

Status Mutu Kualitas Air Sungai Garang Hilir dan Kaitannya dengan Penggunaan Lahan di Sub-DAS Garang Hilir Semarang

Hermin Poedjiastuti ^{a, 1*} Sudarmadji ^b Sunarto ^b Slamet Suprayogi ^b

^a Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

^b Jurusan Geografi Lingkunga, Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada

^{1*} hermin@unissula.ac.id

Article information	A B S T R A K
<i>Article timeline</i> Accepted : 2017-10-12 Revised : 2017-10-12 Published : 2017-10-12	<p>Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di daerah aliran sungai menunjukkan penurunan kualitas air, salah satunya terjadi di Sub DAS Garang Hilir. Penggunaan lahan di daerah aliran sungai memiliki dampak besar terhadap kualitas air sungai. Perubahan tutupan lahan dan praktik pengelolaan lahan dianggap sebagai faktor kunci yang memengaruhi perubahan dalam sistem hidrologi, menyebabkan perubahan aliran air dan kualitas air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai perubahan penggunaan lahan, perubahan kualitas air, dan keterkaitan antara keduanya. Analisis yang digunakan adalah perubahan penggunaan lahan dan perhitungan Indeks Kualitas Air Sungai Garang Hilir (IKA-SGH). Penentuan Indeks Kualitas Air Sungai Garang Hilir (IKA-SGH) menggunakan pendekatan analitis objektif dengan menggunakan data sekunder pengukuran kualitas air dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Jawa Tengah dari September 2002 hingga Juni 2014 di 4 (empat) lokasi pemantauan di Sungai Garang. Indeks kualitas air dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pemilihan parameter dominan dengan bantuan Analisis Faktor, pembobotan parameter dominan dengan pendekatan Analisis Hirarki Proses (AHP) melalui perbandingan berpasangan, dan pembuatan grafik sub-indeks. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas air dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan untuk menentukan hubungan adalah nilai rata-rata Indeks Kualitas Air Sungai Garang Hilir (IKA-SGH) dan luas perubahan penggunaan lahan dari tahun 2002 hingga 2014. Secara umum, status kualitas air Sungai Garang Hilir dari tahun 2002 hingga 2014 berada dalam kategori "Sedang" (50,1 - 70) hingga "Baik" (70,1 - 90). Semakin mendekati muara, terjadi penurunan nilai IKA-SGH pada segmen sungai. Penggunaan lahan dari tahun 2002-2014 di daerah studi cenderung berubah secara luas setiap tahun. Permukiman mengalami peningkatan penggunaan yang luas (12%), sementara sawah irigasi mengalami penurunan luas area terbesar (-77%). Semakin banyak lahan pertanian dan lahan bercocok tanam yang berubah menjadi permukiman dan lahan konstruksi lainnya seperti industri, semak-semak, peningkatan permukiman, limbah industri, dan lahan terbuka di Sub DAS Garang Hilir, menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Garang Hilir.</p>
Kata Kunci: Perubahan penggunaan lahan Status kualitas air Index kualitas air Sungai Garang Hilir	
Keywords: <i>Landuse change Water quality status Water quality index of Garang Hilir River</i>	A B S T R A K <i>Changes in land use that occur in the watershed indicate a decrease in water quality one of them in the Garang Hilir Sub watershed . Land use in watershed has a great impact on river water quality. Changes in land cover and land management practices have been considered key factors affecting changes in hydrological systems, leading to changes in runoff and water quality. The objectives of the study were to assess changes in land use, changes in water quality and the linkages between them. The analysis used is land use change and calculation of Water Quality Index-Garang Hilir River (IKA-SGH). Determination of Water Quality Index of</i>

Garang Hilir River (IKA-SGH) using objective analytical approach secondary data of water quality of measurement from Environmental Agency (BLH) of Central Java Province from September 2002 to June 2014 in 4 (four) monitoring sites in Garang River. Water quality index is done in three stages namely the selection of dominant parameters with the help of Factor Analysis, the weighting of dominant parameters with Analytical Hierarchy Process (AHP) approach is Pairwise comparison and making sub-index graph. The effect of land use change on water quality using quantitative descriptive analysis. The data used to determine the relationship is the average value of the Garang River Water Quality Index (IKA-SGH) and the extent of land use change from 2002 to 2014. In general the quality status of water quality in Garang Hilir River from 2002 to 2014 is in the "Medium" category (50.1 - 70) to "Good" (70.1 - 90). The more towards the estuary, the decrease in IKA-SGH value tends to occur in the river segment. Land use from 2002 - 2014 in the study area tends to change widely in each year. The settlements experienced a widespread increase in their use (12%), while irrigated rice fields experienced the largest reduction of area (-77%). The more agricultural land and cultivated land that transformed into settlements and other constructed land such as for industry, shrubs and the increasing of settlements and other wastes (industrial) and open land in Garang Hilir Subwatershed, causing the decrease of water quality of Garang Hilir River.

Pendahuluan

Sungai Garang merupakan sungai utama yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang dengan panjang sungai ± 35 km. DAS Garang terdiri atas 4 (empat) Sub DAS, yaitu Sub DAS Garang Hulu, Sub DAS Garang Hilir, Sub DAS Kreo dan Sub DAS Kripik. DAS Garang merupakan salah satu wilayah yang cukup penting peranan sistemnya secara keseluruhan. Perubahan-perubahan yang terjadi pada DAS Garang Hulu akan berimplikasi lebih lanjut pada daerah yang ada di bawahnya (hilir), sehingga perubahan yang terjadi di hulu akan terasa dampaknya pada bagian hilir.

Di daerah hulu DAS Garang telah mengalami perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat. Tingginya laju alih fungsi lahan atau penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan fungsi kawasan di DAS Garang, terutama di daerah hulu yang berfungsi sebagai daerah tangkapan hujan dan daerah bagian tengah yang memiliki kemiringan lereng agak curam hingga sangat curam (15-65%), telah mengakibatkan tingginya erosi, sehingga

sedimentasi di Sungai Garang terus meningkat tiap tahunnya. Alih fungsi lahan di Sub DAS Garang yang terjadi khususnya di daerah yang berfungsi sebagai daerah tangkapan hujan akan mempengaruhi kondisi kualitas air yang masuk sungai (BPDAS Pemali Jratun, 2010). Penggunaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) memiliki dampak yang besar terhadap kualitas air sungai. Kualitas air sungai dapat terdegradasi karena perubahan pola penggunaan lahan di daerah aliran sungai saat aktivitas manusia meningkat (Ngoye & Machiwa, 2004). Perubahan dalam penutupan lahan dan praktik pengelolaan lahan telah dianggap sebagai faktor kunci yang mempengaruhi perubahan sistem hidrologi, yang menyebabkan perubahan limpasan dan juga kualitas air (Yong & Chen, 2002; Ouyang, J.B.H & Xiao,R., 2010).

Dalam rangka menjaga atau mencapai kualitas air yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan, maka perlu upaya pelestarian kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Upaya pelestarian

sumberdaya air tidak dapat dilepaskan dari pergerakan dan sebaran air tersebut dalam daerah aliran sungai. Masukan limbah asing pada air sungai akibat aktivitas manusia juga menyebabkan terjadinya pencemaran kualitas air yang menyebabkan terganggunya keseimbangan ekologis. Guna melihat seberapa besar dampak yang ditimbulkan perubahan tutupan lahan terhadap kualitas air Sub DAS Garang hilir, perlu dilakukan evaluasi perubahan tipe penggunaan lahan dan kualitas air dalam selang waktu antara tahun 2002 sampai 2014.

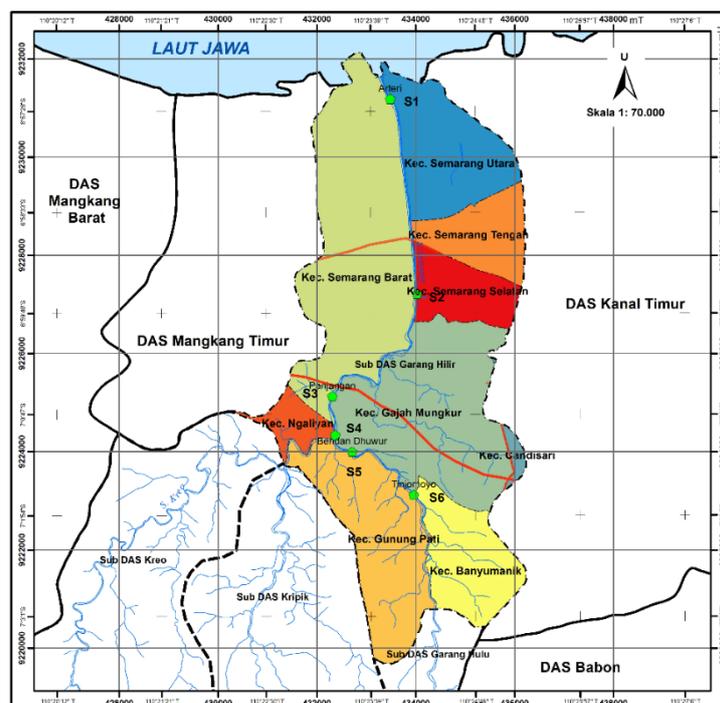
Metode

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub-DAS Garang Hilir wilayah Kota Semarang. Sub-DAS Garang Hilir merupakan bagian dari DAS Garang dengan sungai utamanya adalah Sungai Garang. Sub-DAS Garang Hilir secara geografis terletak antara $06^{\circ} 57' -$

$07^{\circ}11' \text{ LS}$ dan $110^{\circ}15' - 110^{\circ}23' \text{ BT}$ dengan luas 2.448,19 ha, atau 4,6 % dari keseluruhan luas DAS Garang sebesar 52.964,46 ha. Lokasi penelitian seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

Sungai Garang merupakan sungai utama di Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang yang melintasi Kabupaten Semarang di bagian hulunya, Kabupaten Kendal dan Kota Semarang di bagian hilirnya. Aliran Sungai Garang tersebut melewati berbagai rona lingkungan seperti: kawasan hutan, permukiman, kawasan industri, pertanian dan tambak. Suhu rerata bulanan di daerah penelitian yang diwakili oleh data pencatatan suhu tahun 2010 hingga 2014 dari Stasiun Klimatologi Semarang, menunjukkan bahwa suhu rata-rata sebesar $27,9^{\circ} \text{C}$. Adapun berdasarkan hasil perhitungan curah hujan wilayah dengan metode Isohyet, menunjukkan hujan rata-rata di Sub DAS Garang Hilir adalah sebesar 2031,27 mm/th.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Titik Pengamatan Kualitas Air

b. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder terkait dengan hasil pemantauan kualitas air sungai dilakukan untuk melihat parameter-parameter kualitas air yang memberi kontribusi penting terhadap pencemaran lingkungan. Pengumpulan data juga dilakukan melalui diskusi dengan para pakar yang terkait dengan air. Adapun data sekunder kualitas air yang digunakan adalah data hasil pengukuran kegiatan "PROKASIH" Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Jawa Tengah di 6 (enam) lokasi di Sungai Garang mulai September 2002 – Juni 2014, masing-masing adalah di lokasi Jembatan Tinjomoyo (S6), Jembatan Besi (S5), Tugu Suharto (S4), Panjangan (S3), Bendung Simongan (S2), dan Jembatan Arteri (S1). Namun demikian, dengan mempertimbangkan konsistensi pengamatan tiap tahunnya, maka dipilih 4 (empat) lokasi pemantauan dalam penentuan Indeks Kualitas Air Sungai Garang Hilir (IKA-SGH), yaitu di lokasi (S1), (S2), (S4) dan (S6).

c. Analisis Data Kualitas Air

Data kualitas air tahun 2002 sampai tahun 2014 dianalisis dengan membandingkan nilai hasil pemantauan setiap parameter dengan baku mutu air sungai yang tercantum dalam Peraturan

Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

d. Analisis Status Mutu Kualitas Air

Status mutu kualitas air dihitung dengan menggunakan metode Indeks litas Air – Sungai Garang Hilir (IKA-SGH) yang merupakan pengembangan dari metode Indeks Kualitas Air - National Sanitation Foundation (IKA-NSF) berdasarkan Ott (1978). Penentuan indeks kualitas air yang berbasis data Sungai Garang dikerjakan dalam tiga tahap (Ott, 1987; Abbasi *et al.*, 2002) yaitu pemilihan parameter dominan yang mewakili seluruh parameter kualitas air dengan bantuan Analisis Faktor, pembobotan parameter dominan dengan bantuan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yaitu menggunakan matriks perbandingan berpasangan (*Pairwise comparison*) (Saaty, 1980), dan Transformasi perbedaan satuan kedalam skala biasa menggunakan sub indeks pada masing-masing parameter, dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa standar kualitas air. Secara umum formulasi indeks kualitas air mengikuti persamaan 1, sedangkan kriteria kualitas air dibagi menjadi 5 peringkat seperti terlihat pada Tabel 1.

$$IKA - SGH = \sum_{i=1}^n w_i I_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

IKA-SGH : Indeks Kualitas Air-Sungai Garang Hilir

w_i : bobot parameter (skala 0-1)

I_i : nilai sub indeks untuk parameter ke *i*

n : jumlah parameter kualitas air

Tabel 1. Kriteria Indeks Kualitas Air (IKA-SGH)

No	Rentang IKA-SGH	Kategori
1	0 - 25	sangat buruk
2	25,1 - 50	buruk
3	50,1 - 70	sedang
4	70,1 - 90	baik
5	90,1 - 100	sangat baik

e. Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air

Analisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas air menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan untuk mengetahui hubungan tersebut yaitu nilai rata-rata Indeks Kualitas Air tahun 2002 sampai 2014 serta luas tipe penggunaan lahan seperti : permukiman, sawah, , semak belukar, lahan terbuka dan lain-lain.

dkk, 2016). Empat faktor yang dihasilkan dari analisis faktor dapat menjelaskan sekitar 53,538% dari keragaman total data dari semua parameter (12 parameter) yang digunakan. Berdasarkan keempat faktor tersebut, maka parameter dominan yang terpilih adalah sebanyak 9 parameter yaitu: temperatur, TDS, BOD, COD, Cd, Pb, NO₃, Cr dan Cu.

Hasil dan Pembahasan

Status Mutu Air Berdasarkan Indeks Kualitas Air

a. Pemilihan parameter dominan

Penggunaan Analisis Faktor (AF) untuk menentukan parameter dominan kualitas perairan yang mempengaruhi kondisi kawasan perairan sungai telah dilakukan dalam penelitian ini (Poedjiastoeti

Tabel 2. *Rotated Component Matrix* Parameter Kualitas Air

Parameter	Faktor			
	1	2	3	4
<i>Temperatur</i>	0,637	-0,078	-0,062	-0,108
<i>TDS</i>	0,663	-0,040	-0,257	0,212
pH	0,407	-0,521	0,220	0,049
<i>BOD</i>	0,650	0,127	0,017	0,107
<i>COD</i>	0,645	0,078	0,201	-0,139
<i>NO₃</i>	-0,141	-0,146	0,684	0,028

Cd	0,056	0,704	-0,212	0,183
Cr	-0,052	-0,252	0,662	0,246
Cu	0,009	0,132	0,059	0,859
Pb	0,154	0,767	0,294	-0,030
H ₂ S	-0,018	0,536	-0,264	-0,522
Fenol	0,155	0,192	0,470	-0,034

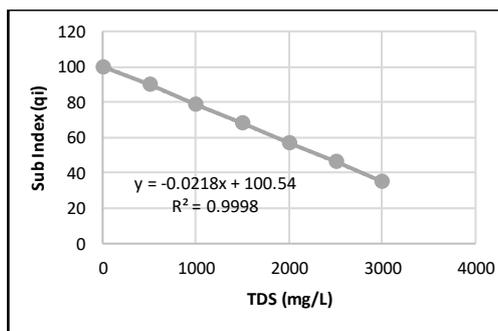
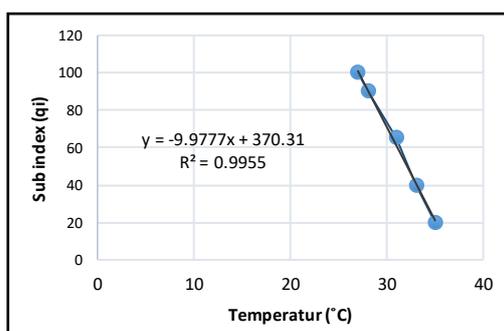
b. Pembobotan

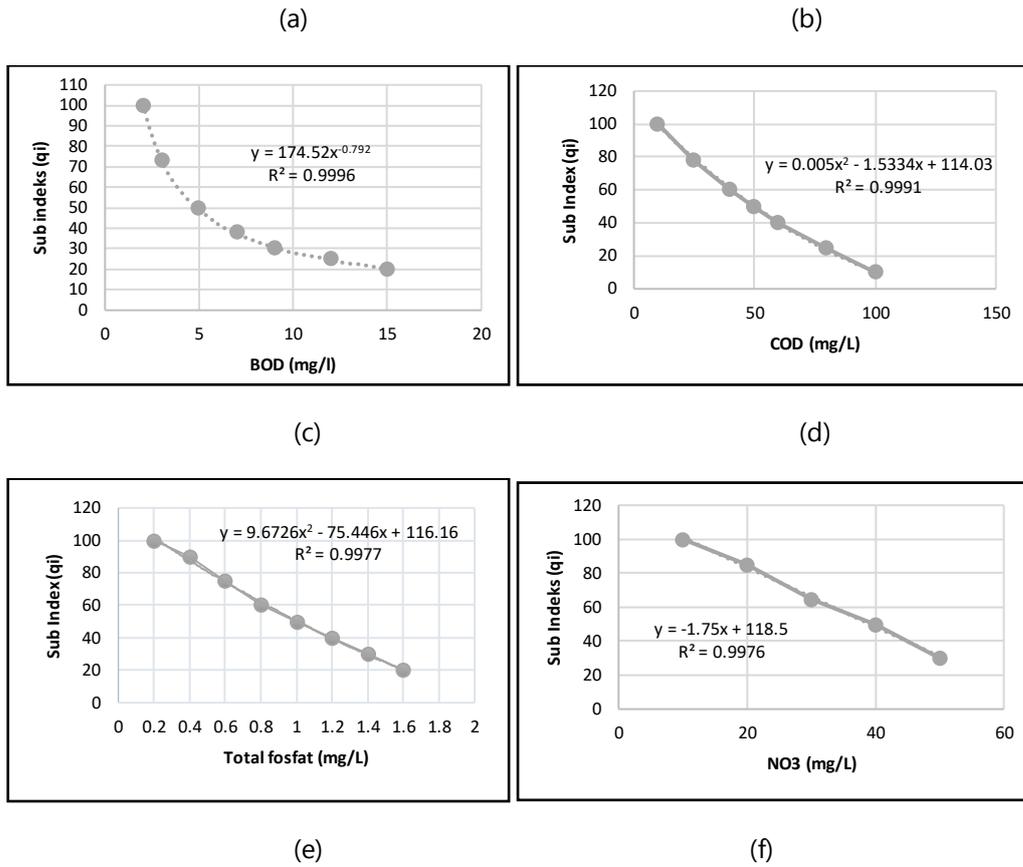
Pembobotan dilakukan dengan menggunakan matriks perbandingan berpasangan. Pembobotan parameter kualitas air dilakukan atas dasar tingkat penting atau signifikansi yang berbeda dari parameter tersebut terhadap besar kecilnya nilai indeks kualitas air. Oleh karena itu, parameter yang memiliki signifikansi yang lebih tinggi akan diberikan bobot yang lebih tinggi dibandingkan parameter lainnya (Rao *et al.*, (2008) dan Doukakis (2005). Berdasarkan pendekatan ini bobot setiap variabel/parameter kualitas air dihitung bobotnya seperti terlihat pada Tabel 3.

c. Penentuan Sub Indeks

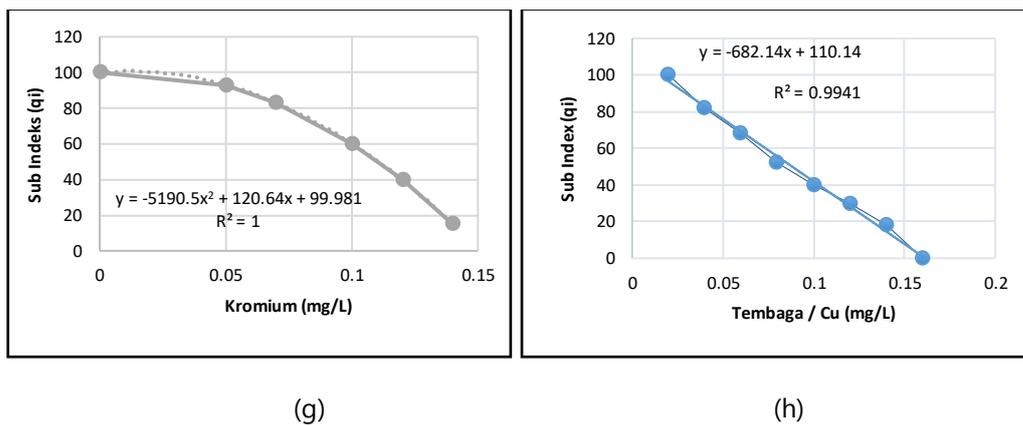
Sub indeks IKA pada masing-masing parameter ditentukan dengan mendasarkan pada standar kualitas air dalam berbagai peruntukan. Penentuan sub indeks sangat berguna untuk membantu pengkelasan masing-masing parameter. Parameter yang akan dihitung adalah parameter kualitas air dengan memberikan skor dengan rentang

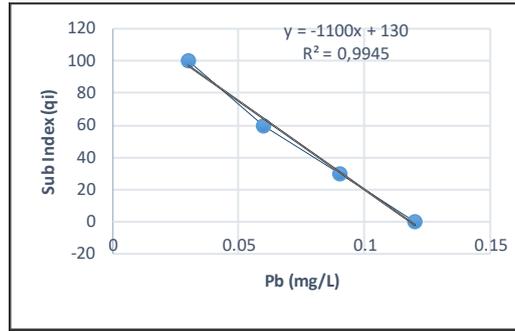
dari 0 sampai 100. Skor dengan nilai 100 diberikan kepada parameter dengan batas maksimum yang diijinkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 untuk Baku Mutu Air kelas I. Parameter dengan data kualitas selama pengamatan yang terburuk diberikan bobot dengan nilai 0 terhadap Baku Mutu Air Kelas II. Pembuatan kurva sub indeks IKA untuk masing-masing parameter selanjutnya digambarkan dalam bentuk grafik seperti contoh dalam Gambar 2., dan persamaan matematis tiap parameter dapat dilihat pada Tabel 3.





Gambar 2a. Kurva Sub Indeks Beberapa Parameter Kualitas Air (a. Temperatur; b. TDS; c. BOD; d. COD; e. Pospat; f. NO₃)





(i)

Gambar 2b. Kurva Sub Indeks Beberapa Parameter Kualitas Air (g. Cr; h. Cu; i. Pb

Tabel 3. Hasil Pembobotan dan Persamaan Matematis Parameter Kualitas Air

Indikator	Bobot	Formula
Temperatur	0,12	$y = -1,2964x^2 + 70,161x - 853,7$
Residu terlarut	0,15	$y = -0,0686x + 172,86$
BOD	0,19	$y = -10,357x + 122,5$
COD	0,13	$y = -0,7904x + 106,67$
Total P sebagai Pospat	0,07	$y = -59,524x + 113,57$
NO ₃ sebagai N	0,08	$y = -2,47x + 113,5$
Krom (Cr)	0,09	$y = 6817,9x^2 - 2177,3x + 188,72$
Tembaga (Cu)	0,09	$y = -654,76x + 106,43$
Timbal (Pb)	0,08	$y = -1100x + 130$

Indeks Kualitas Air-Sungai Garang Hilir (IKA-SGH) merupakan akumulasi dari komponen temperatur, residu terlarut, BOD, COD, Total fosfat sebagai P, NO₃ sebagai N,

Krom, Tembaga, Timbal, serta dari hasil perhitungan bobot dan tujuan target peruntukan air sungai, Rumus IKA-SGH yang telah dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 IKA = & w_t I_t + w_{TDS} I_{TDS} + w_{BOD} I_{BOD} + w_{COD} I_{COD} + w_P I_P \\
 & + w_N I_N + w_{Cr} I_{Cr} + w_{Cu} I_{Cu} + w_{Pb} I_{Pb}
 \end{aligned}
 \dots\dots\dots(2)$$

atau

$$\begin{aligned}
 IKA = & 0,12qi-t + 0,15qi-TDS + 0,19qi-BOD + 0,13qi-COD + 0,07qi-P \\
 & + 0,08qi-N + 0,09qi-Cr + 0,09qi-Cu + 0,08qi-Pb
 \end{aligned}
 \dots\dots\dots(3)$$

Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (3) Hasil perhitungan Indeks kualitas air Sungai Garang Hilir berdasarkan

nilai parameter terpilih (Tabel 4), diperoleh hasil tren Indeks Kualitas Air (IKA) seperti disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 4. Rerata nilai Parameter Kualitas Air Sungai Garang Hilir Tahun 2002 - 2014

Tahun	Parameter								
	Temperatur	Residu terlarut	BOD	COD	Total Fosfat sbg P	NO ₃ sbg N	Khrom (Cr)	Tembaga (Cu)	Timbal (Pb)
2002	29,74	1572,25	6,81	28,85	0,02	0,55	0,01	0,01	0,03
2003	28,06	214,88	4,87	34,52	0,22	0,81	0,01	0,00	0,06
2004	28,70	854,50	5,19	35,87	1,09	0,00	0,01	0,01	0,03
2005	27,33	192,00	6,16	35,31	0,50	1,63	0,01	0,01	0,03
2006	28,13	256,88	2,83	24,34	0,52	0,68	0,01	0,01	0,03
2007	29,00	3478,50	16,71	39,11	0,18	0,75	0,00	0,01	0,03
2008	26,83	836,00	3,37	37,11	0,20	1,39	0,00	0,01	0,03
2009	28,75	154,00	4,32	14,08	0,13	0,98	0,01	0,01	0,03
2010	31,00	962,50	9,81	57,59	0,15	0,89	0,01	0,01	0,03
2011	29,00	802,50	2,63	28,06	0,08	1,01	0,01	0,01	0,03
2012	29,00	802,50	2,63	28,06	0,08	1,01	0,01	0,01	0,03
2013	32,48	2476,00	4,67	38,93	0,04	1,07	0,00	0,01	0,03
2014	30,08	189,75	2,31	24,26	0,02	2,40	0,01	0,00	0,00

Tabel 4. Hasil Perhitungan Indeks Kualitas Air Sungai Garang Hilir Tahun 2006 – 2014

Lokasi	Tahun						
	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014
Tinjomoyo	78,11	77,38	78,03	75,98	73,30	75,67	70,47
Tugu Suharto	77,88	72,62	76,61	76,25	67,54	73,50	74,55
Bendung Simongan	73,01	77,61	76,65	75,79	68,41	72,75	73,87
Jembatan Arteri	75,44	65,40	60,03	61,17	56,77	54,07	53,73

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Kualitas Air, dapat dijelaskan bahwa secara umum status mutu kualitas air di 4 lokasi pemantauan (Jembatan Tinjomoyo, Tugu Suharto, Bendung Simongan dan Jembatan Arteri) di Sungai Garang dari tahun 2002 hingga 2014 berada pada kategori "Sedang" (50,1 – 70) hingga "Baik" (70,1 – 90). Kondisi "baik" terdapat pada segmen Tinjomoyo yang merupakan wilayah perbatasan Sungai Garang hilir dan tengah. Untuk segmen Tugu Suharto dan Bendung Simongan, nilai IKA mengalami penurunan pada tahun 2010, tetapi meningkat kembali pada tahun 2012 dan 2014. dari kategori "baik" ke "sedang". Adapun untuk segmen Jembatan Arteri yang merupakan muara Sungai Garang, untuk tahun 2002 tergolong "Baik", namun kondisi pada tahun 2004 hingga 2014 mengalami

penurunan nilai IKA sehingga termasuk dalam kategori "Sedang".

Dari beberapa parameter fisika kimia yang telah dipantau, kondisinya cenderung fluktuatif. Secara umum, dapat dikemukakan bahwa beberapa parameter menunjukkan kearah perbaikan dari yang melebihi baku mutu menjadi di bawah baku mutu yang diperbolehkan, meskipun untuk parameter BOD, COD, residu terlarut dan Pospat dari tahun ke tahun cenderung melampaui baku mutu air golongan I dan II berdasarkan PP No. 82 tahun 2001.

Kandungan logam berat seperti Cu dan Cr masih berada di bawah standar baku mutu golongan I maupun II yang ditetapkan berdasarkan PP No. 82 tahun 2001. Adapun untuk logam berat Pb pada tahun 2004 masih berada jauh di atas baku mutu, namun

secara berangsur mulai menurun sesuai baku mutu bahkan di bawah baku mutu. Seperti diketahui bahwa keberadaan logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai, dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut (Sunti, dkk, 2012).

Pengaruh Penggunaan Lahan Sub DAS Garang Hilir Terhadap Kualitas Air Sungai Garang Hilir periode 2002 sampai 2014

Beberapa faktor jenis penggunaan lahan yang diduga berpengaruh terhadap kualitas air Sub DAS Garang Hilir dapat dibuat hubungannya berdasarkan perubahan luas penggunaan lahan, dengan asumsi semakin berkurangnya lahan bervegetasi, sawah irigasi, kebun, tegalan dan badan air di Sub DAS Garang Hilir maka kualitas air Sungai Garang Hilir semakin menurun. Begitu pula dengan semakin

bertambahnya area permukiman/areal terbangun dan lahan terbuka maka akan menurunkan kualitas air. Data yang digunakan untuk mengetahui hubungan tersebut yaitu nilai rata-rata Indeks Kualitas Air tahun 2002 sampai dengan 2014 serta perubahan luas jenis penggunaan lahan pada tahun 2002 dan 2014.

Berdasarkan peta penggunaan lahan Sub DAS Garang hilir, jika dilihat dari jenis penggunaan lahan yang mendominasi adalah permukiman yaitu sebesar 70,10% dari luas keseluruhan Sub DAS. Secara temporal, data penggunaan lahan dari tahun 2002 – 2014, penggunaan lahan di daerah penelitian cenderung mengalami perubahan luas di tiap tahunnya. Luas penggunaan lahan yang mengalami peningkatan dari tahun 2006 hingga 2014 adalah pemukiman, sedangkan yang mengalami penurunan adalah kebun, lapangan, sawah irigasi, tambak, tanah terbuka dan tegalan/ladang. Permukiman mengalami kenaikan luas dalam penggunaannya (12%), sementara sawah mengalami pengurangan luas yang paling tinggi (-77%). Prosentase perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Garang Hilir dalam rentang waktu 2002 hingga 2014 disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Prosentase Perubahan Lahan di Sub DAS Garang Hilir Tahun 2002 – 2014

No	Penggunaan Lahan	Tahun 2002	Tahun 2014	Perubahan	
		(ha)	(ha)	(ha)	%
1	Industri	60,51	71,71	11,19	18%
2	Kebun	452,84	443,17	-9,67	-2%
3	Lapangan	10,77	10,52	-0,25	-2%
4	Permukiman	2699,23	3034,67	335,44	12%
5	Rumput	34,67	71,76	37,09	107%
6	Sawah Irigasi	115,20	26,16	-89,04	-77%
7	Semak Belukar	166,72	180,30	13,58	8%
8	Tambak	56,14	28,62	-27,52	-49%
9	Tanah Kosong	34,13	12,62	-21,51	-63%
10	Tegalan	595,07	317,46	-277,61	-47%
11	Tubuh Air	42,90	71,20	28,30	66%

Sumber : Interpretasi Peta RBI dan Citra Landsat, 2016

Perubahan lahan menjadi permukiman disebabkan oleh kenaikan jumlah dan pertumbuhan penduduk. SOPAC (1999) mengemukakan bahwa semakin tinggi pertumbuhan penduduk di suatu wilayah akan meningkatkan kerentanan wilayah tersebut. Hal ini juga sejalan dengan apa yang disampaikan oleh Tompkins *et al.*, (2005) yang menyebutkan bahwa wilayah dengan penduduk yang padat akan memiliki resiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang berpenduduk rendah. Budiarti *et al.*, (2004) menyatakan bahwa produk samping dari meningkatnya pertumbuhan penduduk adalah tingginya pencemaran air, udara dan tanah, buruknya kondisi permukiman, serta padatnya penduduk. Rushayati (1999) terjadinya peningkatan areal permukiman dapat menimbulkan limbah yang banyak mengandung bahan organik, nitrit dan nitrat sehingga dapat meningkatkan nilai BOD dan mengurangi ketersediaan DO (oksigen terlarut).

Industri merupakan salah satu sumber pencemar yang di sungai. Di sepanjang Sungai Garang Hilir kurang lebih terdapat 10 (sepuluh) jenis industri mulai dari industri baja, tekstil hingga farmasi (BLH Provinsi Jateng, 2005). Selain itu, data dari BLH Provinsi Jateng menunjukkan bahwa belum semua industri memiliki IPAL, ataupun memiliki IPAL tetapi tidak berfungsi secara maksimal sehingga buangan limbah yang langsung dialirkan ke sungai belum memenuhi baku mutu air limbah yang boleh dibuang ke lingkungan perairan. Namun demikian juga terdapat beberapa industri yang memang tidak memerlukan IPAL terkait dengan produksi yang dilakukannya. Kegiatan industri di Sub DAS Garang Hilir berada di areal permukiman juga mempengaruhi kualitas air terutama parameter COD dan BOD yang berada di atas baku mutu air menurut PP No 82 Tahun 2001.

Peningkatan buangan limbah sejalan dengan permasalahan utama di wilayah DAS

Garang yaitu daerah hulu DAS telah mengalami perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat, dimana banyak lahan pertanian dan tegalan yang berubah fungsi menjadi permukiman dan pabrik. Indeks kesesuaian lahan pada DAS Garang bagian hulu menunjukkan klasifikasi jelek, Nilai Indeks Kesesuaian Penggunaan Lahan (IKPL) sebesar 60% yang artinya banyak peruntukan lahan yang tidak sesuai dengan fungsi lahan, sedangkan pada bagian hilir kawasan terbangun seakan tidak terkendali (Nova, 2010).

Kesimpulan

Secara umum status mutu kualitas air di 4 lokasi pemantauan (Jembatan Tinjomoyo, Tugu Suharto, Bendung Simongan dan Jembatan Arteri) di Sungai Garang dari tahun 2002 hingga 2014 berada pada kategori "Sedang" (50,1 – 70) hingga "Baik" (70,1 – 90). Kondisi "baik" terdapat pada segmen Tinjomoyo yang merupakan wilayah perbatasan Sungai Garang hilir dan tengah. Untuk segmen Tugu Suharto dan Bendung Simongan, nilai IKA mengalami penurunan pada tahun 2010, tetapi meningkat kembali pada tahun 2012 dan 2014. dari kategori "baik" ke "sedang". Adapun untuk segmen Jembatan Arteri yang merupakan muara Sungai Garang, untuk tahun 2002 tergolong "Baik", namun kondisi pada tahun 2004 hingga 2014 mengalami penurunan nilai IKA sehingga termasuk dalam kategori "Sedang".

Penggunaan lahan dari tahun 2002 – 2014, penggunaan lahan di daerah penelitian cenderung mengalami perubahan luas di tiap tahunnya. Luas penggunaan lahan yang mengalami peningkatan dari tahun 2006 hingga 2014 adalah permukiman, sedangkan yang mengalami penurunan adalah kebun, lapangan, sawah irigasi, tambak, tanah terbuka dan tegalan/ladang. Permukiman mengalami kenaikan luas dalam penggunaannya (12%), sementara sawah irigasi mengalami pengurangan luas yang paling tinggi (-77%).

Semakin banyak lahan pertanian dan tegalan yang berubah fungsi menjadi pemukiman dan lahan terbangun lainnya seperti untuk industri, semak belukar serta semakin meningkatnya luas permukiman dan lahan terbangun lainnya (industri) maupun lahan terbuka di Sub DAS Garang Hilir, menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Garang Hilir.

Saran

Secara khusus, perlu untuk memperluas metode analisis hubungan antara penggunaan lahan dan kualitas air. Studi ini berfokus pada pengaruh perubahan jenis dan luas penggunaan lahan terhadap kualitas air dalam di Sub DAS. Namun, ada banyak faktor yang berkaitan dengan kualitas air seperti iklim, curah hujan, dan kepadatan penduduk. Ke depan, penyempurnaan metode dan indikatornya akan dapat lebih mengungkapkan alasan penyebab perubahan kualitas air di dalam suatu sistem Daerah Aliran Sungai.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah atas dukungan data kualitas air, sehingga penelitian ini dapat terrealisir dan berjalan lancar. Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Disertasi Penulis Pertama dan terselenggara atas dukungan dana dari Unissula Semarang serta Beasiswa Pasca Sarjana Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, yang diberikan kepada Penulis Pertama.

Referensi

Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Azrina M Z, Yap C K, Ismail A R et al ., 2006. Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia[J].

Ecotoxicology and Environmental Safety, 64: 337–347.

Boyacioglu, H., 2007. Development of the Water Quality Index Based on an European Classification Scheme. *Water SA* 33 (1), 101-106.

Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L. and Smith, V.H. 1998. Non-Point Pollution of Surface Waters With Phosphorus and Nitrogen. [*Ecological Applications*](#). 8(3). **August 1998**

Johnson, N dan Wichern, D. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 5th Edition. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Mokaya, S.K., Jude, M. and Leichfried, M. 2004. Influence of anthropogenic activities on water quality of a tropical stream ecosystem. [*African Journal of Ecology*](#) 42(4):281 - 288 • **December 2004**

Morrison, D.F. 1990. *Multivariate Statistical Method (3rd)*. New York: Mc Graw University Press.

Ngoye, E. and Machiwa, J. F. "The influence of land-use patterns in the Ruvu river watershed on water quality in the river system," *Physics and Chemistry of the Earth A,B,C*,vol.29,no.15–18,pp. 1161–1166, 2004.

Ott, W. R.: 1978, *Environmental Indices: Theory and Practice*, Ann Arbor Science Publishers Inc., Ann Arbor, Michigan.

Raini. 2004. Kualitas Fisik dan Kimia Air PAM di Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi Tahun 1999–2001, *Media Litbang Kesehatan*, Volume XIV Nomor 3. Rencher, A.C. 2002. *Methods of Multivariate Analysis, Second edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Rushayati S.B. 1999. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Kandungan Bahan Organik dan Sedimen Tersuspensi di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu-

Tengah. [Tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Saaty, T. L., 1980, *The Analytical Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill.

Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsas, D., Anthemidis, A., Sofonios, M., & Kouimtzis, Th. (2003). Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research*, 37, 4119-4124.

SOPAC (South of Pacific Islands Applied Geoscience Commission), 1999, *Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles*, SOPAC Technical Report 275.

Ouyang, J.B.H and Xiao,R., 2010."Spatial variability of soil carbon, nitrogen, and phosphorus content and storage in an alpine wetland in the Qinghai-Tibet Plateau, China," *Australian Journal of Soil Research*, vol. 48, no. 8, pp. 730–736.

Yong, S.T.Y. and Chen, W. "Modeling the relationship between land use and surface water quality," *Journal of Environmental Management*, vol.66,no.4,pp.377–393,2002.

Yang, G. and Wang, J. *Economic Development of Taihu Watershed*, Science Press, Beijing, China, 2003.

Peraturan Perundang-undangan

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 *tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.*

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 *tentang Sungai.*

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 *tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.*

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 *Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah*