitas perairan baik diperoleh pada ST 3, 4 dan 5, sedangkan pada ST 1, ST 2 dan ST 6 tergolong kualitas air sedang.

Indeks kualitas air dari 2 metode menunjukkan hasil yang hampir sama, yaitu kualitas air di ST 1 dan ST 2 tercemar sedang, di ST 3 dan ST 5 baik/tercemar ringan. Sedangkan pada ST 4 dan ST 6 ada perbedaan hasil dari 2 metode. Hal ini disebabkan Metode IP menekankan pada perbandingan hasil pengujian dengan baku mutu tanpa ada skor indeks tiap parameter, sedangkan Metode NSF WQI menggunakan skor indeks tiap parameter tanpa memperhatikan baku mutu yang sesuai dengan peruntukannya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Perairan di sekitar APBS dan lokasi pembuangan material keruk mengalami penurunan kualitas air laut dengan ditandai beberapa parameter tidak memenuhi baku mutu biota laut yaitu TSS 30 mg/l (ST 1), kekeruhan 19 NTU (ST 1), nitrat (0,7 mg/l di ST1 dan 0,5 mg/l

di ST2) dan di semua titik sampling diperoleh kadar DO (3 mg/l), fosfat 0,02 – 0,6 mg/L dan kecerahan (0,55 - 1.70 m). Indeks kualitas air di sekitar APBS dan lokasi pembuangan material keruk dengan metode Indeks Pencemaran dihasilkan tercemar sedang (ST 1, S2 dan ST 4) dan tercemar ringan (ST 3, ST 5 dan ST 6). Nilai kualitas perairan berdasarkan NSF WQI diperoleh dua kategori yaitu baik (ST 3, ST 4, ST 5) dan sedang (ST 1, ST 2 dan ST 6). Selanjutnya perlu diperiksa kualitas air di wilayah APBS secara periodik agar dapat menentukan gambaran kondisi kualitas perairan sebenarnya. Direkomendasikan perlu adanya pengelolaan limbah domestik yang baik sebelum dibuang ke badan air karena limbah domestik memberi kontribusi besar terhadap pencemaran di perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PELINDO III (Persero) yang mensupport data titik koordinat pengambilan sampel dan data hasil laboratorium kualitas air. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg
- Chauhan, A. and Singh, S., “Evaluation of Ganga water for drinking purpose by water quality index at Rishikesh, Uttarakhand, India”, Report Opinion, 2(9). 53-61. 2010..
- Edrus. I, N dan E. Setyawan. 2013, Pengaruh Kecerahan Air Laut Terhadap Struktur Komunitas Ikan Karang di Perairan Pulau , J. Lit. Perikanan Vol.19 No.2 Juni 2013; 55-64
- Effendi H., Water quality analysis for aquatic resources management. Yogyakarta: Kanisius; 2003
- Effendi Hefni, Romanto, Yusli Wardiatno., 2015, Water quality status of Ciambulawung River, Banten Province, based on pollution index and NSF-WQI, The 1st International Symposium on LAPAN-IPB Satellite for Food Security and Environmental Monitoring, Procedia Environmental Sciences 24 (2015) 228 – 237
- Huey G. M and Michael L. Meyer, 2010, Turbidity as an Indicator of Water Quality in Diverse Watersheds of The Upper Pecos River Basin, Water 2010, 2, 273-284
- Javid Allahbakhkh., Kamyar Yaghmaeian, Ebrahim Abbasi, Aliakbar Roudbari, 2014, An Evaluation of Water Quality From Mojen River, Journal of Ecological Engineering, Vol 15, No.4 Oct 2014, Poff L. N., Allan J. D., Bain M. , Karr J. R., Prestegard K. L., Richter B. D., Sparks ,R. N. and Stromberg J. C., 1997, The Natural Flow Regime: A paradigm for river conservation and restoration
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 115 tahun 2003, tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

- Kwoh Kai.Li.; Sai Meng NG, Hong Nan KUAN, Kean CHIA, Soo Chin LIEW, Chew Wai CHANG, Leong Keong KWOH, 2009, Investigating relationship of nephelometric turbidity unit and total suspended solids with the inherent optical properties parameters derived from spectra reflectance, 30th Asian Conference on Remote Sensing
- Pelindo 2016, Laporan Pemantauan Lingkungan Kegiatan Pengoperasian Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) di Selat Madura
- Tyagi, S., Bhavtosh Sharma, Prashant Singh, Rajendra Dobhal, 2013 “Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index”, American Journal of Water Resources, Volume 1(3), pp 34-38 , DOI: 10.12691/ajwr-1-3-3