

KAJIAN PENGGUNAAN METODE IP, STORET, dan CCME WQI DALAM MENENTUKAN STATUS KUALITAS AIR

Yuda Romdania¹, Ahmad Herison², Gatot Eko Susilo³, Elza Novilyansa⁴

^{1,2,3}Dosen Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung

⁴Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung

ABSTRAK

Air kebutuhan makhluk hidup yang utama dalam kehidupan sehari-hari. Pemantauan kualitas air perlu dilakukan pada air sungai, air laut, air danau, air rawa dan air tanah sehingga air dapat dimanfaatkan sesuai dengan kegunaannya. Kajian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan metode perhitungan indeks kualitas air dalam menentukan status kualitas air permukaan sehingga diketahui metode yang paling efektif, sensitif dan obyektif. Metode perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) diperlukan untuk menyederhanakan banyaknya nilai dari berbagai jenis parameter menjadi sebuah angka tunggal yang mampu mendeskripsikan kondisi kualitas air, sehingga lebih mudah dipahami oleh masyarakat. Ada beberapa metode perhitungan IKA di berbagai Negara, metode Storet, IP, dan CCME WQI (Canadian Council of Ministers of The Environment). Metode tersebut akan dibandingkan dengan beberapa indikator. Hasil kajian menunjukkan Metode IP lebih unggul jika memakai data tunggal, karena memiliki kelebihan dari segi biaya dan waktu namun hanya mempresentasikan status mutu air pada saat itu saja tidak dalam periode tertentu. Metode Storet dan CCME menggunakan data perulangan sepanjang waktu (*time series data*), sehingga lebih menggambarkan status mutu air dalam periode tertentu. CCME WQI lebih unggul dari Metode Storet dan Metode IP karena memperhitungkan besarnya selisih hasil pengujian yang melebihi baku mutu melalui F_3 (*Amplitude*). Dari kajian di atas disimpulkan, Metode CCME merupakan metode yang paling tepat untuk menganalisis kualitas air di berbagai negara termasuk Indonesia baik pada air permukaan maupun air tanah dengan tingkat efektivitas dan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lainnya serta penggunaan jumlah dan jenis parameter yang fleksibel.

Kata kunci : Kualitas Air, Indeks Kualitas Air, Air Permukaan

PENDAHULUAN

Air sumber daya alam utama dan aset nasional yang berharga, membentuk unsur utama ekosistem. Sumber air terutama dapat berupa sungai, danau, gletser, air hujan, air tanah dll. Selain kebutuhan air minum, sumber air memainkan peran penting di berbagai sektor ekonomi seperti pertanian, produksi ternak, kehutanan, kegiatan industri, pembangkit tenaga air, perikanan dan kegiatan kreatif lainnya. Ketersediaan dan kualitas air baik permukaan atau tanah, telah memburuk karena beberapa faktor penting seperti

meningkatnya populasi, industrialisasi, urbanisasi dan lain-lain (Tyagi *et al.*, 2013) Untuk pertumbuhan manusia dan industri, air dianggap sebagai kebutuhan utama. Kenaikan populasi dan industrialisasi, permintaan air tawar meningkat dalam dekade terakhir. Permintaan ini dipenuhi oleh sungai-sungai yang menyediakan air untuk kehidupan manusia dan pertanian. Karena limbah yang dibuang dari aktivitas manusia dan industri, kualitas air sungai telah memburuk yang mempengaruhi kehidupan manusia dan air. Menurut WHO, CPCB, BIS, ICMR, kualitas air sekitar 70% air sungai terkontaminasi

karena polutan di India dan beberapa air sungai terlalu miskin untuk dikonsumsi manusia (Ramakrishnaiah *et al.*, 2009; Jindal and Sharma, 2010).

Kualitas air merupakan tingkat kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan kualitas air eksisting dengan baku mutu air yang ditetapkan (Kepmen LH No 115 Tahun 2003). Salah satu pendekatan untuk penentuan kualitas air sungai adalah indeks kualitas air, yang terbukti menjadi metode yang efisien dan berguna untuk menilai kualitas air. Metode ini memberikan gambaran tentang kualitas keseluruhan air kepada pembuat kebijakan yang berkepentingan (Asadi *et al.*, 2007).

Indeks kualitas air adalah mekanisme matematis untuk menghitung data kualitas air menjadi istilah sederhana misalnya *Excellent*, *good*, dan *bad*. Ini mencerminkan tingkat kualitas air di sungai, sungai, dan danau (Al-Shujairi, 2013). Kelas kualitas air didefinisikan tergantung parameter fisik, biologi dan kimia yang diukur selain untuk keperluan air yang digunakan seperti; air minum, air yang digunakan di pertanian, atau air yang digunakan di industri (Sargaonkar dan Deshpande, 2003). Juga, indeks kualitas logam telah diterapkan untuk menilai sumber air minum berkenaan dengan logam (Mohan *et al.*, 1996; Backman *et al.*, 1997). Indeks Kualitas Air (Water Quality Index / WQI) adalah metode sederhana yang digunakan sebagai bagian dari survei kualitas air secara umum dengan menggunakan sekelompok parameter yang mengurangi sejumlah besar informasi ke nomor tunggal, biasanya berdimensi, dengan cara yang mudah direproduksi (Abbasi dan Abbasi, 2012).

Ini memberi data penting untuk menggambarkan status kualitas air secara umum yang dapat sangat membantu dalam memilih teknik pengolahan air yang sesuai untuk mengatasi masalah

kontaminasi. WQI utama disarankan oleh Horton (1965) dan selanjutnya, gagasan lain disarankan sebagai perbaikan metode awal. Banyak WQI telah dikembangkan dan disetujui di seluruh dunia (Prasad dan Kumari, 2008; Reza dan Singh, 2010; Manoj, *et al.*, 2012; Dede, 2013), perbedaan antara keduanya adalah penggabungan statistik dan terjemahan nilai parametrik (Abbasi dan Abbasi, 2012; Alobaidy, *et al.*, 2010; Lumb, *et al.*, 2011). Metode perhitungan indeks kualitas air sangat diperlukan untuk menyederhanakan banyaknya nilai dari berbagai jenis parameter menjadi sebuah angka yang mampu mendeskripsikan kualitas air sehingga mudah dipahami oleh masyarakat. Metode IKA yang sering digunakan di Indonesia yaitu Metode IP (Indeks Pencemaran) dan Metode Storet yang mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air (Saraswati *et al.*, 2014).

Saat ini terdapat banyak metode yang digunakan untuk mengetahui status kualitas air seperti metode Storet dan IP yang dikembangkan di Negara USA, selain itu terdapat juga metode metode OIP/Overall Index Pollution India yang dikembangkan di Negara India, metode INWQS-DOE/ yang digunakan di Negara Malaysia, dan Metode CCME WQI (*Canadian Council of Ministers of The Environment*) yang dikembangkan di Canada (Lumb *et al.*, 2011).

Kajian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan metode perhitungan indeks kualitas air dalam menentukan status kualitas air permukaan sehingga diketahui metode yang paling efektif, sensitif dan obyektif.

PERBANDINGAN METODE

a. Metode IP (Desmawati, 2014)

Sebagai metode berbasis indeks, metode IP dibangun berdasarkan dua indeks kualitas. Yang *pertama* adalah indeks rata-rata (I_R). Indeks ini menunjukkan tingkat

pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Yang *kedua* adalah indeks maksimum (I_M). Indeks ini menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Marganingrum, 2013).

Rumus yang digunakan untuk menghitung Indeks Pencemaran (IP) :

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}^M}\right)^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}^R}\right)^2}{2}}$$

Dimana :

IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukan j

C_i : Konsentrasi hasil uji parameter

L_{ij} : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j

$(C_i/L_{ij})_M$: Nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$: Nilai C_i/L_{ij} rata rata

Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran sebagai berikut :

Tabel 2. Penentuan status mutu air metode IP

No	Skor IP	Deskripsi
1	0 - 1,0	Kondisi Baik
2	1,1 - 5,0	Cemar Ringan
3	5,1 - 10	Cemar Sedang
4	>10	Cemar Berat

Sumber : Kepmen LH No. 115 Tahun 2003

b. Metode Storet (Khairil, 2014)

Metode Storet merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk menentukan status mutu air. Penentuan status mutu dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Metode ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air.

Cara menentukan status mutu air digunakan sistem nilai dari US-EPA (Environmental Protection Agency) dengan mengklasifikasi mutu air dalam empat kelas, yaitu:

a. Kelas A : baik sekali : skor = 0
→memenuhi baku mutu

b. Kelas B : baik : skor = -1 s/d -10
→cemar ringan

c. Kelas C : sedang : skor = -11 s/d - 30
→cemar sedang

d. Kelas D : buruk : skor \geq -31 →cemar berat

Adapun langkah-langkah penentuan status mutu air dengan metode Storet sebagai berikut (Lampiran I Kepmen LH No. 115 Tahun 2003):

1. Melakukan pengumpulan data kualitas dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari setiap parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran \leq baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 1. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah contoh ⁽¹⁾	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Canter, 1977, Kepmen LH No. 115, 2003

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat menggunakan sistem nilai

c. Metode CCME (Lumb et al., 2011)

CCME WQI merupakan suatu alat yang disederhanakan bagi masyarakat umum untuk memperoleh data kualitas air yang kompleks. Indeks kualitas air ini diformulasikan oleh British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks yang kemudian dikembangkan oleh Alberta Environment. (CCME, 2001).

Jenis parameter, baku mutu dan jangka waktu yang digunakan pada indeks ini sangat bervariasi tergantung pada isu-isu dan kondisi local setiap wilayah. Penentuannya digunakan pada indeks ini tidak ditentukan dan sangat bervariasi dari antar daerah tergantung pada isu-isu dan kondisi lokal pada masing-masing daerah. Minimal terdapat empat contoh variabel untuk empat kali digunakan dalam perhitungan indeks ini. Metode ini berguna dalam mengevaluasi perubahan kualitas air pada lokasi tertentu dari waktu ke waktu dan untuk membandingkan indeks secara keseluruhan antar lokasi yang menggunakan variabel dan baku mutu yang sama.

CCME WQI dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. **F1 (Scope)**, menyatakan persentase variabel-variabel yang tidak memenuhi baku mutu, setidaknya untuk satu kali periode waktu (variabel gagal) relatif terhadap jumlah variabel yang diukur:

$$F1 = \left[\frac{\text{Number of failed variables}}{\text{Total number of variables}} \right] \times 100$$

2. **F2 (Frequency)**, menyatakan persentase uji setiap parameter yang tidak memenuhi baku mutu (uji gagal).

$$F2 = \left[\frac{\text{Number of failed tests}}{\text{Total number of tests}} \right] \times 100$$

3. **F3 (Amplitude)**, menyatakan jumlah dimana nilai uji gagal tidak memenuhi baku mutu. F3 dihitung dengan tiga langkah yaitu:

a) Jumlah waktu dimana konsentrasi masing-masing lebih besar atau kurang dari baku mutu minimum baku mutu. Ini disebut "excursion". Jika nilai uji lebih dari baku mutu:

$$excursion_i = \left[\frac{Failed\ test\ value_i}{Objective_i} \right] - 1$$

Jika nilai uji kurang dari baku mutu:

$$excursion_i = \left[\frac{Objective_i}{Failed\ test\ value_i} \right] - 1$$

d) *nse* dengan kisaran harga antara 0 hingga 100.

$$F3 = \left[\frac{nse}{0.01\ nse + 0.01} \right]$$

Apabila nilai faktor-faktor telah diperoleh maka nilai CCME WQI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

b) Uji excursion dari baku mutu dan membagi total nilai uji (baik yang terpenuhi dan yang tidak terpenuhi). Variabel ini disebut sebagai jumlah normalisasi *excursion* atau *nse* dihitung sebagai berikut:

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n excursion_i}{\#\ of\ tests}$$

c) F3 kemudian dihitung dengan fungsi asimtotik dengan skala jumlah dari

$$CCME\ WQI = 100 - \left[\frac{\sqrt{F1 + F2 + F3}}{1.732} \right]$$

Indeks CWQI menghasilkan angka antara 0 (terjelek) hingga 100 (terbaik) yang terbagi dalam 5 kelas yaitu baik sekali (95-100), baik (80-94), cukup (65-79), kurang (45-64), dan buruk (0-44) dalam merefleksikan status mutu/kualitas air.

Tabel 2. Kategori Kualitas Air dengan Metode CCME WQI

CCME WQI	Status	Kualitas
95-100	Sangat baik	Kualitas air terlindungi dengan anggapan tidak adanya ancaman dan gangguan, tingkat air mendekati kondisi murni atau alaminya. Nilai indeks ini dapat diperoleh bila semua pengukuran baku mutu memiliki tujuan yang sama sepanjang waktu.
80-94	Baik	Kualitas air terlindungi dengan anggapan tingkat ancaman dan gangguan kecil, kondisi jarang menyimpang dari tingkat alami atau yang diinginkan.
65-79	Cukup	Kualitas air biasanya terlindungi namun kadang-kadang mengalami ancaman dan gangguan, kondisi terkadang menyimpang dari tingkat alami atau yang diinginkan.
45-64	Kurang	Kualitas air sering terancam dan terganggu, kondisi sering menyimpang dari tingkat alami dan yang diinginkan.
0-44	Buruk	Kualitas air hampir selalu terancam dan terganggu, kondisi biasanya menyimpang dari tingkat alami dan yang diinginkan.

Sumber : Lumb *et al.*, 2011.

HASIL DAN DISKUSI

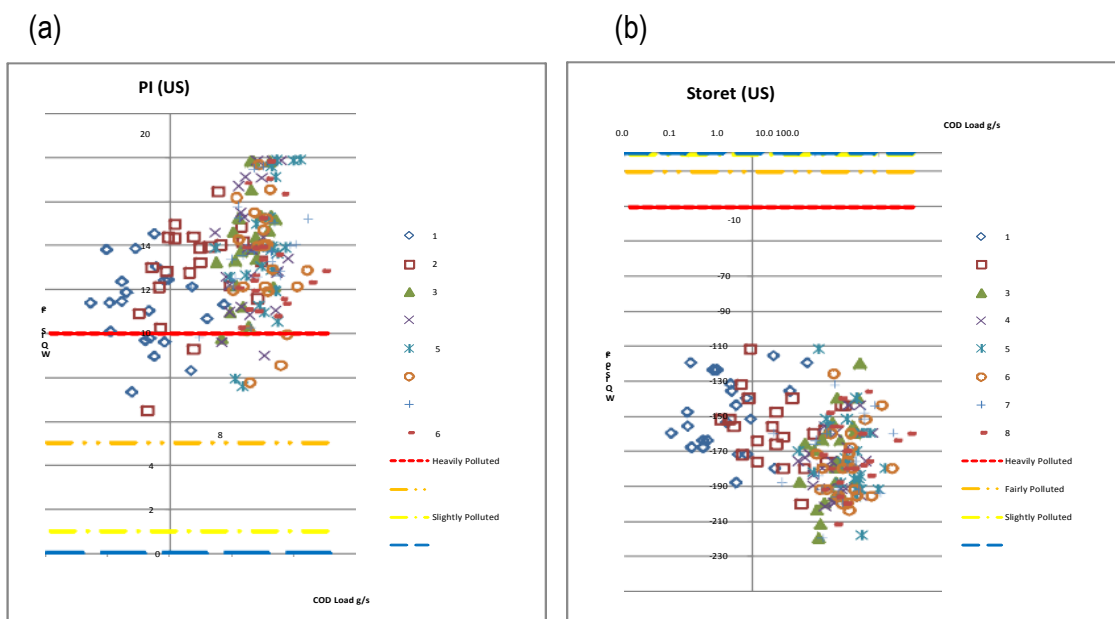
Berikut beberapa penelitian mengenai penentuan status kualitas air dengan metode Storet, IP, dan CCME yang dapat

dijadikan referensi pada penelitian selanjutnya. Penelitian pertama dilakukan oleh Saraswati, dkk di sungai Gajah Wong pada tahun 2014. Penelitian ini membahas tentang sensitivitas rumus

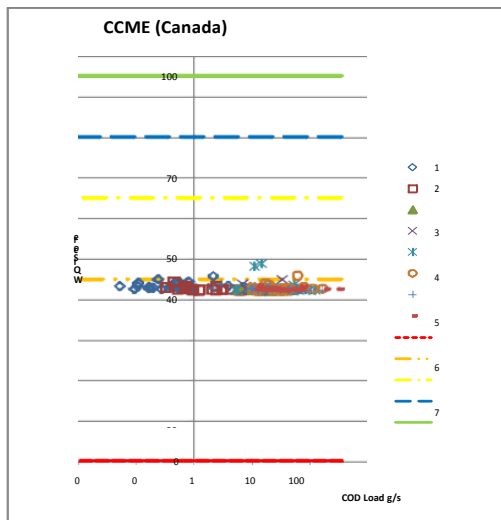
indeks PI, Storet, dan CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai Tropis di Indonesia.

Pada penelitian di sungai Gajah Wong DI Yogyakarta yang dilakukan oleh penelitian di 8 lokasi titik pantau yang berada di sungai utama. Parameter yang digunakan dalam analisis sebanyak 17 parameter yaitu : pH, EC, TDS, TSS, DO, BOD5, COD, Deterjent, PO4, NO2, NO3, NH3N, Escherichia coli/E. Coli, Total Coliform/Total Coli, Cr6+, Fluoride/F, Minyak dan Lemak). Berdasarkan 17 parameter kualitas air (termasuk bakteriologi) status indeks mutu air PI, CCME tercemar berat (*poor* atau *heavily polluted*) di hampir semua lokasi pemantauan, bahkan menurut Storet semua lokasi tercemar berat. Jika masing-masing metode indeks mutu air dihitung dengan 6 parameter kualitas air

Saraswati, dkk pada tahun 2014, uji sensitivitas 3 metode indeks kualitas air yaitu Pollution Index ,Storet, dan CCME untuk melihat sejauh mana obyektifitasnya dalam menyimpulkan status mutu air di sungai tropis di Indonesia. Lokasi dalam OIP yaitu pH, TDS, BOD₅, DO, NO₃ dan F, tetapi plus bakteriologi (dimana DO, BOD₅, F, Total Coli tidak memenuhi baku mutu) juga menunjukkan status mutu air tercemar berat hampir di semua lokasi dan di sebagian besar datanya. Parameter kualitas air yang menjadi penyebab signifikan buruknya status mutu air dengan ketiga metode tersebut adalah bakteriologi (*E. coli* dan Total Coli) yang besaran nilai kosentrasinya sangat signifikan yaitu ratusan ribu hingga jutaan bakteri MPN/100 ml airnya (Saraswati *et al.*, 2014).



(c)



Gambar 1. Indeks PI, Storet dan CCME dengan 17 parameter (termasuk *E coli* dan Total Coliform).

Sumber : Saraswati, *et al*, 2014

Indeks PI dengan sedikit atau banyak parameter kualitas air (3, 4 atau 9 parameter tidak memenuhi baku mutu) tidak cukup sensitif membedakan kelas status mutu air di setiap lokasi sampel dan saat *sampling* kualitas airnya. Nilai rasio (C_i/L_i) maksimum masing-masing parameter tersebut berkisar antara 0,4 hingga 6,2 sementara rerata (C_i/L_i) seluruh parameternya (3 hingga 9 parameter tidak memenuhi baku mutu) berkisar 0,4 hingga 3. Status mutu air dengan indeks PI, hanya dari satu (*single*) *sampling* kualitas air.

Indeks Storet cukup sensitif merespon dinamika indeks kualitas airnya di setiap lokasi dengan sedikit atau banyak parameter. Akan tetapi status indeksnya sangat dipengaruhi oleh bobot parameter biologi (bakteriologi) dibandingkan kimia dan fisika. Hal positifnya adalah indeks mutu air ini tidak mencerminkan data kualitas air instan (efek jangka pendek), status mutu air dihitung/disimpulkan dari serangkaian data hasil beberapa kali pengambilan spesimen kualitas air (efek jangka panjang).

Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa metode IP, Storet, dan CCME sama-sama mempunyai fleksibilitas jumlah dan jenis parameter kualitas air untuk menentukan status mutu air. Namun fleksibilitas ini akan membuat ketidakseragaman dalam penggunaan parameter kualitas air yang penting untuk penentuan indeks kualitas air di suatu sungai. Metode CCME paling sensitif merespon dinamika mutu air di setiap lokasi pemantauan dengan sedikit dan banyak parameter, dengan dan tanpa parameter bakteriologi. Kajian beberapa metode IKA ini memperlihatkan parameter kualitas air *E. coli* dan Total Coliform sangat dominan mempengaruhi status indeks mutu air sungai (Saraswati *et al.*, 2014).

Penelitian yang kedua dilakukan oleh Yusrizal pada tahun 2015 di Sungai Way Sekampung Provinsi Lampung. Penelitian tersebut membahas tentang efektifitas metode Storet, IP, dan CCME WQI dalam menentukan status kualitas air Way Sekampung Provinsi Lampung. Di Sungai Way Sekampung Provinsi Lampung dilakukan pemantauan kualitas air dengan metode CCME WQI, STORET, dan IP. Penelitian ini menggunakan data hasil uji parameter air dari BPLHD Propinsi Lampung Tahun 2013 dan 2014, Parameter yang digunakan sebanyak 23 parameter yaitu : pH, Suhu, DHL, DO, Kekeruhan, TDS, Salinitas, BOD, COD, Amonia, Nitrat, Nitrit, Sulfat, Sulfida, total fosfat, Sianida, Chlorida, MBAS/detergen, Fluorida, Minyak Lemak, Tembaga, Seng dan TSS. Dari perhitungan dengan menggunakan ketiga metode tersebut, yaitu STORET, IP dan CCME WQI, semuanya mempunyai kesamaan yaitu kecenderungan nilai status mutu air yang semakin membaik dari pengambilan sampel yang pertama hingga yang ketiga. Dari ketiga hasil perhitungan tersebut, tampak bahwa Metode STORET menggambarkan hasil yang lebih "cemar"

dibandingkan dengan metode lain. Perhitungan dengan metode CCME WQI lebih logis karena memperhitungkan besaran selisih hasil pengujian dibandingkan dengan baku mutunya. Hal ini tidak tampak pada metode STORET. Metode CCME WQI seperti juga STORET menggunakan data perulangan sepanjang

waktu (time series data) tidak seperti IP yang menggunakan data tunggal, sehingga status mutu air yang dihitung dengan menggunakan metode CCME WQI lebih menggambarkan status mutu air pada periode tertentu, tidak sesaat seperti pada metode IP.

Tabel 3. Perbandingan Status Mutu Air dengan metode STORET, IP dan CCME WQI

NO.	KOORDINAT GPS/ TITIK PENGAMBILAN SAMPEL	STORET		Indeks Pencemaran		CCME WQI	
		Nilai	SMA	Cemar sedang	Cemar ringan	Nilai	SMA
1.	104°58'65,1" BT 05°19'60,3" LS	-45	Cemar berat	2	5	62,607	Marginal/rendah
2.	105°10'75,6" BT 05°11'94,2" LS	-39	Cemar berat	1	6	64,263	Marginal/rendah
3.	105°47'32,6" BT 05°36'69,6" LS	-38	Cemar berat	1	6	68,864	Fair/cukup

Catatan : SMA = Status Mutu Air

Sumber = Yusrizal, 2015

Status Mutu/Kualitas Air Way Sekampung tahun 2013 dan 2014 berdasarkan Metode STORET dari 3 titik pengambilan sampel, kesemuanya cemar berat. Berdasarkan metode Indeks Pencemaran (IP), dari 21 kali pengukuran, pada titik pengambilan sampel pertama (SK-01) 2 kali cemar sedang dan 5 kali cemar ringan. SK-02, 1 kali cemar sedang dan 6 kali cemar ringan. SK-03, 1 kali cemar sedang dan 6 kali cemar ringan. Berdasarkan metode CCME WQI, status mutu air di titik pengambilan sampel pertama (SK- 01) dan SK-02 adalah Marginal/rendah, sedangkan SK-03 adalah Fair/cukup. Lihat Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan ke 3 metode ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Metode STORET dan CCME WQI unggul di dalam penggunaan serangkaian data yang berulang dari hasil beberapa kali pengambilan sampel, sehingga status mutu airnya lebih menggambarkan kondisi kualitas air pada periode tertentu. Dari segi efektivitas

metode dilihat berdasarkan uji sensitivitas parameter, maka metode CCME WQI lebih baik dibandingkan dengan metode STORET dan metode IP karena metode CCME WQI telah memperhitungkan besarnya selisih hasil pengujian yang melebihi baku mutu, dengan baku dengan baku mutunya, melalui F3 (Yusrizal, 2015). Di Teluk Lampung, kualitas air laut di pantau di 6 lokasi dengan 7 parameter air laut yaitu : pH, Suhu, Salts, DO, Amonia, Nitrat, Fosfat. Menggunakan Metode CCME WQI, Storet dan IP berdasarkan wilayah dan tahun pengukuran. Dari tabel 4, indeks CCME mengindikasikan perairan dengan tingkat pencemaran yang lebih tinggi dibandingkan indeks Storet dan PI. Misalnya untuk hasil evaluasi indeks di perairan Teluk Hurun, indeks CCME mengindikasikan wilayah Teluk Hurun dengan kategori buruk (poor). PI mengindikasikan perairan dalam kategori cemar sedang. Sementara indeks Storet mengindikasikan perairan dalam kategori baik (cemar ringan). Hasil analisis dari

ketiga metode tersebut menunjukkan bahwa indeks kualitas air yang dihasilkan dari metode CCME WQI mengindikasikan perairan dengan tingkat pencemaran yang

lebih tinggi dibandingkan indeks kualitas air dengan metode Storet dan IP (Verawati, 2016).

Table 4. Tingkat pencemaran perairan Teluk Lampung berdasarkan hasil perhitungan indeks kualitas air laut dengan Metode CCME, Storet dan PI

No	Lokasi	Waktu (tahun)	CCME	Storet	PI
1.	Teluk Hurun	10	Buruk (selalu terganggu)	Cemar ringan	Cemar sedang
2.	Teluk Hurun	5	Buruk (selalu terganggu)	Cemar ringan	Cemar sedang
3.	Ringgung	5	Kurang (sering terganggu)	Cemar ringan	Cemar sedang
4.	Pulau Tegal	3	Kurang (sering terganggu)	Cemar ringan	Cemar ringan
5.	Pulau Pahawang	5	Kurang (sering terganggu)	Cemar ringan	Cemar ringan
6.	Tanjung Putus	4	Sedang (kadang terganggu)	Cemar ringan	Cemar ringan

Sumber = Verawati, 2016

Selain penelitian yang dilakukan di Yogyakarta dan di Lampung penggunaan metode CCME untuk menentukan status kualitas air juga telah banyak dilakukan diberbagai Negara. Di India sendiri tepatnya di Sungai Damodar di wilayah Bengal Selatan pemantauan kualitas air dilakukan dengan metode CCME WQI. Pengambilan sampel air di 8 titik di sepanjang tepi sungai pada saat sebelum musim hujan, musim hujan, dan pasca musim hujan periode tahun 2012. Jumlah parameter yang diuji sebangk 16 buah yaitu : pH, TDS, TSS, conductivity (μ s), kekeruhan, DO, BOD, COD, Kesadahan, Kalsium, magnesium, alkalinity, minyak, lemak, Coliform, chromium, chlorida florida, calcium magnesium, sulfat phosphate, dan nitrat. Berdasarkan analisis CCME WQI air di sungai Damodar layak digunakan untuk keperluan rumah tangga dan irigasi, namun harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu jika akan digunakan sebagai air minum. Kondisi

iklim sangat mempengaruhi kualitas air sungai. Hal ini karena kualitas air setelah musim hujan lebih baik dibanding sebelum dan pada saat musim hujan. Lokasi terakhir (D8) Sungai Damodar mempunyai kualitas air sangat tercemar karena pembuangan limbah domestik, pembuangan limbah industri, sampah, dan pencemaran karena aktivitas manusia lainnya. Diperlukan tindakan pencegahan dan tindakan pengaturan dengan melakukan pemantauan untuk mencegah polutan yang melebihi ambang batas yang diizinkan (Haldara *et a.*,/ 2014)

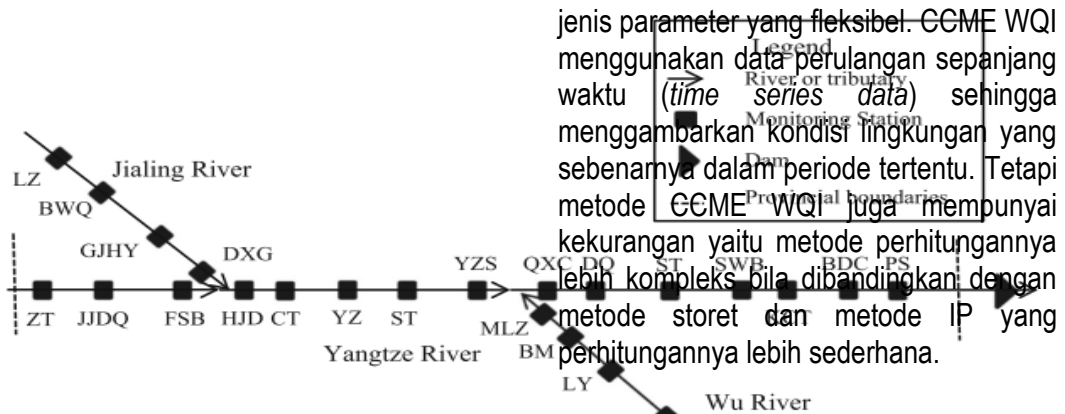
Penelitian berikutnya dilakukan di Sungai Mahrut, Diyala, Iraq pemantauan kualitas air dilakukan untuk kebutuhan irigasi dengan metode CCME WQI dengan 15 parameter yaitu : pH, EC, HCO₃, Cl, Sodium Absorption Ratio (SAR), Soluble Sodium Percentage (SSP), Residual Sodium Carbonate (RSC), Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni dan Zn. Menggunakan data dengan dua musim

yang berbeda yaitu periode tahun 2010-2011. Dari hasil analisis kualitas air di antara 43,17 - 45,11. Kualitas air pada titik pantau 1 masuk kategori kurang baik sedangkan pada 5 stasiun lainnya dalam kondisi buruk sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi air pada sungai mahrut dalam kondisi buruk. Kemungkinan penyebab buruknya kualitas air tersebut Di Sungai Seybouse (timur laut Algeria) uji kualitas air dengan metode CCME WQI dengan menggunakan data di 13 lokasi berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi. Sampel air dari tengah dan dua tepi Sungai Seybouse. selama bulan Mei 2012 sampai April 2013. Jumlah parameter yang digunakan sebanyak 11 parameter yaitu : pH , Suhu, DO, Nitrit, Nitrat, Nitrogen Chlorida, Tembaga Cadmium, Aluminium, Turbidity. CCME WQI merupakan alat yang efektif untuk mengevaluasi kualitas air untuk keperluan air minum. Model WQI yang digunakan untuk menilai kualitas air minum di Sungai Seybouse menunjukkan bahwa kualitas air 'buruk', dengan nilai indeks berkisar antara 18,3 sampai 30,4. Air limbah yang dibuang langsung atau tidak langsung ke badan air merupakan sumber utama polutan. WQI telah mengumpulkan data kualitas air yang kompleks sehingga mudah dipahami dan informasi ini bisa sangat bermanfaat bagi pengguna air, pemasok air dan ilmuwan (Rachedi dan Amarchi, 2015). Pada Sistem Sungai Pasig di Metro Manila pengujian status pencemaran dengan metode perhitungan WQI CCME untuk ekosistem perairan dan rekreasi. Penelitian ini dilakukan di 14 titik sepanjang Sungai Pasig di Metro Manila, dengan 4 parameter : pH, DO, BOD, TC. Menggunakan data uji laboratorium setiap tiga bulan dari kuartal pertama tahun 2011 sampai kuartal kedua tahun 2014. Hasil Analisis CCME WQI menunjukkan bahwa perairan di sungai Pasig masuk dalam

Sungai Mahrut nilai CCME WQI berada pada rentang nilai disebabkan karena limbah domestik, limbah industri, limbah pupuk pertanian dan sumber pencemaran lain yang masuk ke sungai tanpa melalui pengolahan limbah terlebih dahulu (AIObaidy *et al.*, 2015).

kategori buruk, baik untuk ekosistem perairan maupun untuk rekreasi. Sistem pembuangan limbah yang tidak memadai dan air limbah yang tidak diolah dari sumber domestik, pertanian, komersial dan industri merupakan faktor utama yang menyebabkan kontaminasi sistem Sungai Pasig (Regmi dan Mishra, 2015).

Di China tepatnya pada Waduk Three Gorges dilakukan penelitian di 24 lokasi pemantauan air. Jumlah parameter yang digunakan sebanyak 12 Parameter yaitu : pH, DO, COD, Mn, BOD5, TP, volatile phenol, NH₃-N, mercury, lead, COD, TN, and E. coli. . Periode pengambilan sampel tahun 201-2013. Metode yang digunakan adalah metode CCME WQI dengan standar kualitas air kelas 3 menurut GB3838-2002. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 3 parameter utama yang menyebabkan penurunan kualitas air di TGR yaitu TN, TP dan E-Coli. kualitas air tidak mengalami penurunan yang signifikan pada kondisi ketinggian air di TGR 175 m. Dibeberapa stasiun pantau yang berada di sungai kecil, kualitas airnya tidak sebaik kualitas air disungai utama. Metode CCME WQI merupakan metode yang fleksibel untuk mengevaluasi kualitas air. Dikombinasikan dengan GB3838-2002, CCME WQI dapat menyederhanakan jumlah data pemantauan kualitas air yang kompleks sehingga mudah dipahami oleh pembuat kebijakan dan masyarakat (Zhao *et al.*, 2016).



Gambar 2. Skema Lokasi Titik Pantau Kualitas Air

Sumber : Zhao *et al.*, 2016

Di Nigeria, Uji kualitas air sungai dilakukan pada DAS Ogun dan Ona. Pengambilan sampel di 27 lokasi pemantauan air yang berada di 8 sungai utama pada DAS Ogun dan Ona . Jumlah parameter yang digunakan sebanyak 12 Parameter yaitu : Suhu, EC, pH, DO, BOD5, COD, Total keasaman, kekeruhan, TSS, amonium-nitrogen, nitrate-nitrogen, nitrite-nitrogen, TN, TP, phosphateC, Besi, cadmium, zinc, mercury, copper, Mangan, lead, chromium, Total Viable Bacteria Count (TVC), Escherichia coliform (E. coli) and faecal coliform. Periode pengambilan sampel selama 12 bulan. Metode yang digunakan adalah metode CCME WQI dengan standar kualitas air untuk kebutuhan rumah tangga menurut WHO. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas air di DAS ini buruk sehingga tidak direkomendasikan untuk kebutuhan rumah tangga (Oke *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Dari kajian di atas dapat disimpulkan bahwa Metode CCME merupakan metode yang paling tepat untuk menganalisis kualitas air di berbagai negara termasuk Indonesia baik pada air permukaan maupun air tanah dengan tingkat efektivitas dan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lainnya serta penggunaan jumlah dan

jenis parameter yang fleksibel. CCME WQI menggunakan data perulangan sepanjang waktu (*time series data*) sehingga menggambarkan kondisi lingkungan yang sebenarnya dalam periode tertentu. Tetapi metode CCME WQI juga mempunyai kekurangan yaitu metode perhitungannya lebih kompleks bila dibandingkan dengan metode storet dan metode IP yang perhitungannya lebih sederhana.

REFERENSI

- Abbasi, W.M., Abbasi, S.A., 2012. *Water quality indices*. Elsevier, Amsterdam, Netherlad, pp. 384.
- Alobaidy, A.H.M.J., Abid, H.S., Maulood, B.K., 2010. *Application of water quality index for Dokan Lake Ecosystem, Iraq*. J. Water Res. Prot. 2, 792–798.
- Alobaidy A.H.M.J., Al-Janabi, Z.Z., Al-Kubaisi, A.R. 2015. *Assessment of water quality of Tigris River within Baghdad City*. Mesopotamia Environmental Journal. Vol.1, No.3:pp. -98.
- AIObaidy, A.H.M.J., Awad, E.S., Kadhem, A.J., AIMashhady, A.A. 2015. *Evaluating Water Quality of Mahrut River, Diyala, Iraq for Irrigation*. , 33(4), pp.830–837.
- Al-Shujairi, S.O.H., 2013. *Develop and apply water quality index to evaluate water quality of Tigris and Euphrates Rivers in Iraq*. IJMERE 3 (4), 2119–2126.
- Asadi, S.S., Vuppala, P., Anji, R.M., 2007. *Remote sensing and GIS techniques for evaluation of groundwater quality in municipal corporation of Hyderabad (Zone-V), India*. Int. J. Environ. Res. Public Health 4 (1), 45–52.
- Backman, B., Bodis, D., Lahermo, P., Rapant, S., 1997. *Application of a groundwater contamination index in Finland and Slovakia*. Environ. Geol. 36 (1–2), 55–64.

- Birahim, F.K., 2016. *Pengaruh Buangan Limbah Rumah Tangga Terhadap Kualitas Air Di Danau Mawang*. Universitas Hasannudin. Gowa.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2001. *Canadian water quality guidelines for the protection of Aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0. Technical Report*. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, MB, Canada.
- Dede, O.T., Telci, I.T., Aral, M.M., 2013. *The Use of Water Quality Index Models for the Evaluation of Surface Water Quality: A Case Study for Kirmir Basin, Ankara, Turkey*. Water Qual. Expo Health 5, 41–56.
- Desmawati, Eka. 2014. *Sistem Informasi Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Seputih Sekampung*. Tesis Magister Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Halder, D., Halder, S., Das, P., Halder, G. 2014. *Assessment of water quality of Damodar River in South Bengal region of India by Canadian Council of Ministers of Environment (CCME) Water Quality Index: a case study. Desalination and Water Treatment*. (February 2015), pp.1–14. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19443994.2014.987168>.
- Horton, R.K., 1965. *An index number system for rating water quality*. J. Walter Poll. Cont. Fed. 37 (3), 300–306.
- Jindal, R., Sharma, C., 2010. *Studies on water quality of Sutlej River around Ludhiana with reference to physicochemical parameters*. Environ. Monit. Assess. 174, 417–425.
- Khairil, A.S., Moh, S., Emma, Y. 2014. *Kajian penentuan status mutu air di Kali Kloang Kabupaten Pameksan (Metode Storet, Metode Indeks Pencemaran, Metode CCME WQI, dan Metode OWQI)*. Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang. Jawa Timur. Indonesia.
- Kose, E., Tokatli, C., Cicek, A., 2014. *Monitoring stream water quality: A statistical evaluation*, Pol. J. Environ. Stud. 23 (5), 1637.
- Lumb, A., Sharma, T.C., Bibeault, J.F., 2011. *A Review of genesis and evolution of water quality index (WQI) directions*. Water Qual. Expo. Health 3, 11–24.
- Manoj, K., Kumar, P., Chaudhury, S., 2012. *Study of heavy metal contamination of the river water through index analysis approach and environ metrics*. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci. 1 (10), 7–15.
- Marganingrum, D., Roosmin, D., Sabar, A., 2013. *Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemar (IP) (Studi Kasus : Hulu DAS Citarum)*. Pusat Penelitian Geoteknolog Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Ris.Geo.Tam Vol. 23, No.1, Juni 2013 (37-48).
- Mohan, S.V., Nithila, P., Reddy, S.J., 1996. *Estimation of heavy metal in drinking water and development of heavy metal pollution index*. J. Environ. Sci. Health 31, 283–289.
- Nemerow, N.L., Sumitomo, H., 1970. *Benefits of water quality enhancement. Report No. 16110 DAJ, prepared for the U.S. Environmental Protection Agency*. December 1970. Syracuse University, Syracuse, New York, United States.
- Oke, A.O., Sangodoyin, A.Y. & Omodele, T., 2017. *Classification of river water quality in Ogun and Ona*

- River Basins , Nigeria using CCME framework: Implications for sustainable environmental management Classification of river water quality in Ogun and Ona.* Cogent Environmental Science, 6, pp.1–18. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/23311843.2017.1295696>.
- Prasad, B., Kumari, S., 2008. *Heavy metal pollution index of ground water of an abandoned open mine.* Mine Water Environ. 27 (4), 265–267.
- Rachedi, L.H. & Amarchi, H., 2015. *Assessment of the water quality of the Seybouse River (north-east Algeria) using the CCME WQI model Lamia Hachemi Rachedi and Hocine Amarchi. ,* pp.793–801.
- Ramakrishnaiah, C.R., Sadashivaiah, C., Ranganna, G., 2009. *Assessment of water quality Index for the groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India.* Electron. J. Chem. 6 (2), 523–530.
- Regmi, R.K. & Mishra, B.K., 2016. *Use of Water Quality Index in Water Quality Assessment: A Case Study in the Metro Manila. ,* (07).
- Republik Indonesia. 2003. *KepMen LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.* Jakarta: Sekretariat Negara
- Reza, R., Singh, G., 2010. *Heavy metal contamination and its indexing approach for river water.* Int. J. Environ. Sci. Technol. 7 (4), 785–792.
- Saraswati, S.P., Sunyoto, S., Kironotom, B.A., Hadisusanto, S. 2014. *Kajian Bentuk dan Sensitivitas Rumus Indeks PI, Storet, CCME untuk Penentuan Status Mutu Perairan Sungai Tropis Indonesia.* Manusia dan Lingkungan, 21(2), pp.129–142.
- Sargaonkar, A., Deshpande, V., 2003. *Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context.* Environ. Monit. Assess. 89, 43–67.
- Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., Dobhal, R. 2013. *Water quality assessment in terms of water quality index.* American Journal of Water resources 1.3 (2013) : 34–38.
- Verawati. 2016. *Analisis Kualitas Air Laut Di Teluk Lampung.* Tesis Magister Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Yusrizal, H., 2015. *Efektivitas metode perhitungan Storet, IP dan CCME WQI dalam menentukan status kualitas air way sekampung provinsi lampung.* 2(1), pp.11–23.
- Zhao, Y., Qin, Y., Zhang, L., Zheng, B., May, Y. 2016. *Water quality analysis for the Three Gorges Reservoir , China , from 2010 to 2013.* Environmental Earth Sciences. Available at:"<http://dx.doi.org/10.1007/s12665-016-59541>.