

Penggunaan IKA-INA dalam Penilaian Kualitas Air dengan Dua Skenario Kurva Sub-Indeks

The Use of INA-WQI for Water Quality Assessment with Two Sub-Index Curve Scenarios

Dewi Ratnaningsih, Retno Puji Lestari, Ernawita Nazir, Ridwan Fauzi dan Budi Kurniawan

Puslitbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, KLHK Kawasan PUSPIPTEK Gd. 210, Tangerang Selatan
15314, e-mail: dewirinie@yahoo.com

Diterima 23 September 2020, direvisi Oktober 2020, disetujui 19 Oktober 2020

ABSTRAK

Penggunaan IKA-INA dalam Penilaian Kualitas Air dengan Dua Skenario Kurva Sub-Indeks.

Indeks kualitas air merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk penilaian kualitas air. Berbagai indeks kualitas air telah dikembangkan sesuai dengan peruntukannya. *National Sanitation Foundation – Water Quality Index* (NSF-WQI) merupakan salah satu formulasi indeks kualitas air yang banyak digunakan sebagai acuan pengembangan indeks baru. Tujuan kajian ini adalah untuk membandingkan penggunaan formulasi IKA-INA dengan skenario I menggunakan kurva sub indeks IKA-INA dan skenario II menggunakan kurva sub indeks kombinasi IKA-INA dan NSF-WQI. Kurva sub-indeks skenario II disusun dengan melakukan kombinasi kurva sub indeks NSF-WQI yang mempunyai parameter sesuai dengan kurva sub indeks IKA-INA. Uji *Pearson Correlation* dilakukan pada hasil indeks kualitas air skenario I dan II untuk mengetahui kedekatan dengan nilai indeks kualitas air berdasarkan penilaian pakar di lapangan. Formulasi IKA-INA dengan kurva sub indeks skenario I dan II diaplikasikan di 22 titik lokasi DAS Ciliwung dari hulu wilayah Puncak Bogor sampai ke hilir wilayah DKI Jakarta. Hasil aplikasi menunjukkan bahwa indeks kualitas air di DAS Ciliwung menunjukkan tren yang semakin memburuk ke arah hilir dengan rata-rata nilai indeks di wilayah Jakarta sebesar 38 untuk skenario I dan 32 untuk skenario II. Pemanfaatan dua skenario tersebut memberikan selisih nilai IKA yang lebih rendah untuk skenario II IKA-INA kombinasi dibandingkan skenario I. Hasil analisis menunjukkan bahwa kurva sub indeks IKA-INA masih mempunyai nilai kedekatan yang lebih tinggi dibandingkan IKA-INA kombinasi terhadap hasil IKA penilaian pakar di lapangan, namun kedua skenario tersebut masih berada pada nilai kedekatan yang sangat erat atau mendekati 1, sehingga selain skenario I, formulasi IKA-INA skenario II dengan kurva sub indeks kombinasi juga dapat dijadikan alternatif formulasi penilaian kualitas air sungai.

Kata kunci: Indeks, IKA-INA, NSF-WQI, kurva kombinasi, DAS Ciliwung.

ABSTRACT

The Use of INA-WQI for Water Quality Assessment with Two Sub-Index Curve Scenarios. *Water quality index is an instrument for water quality assessment. Various water quality indices have been developed according to their designations. NSF-WQI is a water quality index formulation that is widely used as a reference for developing new indexes. This study aimed to compare the use of IKA-INA formulation with scenario I using IKA-INA sub-index curve and scenario II using the combined IKA-INA and NSF-WQI sub-index curve. The sub-index curve for scenario II is prepared by combining NSF-WQI sub-index curve which has parameters according to IKA-INA sub-index curve. Pearson Correlation was tested to both WQI results in scenario I and II, to determine the proximity to WQI value based on expert judgements in the field. IKA-INA formulation with the sub-index curve for scenarios I and II was applied at 22 points in the Ciliwung watershed location, from the upstream area of Puncak Bogor to the downstream area of DKI Jakarta. The results of the application showed that WQI in the*

Ciliwung watershed shows a worsening trend downstream with an average index value in the Jakarta area of 38 for scenario I and 32 for scenario II. The use of these two scenarios gives a lower difference in IKA values for scenario II IKA-INA combinations compared to scenario I. The results of the analysis show that IKA-INA sub-index curve still has a higher proximity value than the combined IKA-INA to IKA by expert judgment results, however, both scenarios were still at very close proximity or close to 1, therefore, apart from scenario I, IKA-INA scenario II formulation with a combination sub-index curve can also be used as an alternative formulation for assessing river water quality.

Keywords: *Index, IKA-INA, NSF-WQI, combination curve, Ciliwung watershed.*

1. Pendahuluan

Penilaian kualitas air merupakan hal penting yang perlu dilakukan untuk mengetahui bahwa kualitas air masih berada pada kondisi yang baik. Kondisi kualitas air yang baik diperlukan untuk pemenuhan peruntukan tertentu sesuai dengan kebutuhan (Bhateria & Jain, 2016; Leščešen, Pantelić, Dolinaj, Stojanović, & Milošević, 2016; Mirzaei, Solgi, & Salman-Mahiny, 2016; Pohan, Budiyo, & Syafrudin, 2017). Berbagai instrumen penilaian kualitas air dikembangkan sesuai dengan tujuan spesifik atau tujuan umum penyusun di masing-masing negara. Indeks kualitas air merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan dalam penilaian kualitas air. Berbagai macam indeks kualitas air telah dikembangkan di tiap negara. Indeks ini merupakan instrumen secara matematika yang dapat mengekspresikan keseluruhan kualitas air secara sederhana pada lokasi dan waktu tertentu berdasarkan beberapa parameter kualitas air terpilih ke dalam bentuk nilai tunggal yang menyatakan level kualitas air (Al-Othman, 2019; Gorde & Jadhav, 2013; Mirzai, 2014; Yogendra & Puttaiah, 2008). Penggunaan Indeks Kualitas Air (IKA) dapat memudahkan dalam penilaian kualitas air untuk memberikan indikasi awal kesehatan badan air secara cepat dan dapat memberikan informasi kecenderungan perubahan kualitas air dari waktu ke waktu atau dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Semiromi,

Hassani, Torabian, Karbassi, & Lotfi, 2011; Tyagi, Sharma, Singh, & Dobhal, 2013). Namun hal tersebut tidak dapat memberikan keseluruhan informasi detail kualitas air karena tidak semua parameter kualitas air diperhitungkan dalam indeks (Yogendra & Puttaiah, 2008). IKA yang disusun berdasarkan beberapa parameter penting dapat memberikan indikator sederhana terhadap kualitas air (Regmi & Mishra, 2016; Yogendra & Puttaiah, 2008).

Penyusunan indeks kualitas air tersebut beragam sesuai dengan peruntukan, baik berupa indeks kualitas air untuk peruntukan spesifik maupun indeks kualitas air untuk penilaian secara umum (Abbasi & Tareen, 2012). Beberapa IKA yang telah umum digunakan adalah *Weight Arithmetic Water Quality Index (WAWQI)*, *National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI)*, *Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCMEWQI)*, dan *British Columbia Water Quality Index (BCWQI)* (Boyacioglu, 2010; Gorde & Jadhav, 2013; Khatri, Tyagi, Rawtani, Tharmavaram, & Kamboj, 2020; Noori, Berndtsson, Hosseinzadeh, Adamowski, & Abyaneh, 2019; Perrin *et al.*, 2018; Song & Kim, 2009; Tyagi *et al.*, 2013). Dari berbagai indeks kualitas air yang telah dikembangkan di berbagai negara tersebut tidak ada satu indeks tunggal yang dapat diterima secara universal. Berbagai IKA yang telah dikembangkan perlu dilakukan

penilaian kesesuaian peruntukan sebelum dilakukan pemilihan untuk digunakan dalam penilaian kualitas air. Jika diperlukan dapat dikembangkan indeks baru yang lebih sesuai dengan peruntukan yang dibutuhkan. Masing-masing negara dapat menentukan IKA mana yang akan dipakai atau jika diperlukan dapat mengembangkan indeks sendiri.

Dari berbagai indeks kualitas air yang telah dikembangkan, formulasi NSF-WQI banyak digunakan secara langsung untuk penilaian kualitas air. Selain itu metode penyusunan NSF-WQI juga banyak digunakan sebagai metode acuan dalam penyusunan indeks kualitas air di negara yang membutuhkan sesuai dengan kondisi masing-masing negara (Arfan & Sutjningsih, 2018; Mirzaei *et al.*, 2016; Noori *et al.*, 2019; Vaheedunnisha & Shukla, 2013). Dalam aplikasi penilaian kualitas air juga perlu penetapan kesepakatan untuk penggunaan formula IKA yang sama sehingga hasil penilaian dapat diperbandingkan.

Indeks Kualitas Air modifikasi Indonesia (IKA-INA) merupakan salah satu hasil pengembangan indeks kualitas air dengan metode penyusunan mengacu pada metode penyusunan NSF-WQI, yaitu dengan menggunakan metode Delphi dalam penetapan keputusan untuk pemilihan parameter, pembobotan dan penyusunan kurva sub indeks. (Parparov, Hambright, & Berman, 2014; Ratnaningsih & Hadi, 2016; Ratnaningsih, Lestari, Nazir, & Fauzi, 2018; Tyagi *et al.*, 2013). IKA-INA dikembangkan untuk menyusun formulasi indeks kualitas air yang disesuaikan dengan kebutuhan penilaian kualitas air di Indonesia, sehingga semua penyusunan komponen IKA INA yang berupa pemilihan parameter kualitas air, bobot parameter kualitas air dan penyusunan kurva subindeks merupakan hasil pengolahan data primer yang berasal dari panelis bidang air di Indonesia. Metode tersebut dilakukan dengan melibatkan 98 panelis di bidang air (Ratnaningsih & Hadi,

2016; Ratnaningsih, Lestari, Nazir, & Fauzi, 2018). Hasil dari IKA-INA tersebut telah dilakukan verifikasi dengan menggunakan data verifikasi lapangan di Sungai Ciliwung. Hasil dari analisis data menunjukkan bahwa hasil penilaian kualitas air dengan menggunakan metode IKA-INA tidak berbeda nyata dengan verifikasi lapangan, sehingga metode ini dapat diaplikasikan untuk penilaian kualitas air (Ratnaningsih *et al.*, 2018).

Penggunaan penilaian kualitas air dengan menggunakan indeks kualitas air ini dapat dimanfaatkan untuk memberikan gambaran penilaian secara umum kualitas air dengan menggunakan parameter terpilih yang menyatakan kondisi kualitas yang makin bagus dengan meningkatnya nilai indeks. Tujuan kajian ini adalah untuk melakukan penilaian kualitas air dengan menggunakan dua skenario kurva sub indeks yang berbeda dan aplikasinya pada DAS Ciliwung dari wilayah hulu sampai ke hilir.

2. Metodologi

Metode penilaian kualitas air dilakukan dengan menggunakan formulasi IKA-INA yang telah disusun dengan menggunakan 10 parameter kualitas yaitu DO, *fecal coliform*, pH, BOD, COD, TSS, NO₃, TP, TSS, dan TDS. Formulasi IKA-INA ini menggunakan faktor pembobot parameter dan kurva sub indeks yang diperoleh dari hasil pengolahan data dari 98 panelis dari Indonesia dengan pendekatan metode Delphi (Ratnaningsih & Hadi, 2016; Ratnaningsih *et al.*, 2018). Dalam kajian ini dilakukan perbandingan penilaian kualitas air menggunakan formulasi IKA-INA dengan dua skenario kurva sub indeks yang berbeda, yaitu skenario I menggunakan kurva sub indeks IKA-INA dan skenario II menggunakan kurva sub indeks kombinasi kurva IKA-INA dan kurva NSF-WQI. Persamaan matematik kurva sub indeks IKA-INA tercantum dalam Tabel 1, sedangkan bobot parameter pada Tabel 2 (Ratnaningsih *et al.*, 2018). Persamaan matematika kurva

Tabel 1. Persamaan Kurva Sub Indeks IKA-INA

Parameter	Persamaan Kurva Sub-Indeks IKA-INA	Peruntukan
DO	$y = -0,6574x^2 + 10,157x + 7E-15$	DO \leq 2
	$y = -0,023x^3 - 0,9933x^2 + 26,124x - 30,173$	DO \leq 7
	$y = -1,9524x + 109,67$	DO \leq 8
	$y = -5,8985x + 141,24$	DO \leq 8,5
	$y = 8,0809x^3 - 227,43x^2 + 2101,2x - 6300,1$	DO \leq 11
<i>Fecal coli</i>	$y = -1,24x + 100$	FC \leq 10
	$y = -0,1715x + 89,315$	FC \leq 100
	$y = 3E-06x^2 - 0,0269x + 74,829$	FC \leq 1000
	$y = -0,0056x + 56,477$	FC \leq 5000
	$y = -0,0024x + 40,467$	FC \leq 10000
	$y = -0,0002x + 18,974$	FC \leq 50000
	$y = -0,0001x + 14,04$	FC \leq 100000
	$y = -1E-06x + 3,3727$	FC \leq 1000000
COD	$y = 0,0204x^2 - 1,4479x + 99,614$	COD \leq 20
	$y = -2,9803x + 138,43$	COD \leq 25
	$y = -0,9054x + 86,555$	COD \leq 50
	$y = -0,0055x^2 + 0,2907x + 40,428$	COD \leq 100
	$y = 0,0088x^2 - 2,4487x + 171,57$	COD \leq 150
pH	Y=0	pH \leq 1
	$y = 0,1035x^4 - 0,4796x^3 + 1,5586x^2 + 2,2036x - 2,5054$	pH \leq 5
	$y = -0,3809x^5 + 14,769x^4 - 225,01x^3 + 1673,7x^2 - 6045x + 8520,9$	pH \leq 10
	$y = 7,6265x^2 - 181,88x + 1087,8$	pH \leq 12
BOD	$y = 0,4458x^3 - 3,4443x^2 - 1,3145x + 99,149$	BOD \leq 5
	$y = -0,0837x^2 - 1,892x + 73,741$	BOD \leq 15
	$y = 0,0014x^3 - 0,1575x^2 + 3,7312x + 1,3847$	BOD \leq 30
	$y = 0,007x^2 - 0,9338x + 30,177$	BOD \leq 50
	$y = 5E-05x^2 - 0,0065x + 1,2$	BOD \leq 70
NH ₃	$y = 18703x^6 - 36932x^5 + 27566x^4 - 9960,8x^3 + 1744,5x^2 - 187,12x + 100$	NH ₃ \leq 0.7
	$y = 644,68x^3 - 1507,1x^2 + 1092,2x - 228,14$	NH ₃ \leq 1
TP	$y = -0,1347x^5 + 2,483x^4 - 16,702x^3 + 50,051x^2 - 73,42x + 100$	TP \leq 5
	$y = -16,328x + 109,15$	TP \leq 6
	$y = -0,4975x + 14,165$	TP \leq 7
	$y = -0,8459x^3 + 23,107x^2 - 209,8x + 637,15$	TP \leq 10
TSS	$y = 0,0001x^2 - 0,2667x + 96,159$	TSS \leq 100
	$y = -0,0399x + 74,971$	TSS \leq 150
	$y = -0,1673x + 94,086$	TSS \leq 200
	$y = -0,1518x + 90,971$	TSS \leq 250
	$y = -0,1135x + 81,407$	TSS \leq 300
	$y = 9E-05x^2 - 0,2127x + 103,2$	TSS \leq 400
	$y = -0,2694x + 140,03$	TSS \leq 450
	$y = -0,1921x + 105,23$	TSS \leq 500
NO ₃	$y = -0,0046x^3 + 0,2002x^2 - 4,0745x + 97,77$	NO ₃ \leq 30
	$y = 1E-06x^4 + 2E-05x^3 - 0,0168x^2 + 0,3103x + 36,034$	NO ₃ \leq 70
	$y = 0,0039x^2 - 0,8417x + 47,227$	NO ₃ \leq 100
TDS	$y = -6E-06x^2 - 0,0136x + 96,357$	TDS \leq 1000
	$y = -4E-06x^2 - 0,0183x + 98,991$	TDS \leq 2000
	$y = -8E-06x^2 + 0,0252x + 17,624$	TDS \leq 3500

Tabel 2. Bobot Parameter IKA-INA

Parameter	Bobot Akhir
DO	0,14
<i>Fecal Coliform</i>	0,13
COD	0,12
pH	0,12
BOD	0,11
NH ₃ -N	0,09
T-P	0,09
TSS	0,07
NO ₃ -N	0,07
TDS	0,05
Total	1

sub indeks skenario II diperoleh dari hasil kombinasi kurva sub indeks IKA-INA dan NSF-WQI. Kurva sub indeks NSF-WQI dipilih untuk parameter kualitas air yang sesuai dengan parameter IKA-INA.

Indeks kualitas air dihitung dengan jumlah dari perkalian masing-masing nilai sub indeks parameter dan bobot parameter kualitas air. Hasil perhitungan indeks kualitas air dengan dua skenario kurva sub indeks tersebut kemudian dinilai kedekatannya dengan hasil IKA yang diperoleh melalui *expert judgment* di lapangan. Uji kedekatan dilakukan dengan menggunakan analisis statistik *Pearson Correlation*. Formulasi IKA-INA skenario I dan II diaplikasikan pada data kualitas air di 22 lokasi yang berada dari hulu di wilayah Puncak Bogor sampai ke wilayah hilir di wilayah DKI Jakarta (Ratnaningsih, Nasution, Wardhani, Pitalokasari, & Fauzi, 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

Penilaian kualitas air dilakukan menggunakan formulasi IKA-INA dengan dua skenario yaitu skenario I dengan kurva sub indeks IKA-INA dan skenario II dengan kurva sub indeks kombinasi IKA-INA dengan NSF-WQI. Persamaan matematika kurva sub indeks skenario II dapat dilihat pada Tabel 3.

Formulasi IKA-INA skenario I dan II diujicobakan dengan menggunakan data kualitas air Sungai Ciliwung yang dibandingkan dengan hasil *expert judgment*. Hasil indeks kualitas air dengan formulasi IKA-INA skenario I dan II dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan IKA-INA skenario I dengan menggunakan kurva sub indeks IKA-INA memberikan nilai indeks yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan IKA-INA dengan skenario II yang menggunakan kurva sub indeks kombinasi IKA-INA dan NSF-WQI. Selisih antara dua skenario tersebut berada pada kisaran interval 3,4 – 8,6 poin. Hal ini menunjukkan bahwa panelis dalam penyusunan kurva sub indeks IKA-INA memberikan penilaian yang lebih longgar dibandingkan dengan panelis yang digunakan dalam penyusunan kurva sub indeks NSF-WQI (Parparov *et al.*, 2014).

Berdasarkan analisis statistik *Pearson Correlation* ($p < 0,01$), hasil indeks kualitas air dengan menggunakan kurva sub indeks IKA-INA menunjukkan nilai hubungan yang sangat kuat dan lebih tinggi (nilai koefisien korelasi 0,964) dibandingkan dengan hasil indeks kualitas air dengan menggunakan IKA-INA kombinasi (nilai koefisien korelasi 0,960) terhadap hasil *expert judgment*.

Tabel 3. Persamaan Matematika Kurva Sub indeks Skenario II

Parameter	Persamaan Kurva Sub-Indeks IKA-INA Kombinasi	Peruntukan
DO	$y = -0,6574x^2 + 10,157x + 7E-15$	$DO \leq 2$
	$y = -0,023x^3 - 0,9933x^2 + 26,124x - 30,173$	$DO \leq 7$
	$y = -1,9524x + 109,67$	$DO \leq 8$
	$y = -5,8985x + 141,24$	$DO \leq 8,5$
	$y = 8,0809x^3 - 227,43x^2 + 2101,2x - 6300,1$	$DO \leq 11$
<i>Fecal coli</i>	$y = -0,004x^3 + 0,2471x^2 - 5,2535x + 102,14$	$FC \leq 30$
	$y = 3E-09x^4 - 4E-06x^3 + 0,0019x^2 - 0,3953x + 67,962$	$FC \leq 500$
	$y = -0,014x + 36$	$FC \leq 1000$
	$y = -0,002x + 24$	$FC \leq 5000$
	$y = -0,0008x + 18$	$FC \leq 10000$
	$y = -0,0002x + 12$	$FC \leq 20000$
	$y = 5E-23x^2 - 0,0001x + 10$	$FC \leq 40000$
$y = 6$	$FC \leq 50000$	
COD	$y = 0,0204x^2 - 1,4479x + 99,614$	$COD \leq 20$
	$y = -2,9803x + 138,43$	$COD \leq 25$
	$y = -0,9054x + 86,555$	$COD \leq 50$
	$y = -0,0055x^2 + 0,2907x + 40,428$	$COD \leq 100$
	$y = 0,0088x^2 - 2,4487x + 171,57$	$COD \leq 150$
pH	$y = 0$	$pH \leq 1$
	$y = -0,0375x^5 + 0,5379x^4 - 1,8352x^3 + 0,1667x^2 + 7,8273x - 6,7143$	$pH \leq 7$
	$y = -4x + 116$	$pH \leq 8$
	$y = -0,463x^3 + 19,155x^2 - 263,07x + 1200,4$	$pH \leq 13$
BOD	$y = -0,25x^3 + 4,0952x^2 - 26,726x + 118,14$	$BOD \leq 7$
	$y = 6E-05x^4 - 0,0067x^3 + 0,3286x^2 - 8,3016x + 90,378$	$BOD \leq 32$
NH ₃	$y = 18703x^6 - 36932x^5 + 27566x^4 - 9960,8x^3 + 1744,5x^2 - 187,12x + 100$	$NH_3 \leq 0,7$
	$y = 644,68x^3 - 1507,1x^2 + 1092,2x - 228,14$	$NH_3 \leq 1$
TP	$y = -80x + 100$	$TP \leq 0,1$
	$y = 246,13x^3 - 304,86x^2 + 30,477x + 91,909$	$TP \leq 0,8$
	$y = 0,0924x^6 - 1,8787x^5 + 15,365x^4 - 64,708x^3 + 148,85x^2 - 184,6x + 126,81$	$TP \leq 5$
	$y = -0,0463x^3 + 1,4524x^2 - 14,882x + 56,921$	$TP \leq 10$
	$y = 2,5x^2 - 57,5x + 332$	$TP \leq 12$
TSS	$y = x + 78$	$TSS \leq 2$
	$y = 0,1458x + 79,708$	$TSS \leq 50$
	$y = 87$	$TSS \leq 60$
	$y = -4E-16x^2 - 0,1x + 93$	$TSS \leq 100$
	$y = -0,08x + 91$	$TSS \leq 150$
	$y = -3E-05x^2 - 0,1145x + 96,81$	$TSS \leq 450$
	$y = -0,18x + 121$	$TSS \leq 500$
	$y = -11x + 5531$	$TSS \leq 501$
	$y = 20$	$TSS \leq 2000$
NO ₃	$y = -x + 97$	$NO_3 \leq 1$
	$y = 0,6989x^2 - 12,05x + 107,32$	$NO_3 \leq 6$
	$y = 0,0714x^2 - 3,4111x + 78,091$	$NO_3 \leq 15$
	$y = -1E-16x^3 + 0,0071x^2 - 1,3929x + 62,214$	$NO_3 \leq 40$
	$y = 4E-16x^2 - 0,8x + 50$	$NO_3 \leq 50$
	$y = 0,02x^2 - 2,5x + 85$	$NO_3 \leq 60$

Tabel 3. Lanjutan

Parameter	Persamaan Kurva Sub-Indeks IKA-INA Kombinasi	Peruntukan
	$y = 0,0029x^2 - 0,5571x + 30,114$	$NO_3 \leq 100$
	$y = -2x + 203$	$NO_3 \leq 101$
	$y = 1$	$NO_3 \leq 200$
TDS	$y = x + 78$	$TDS \leq 2$
	$y = 0,1458x + 79,708$	$TDS \leq 50$
	$y = 87$	$TDS \leq 60$
	$y = -4E-16x^2 - 0,1x + 93$	$TDS \leq 100$
	$y = -0,08x + 91$	$TDS \leq 150$
	$y = -3E-05x^2 - 0,1145x + 96,81$	$TDS \leq 450$
	$y = -0,18x + 121$	$TDS \leq 500$
	$y = -11x + 5531$	$TDS \leq 501$
	$y = 20$	$TDS \leq 2000$

Sumber: Analisis data primer (2020)

Tabel 4. Hasil indeks kualitas air dengan formulasi IKA-INA skenario I dan II.

No	IKA Skenario I: Kurva IKA-INA	IKA Skenario II: Kurva IKA-INA Kombinasi	IKA <i>expert judgement</i> lapangan
T1	90,9	87,4	90,3
T2	76,5	72,8	64,5
T3	76,8	68,7	70,3
T4	81,6	76,0	71,3
T5	75,4	71,2	64,5
T6	60,1	55,1	51,0
T7	58,8	52,8	49,3
T8	50,1	45,8	46,2
T9	36,9	30,0	37,3

Sumber: Analisis data primer (2020)

Tabel 5. Hasil estimasi hubungan indeks kualitas air

Variabel	N	Nilai Koefisien Korelasi/ Kategori*	P Value
IKA-INA I >> Expert Judgment	9	0,964/ Sangat Kuat	<0,01
IKA-INA II Kombinasi >> Expert Judgment	9	0,960/ Sangat Kuat	<0,01

* (Sugiyono, 2016; Wardiani *et al.*, 2019). Sumber data: Analisis data primer tahun 2020

Meskipun skenario II mempunyai nilai kedekatan yang lebih rendah dibandingkan skenario I namun keduanya masih dalam kisaran kedekatan dengan hubungan yang

sangat kuat mendekati sempurna dengan nilai koefisien korelasi mendekati 1 (Rajan MR, 2014; Sugiyono, 2016; Wardiani, Wimbaningrum, & Setiawan, 2019). Dengan

hasil tersebut maka pemanfaatan formulasi IKA-INA skenario II dengan menggunakan kurva sub indeks IKA-INA kombinasi juga dapat dijadikan sebagai formulasi alternatif dalam perhitungan indeks kualitas air.

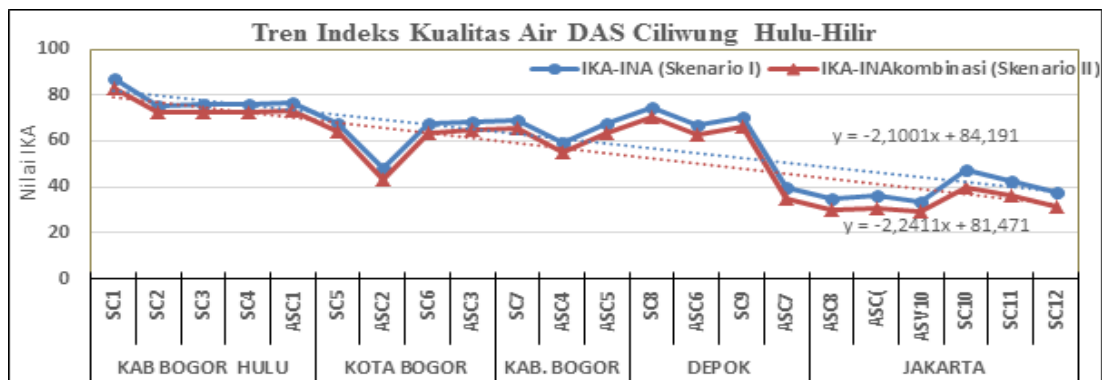
Aplikasi penilaian kualitas air dengan menggunakan formulasi IKA-INA skenario I dan II pada DAS Ciliwung yang berada dari wilayah Puncak Bogor sampai ke Jakarta dapat dilihat pada gambar 1.

Dari hasil penilaian kualitas air di DAS Ciliwung dengan menggunakan dua skenario tersebut dapat dilihat bahwa penilaian kualitas air skenario II memberikan hasil penilaian nilai IKA yang lebih rendah dibandingkan dengan skenario I. DAS Ciliwung dari lima titik lokasi di bagian hulu mempunyai nilai kisaran 75 – 87, di wilayah Kota Bogor dari empat titik lokasi pada kisaran 47 – 68, di wilayah Kabupaten Bogor bagian tengah pada kisaran 59 – 69 di wilayah Depok pada kisaran 39 – 74 dan di wilayah Jakarta pada kisaran 33 – 47. Sedangkan penilaian IKA dengan skenario II yaitu dengan kurva sub indeks kombinasi diperoleh nilai IKA di hulu Bogor berada pada kisaran nilai 72 – 83, di wilayah Kota Bogor pada kisaran 43 – 65, di wilayah Kabupaten Bogor pada kisaran 55 – 65, di wilayah Depok pada kisaran 34 – 70, dan di wilayah Jakarta pada kisaran 29 – 39.

Secara umum IKA di DAS Ciliwung menunjukkan tren yang semakin memburuk

ke arah hilir. DAS Ciliwung di wilayah DKI Jakarta mempunyai nilai IKA yang paling buruk dibandingkan lokasi yang berada di wilayah Depok, dan Kota/Kabupaten Bogor dengan IKA rata-rata sebesar 38 untuk skenario I dan rata-rata 32 untuk skenario II. Kondisi tersebut sejalan dengan semakin tingginya tingkat pencemaran di wilayah Jakarta yang berkontribusi penurunan indeks kualitas yang drastis dari hulu ke bagian hilir (Arfan & Sutjiningsih, 2018; Diyanti, Saleh Pallu, Tahir Lopa, & Arsyad Thaha, 2018; Ratnaningsih *et al.*, 2019). Wilayah hilir selain mendapat masukan pencemaran dari aktivitas dari sekitar DAS di wilayah DKI Jakarta juga mendapat kontribusi pencemaran mulai dari hulu dan tengah sehingga pengendalian pencemaran dan pengelolaan kualitas air di DAS Ciliwung ini perlu dilakukan secara terintegrasi dari hulu ke hilir (Costa, Burlando, & Priadi, 2016; Effendi, Sabila, & Setiawan, 2018; Permatasari, Setiawan, Khairiah, & Effendi, 2017; Ratnaningsih *et al.*, 2018; Yudo & Said, 2018).

Penilaian kualitas air dengan formulasi IKA-INA dapat memberikan informasi yang berguna untuk upaya pengendalian pencemaran dan pengelolaan kualitas air maupun sebagai informasi terhadap masyarakat (Juwana, Muttill, & Perera, 2016). Hasil IKA yang diperoleh dapat dilacak balik melalui parameter yang memberi kontribusi



Gambar 1. Grafik Tren Indeks Kualitas Air DAS Ciliwung Hulu-Hilir di Jawa Barat - Jakarta.

Sumber data: Analisis data primer.

terhadap pencemaran air, sehingga dapat dilakukan upaya pengendalian yang tepat.

4. Simpulan

Selain formulasi IKA-INA skenario I yang hanya menggunakan kurva sub indeks IKA-INA, formulasi IKA-INA skenario II dengan menggunakan kurva sub indeks IKA-INA kombinasi dengan kurva sub indeks NSF-WQI juga dapat digunakan sebagai alternatif untuk penilaian kualitas air sungai. Hasil aplikasi formulasi IKA-INA dengan dua skenario kurva sub indeks di DAS Ciliwung memberikan hasil bahwa DAS Ciliwung dari hulu ke hilir telah mengalami tren penurunan kualitas air yang memburuk ke arah hilir.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih disampaikan kepada manajemen Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL) atas dukungan dana maupun kesempatan dalam melakukan kajian penelitian ini dan kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan dan penyusunan tulisan ini.

6. Kepengarangan

Kelima penulis mempunyai peran yang sama dalam proses mulai dari pembuatan draft dan finalisasi naskah tulisan ini. Setiap penulis memiliki kontribusi sesuai keahlian masing-masing penulis, sehingga menjadi satu artikel yang menjadi satu kesatuan yang utuh dan tidak bisa dipisahkan satu dengan yang lainnya

Daftar Pustaka

- Abbasi, T., & Tareen, J. A. K. (2012). *Water quality indices*. Elsevier.
- Al-Othman, A. A. (2019). Evaluation of the suitability of surface water from Riyadh Mainstream Saudi Arabia for a variety of uses. *Arabian Journal of Chemistry*,

12(8), 2104–2110. doi://10.1016/j.arabj.2015.01.001.

- Arfan, Y., & Sutjiningsih, D. (2018). Development of correlation-regression model between land use change and water quality indices in Ciliwung watershed. *MATEC Web of Conferences*, 192, 02047. doi://10.1051/mateconf/201819202047.
- Bhateria, R., & Jain, D. (2016). Water quality assessment of lake water: a review. *Sustainable Water Resources Management*, 2(2), 161–173. doi://10.1007/s40899-015-0014-7.
- Boyacioglu, H. (2010). Utilization of the water quality index method as a classification tool. *Environmental Monitoring and Assessment*, 167(1–4), 115–124. doi://10.1007/s10661-009-1035-1.
- Costa, D., Burlando, P., & Priadi, C. (2016). The importance of integrated solutions to flooding and water quality problems in the tropical megacity of Jakarta. *Sustainable Cities and Society*. doi://10.1016/j.scs.2015.09.009.
- Diyanti, Saleh Pallu, M., Tahir Lopa, R., & Arsyad Thaha, M. (2018). The monitoring method of water quality in Ciliwung River for post restoration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 140, 012039. doi://10.1088/1755-1315/140/1/012039.
- Effendi, H., Sabila, M. F., & Setiawan, Y. (2018). Correlation between water quality and land use change in ciliwung watershed. *Nature Environment and Pollution Technology*, 17(1), 139–144.
- Gorde, S. P., & Jadhav, M. V. (2013). Assessment of water quality parameters: a review. *International Journal of Engineering Research and Applications*.
- Juwana, I., Muttil, N., & Perera, B. J. C. (2016). Application of west java water sustainability index to three water catchments in west java, Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 401–408. doi://10.1016/j.ecolind.2016.06.017.
- Khatri, N., Tyagi, S., Rawtani, D., Tharmavaram, M., & Kamboj, R. D. (2020). Analysis and assessment of ground water quality in Satlasana Taluka, Mehsana district, Gujarat, India through application of water quality indices. *Groundwater for*

- Sustainable Development*. doi://10.1016/j.gsd.2019.100321.
- Leščešen, I., Pantelić, M., Dolinaj, D., Stojanović, V., & Milošević, D. (2016). Statistical analysis of water quality parameters of the Drina river (West Serbia), 2004-11. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(2), 555–561. doi://10.15244/pjoes/29684.
- Mirzaei, M., Solgi, E., & Salman-Mahiny, A. (2016). Evaluation of surface water quality using NSFQI index and pollution risk assessment using WRASTIC index in 2015. *Archives of Hygiene Sciences*, 5(4), 264–277.
- Mirzai, M. (2014). Application of the water quality index as simple indicator of watershed pollution, 2, 42–46.
- Noori, R., Berndtsson, R., Hosseinzadeh, M., Adamowski, J. F., & Abyaneh, M. R. (2019). A critical review on the application of the national sanitation foundation water quality index. *Environmental Pollution*, 244, 575–587. doi://10.1016/j.envpol.2018.10.076.
- Parparov, A., Hambright, K. D., & Berman, T. (2014). Water quality assessment. In *Lake Kinneret* (pp. 607–615). Dordrecht: Springer Netherlands. doi://10.1007/978-94-017-8944-8_34.
- Permatasari, P. A., Setiawan, Y., Khairiah, R. N., & Effendi, H. (2017). The effect of land use change on water quality: A case study in Ciliwung watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54, 012026. doi://10.1088/1755-1315/54/1/012026.
- Perrin, J. L., Salles, C., Bancon-Montigny, C., Raïs, N., Chahinian, N., Dowse, L., ... Tournoud, M. G. (2018). Comparison of index systems for rating water quality in intermittent rivers. *Environmental Monitoring and Assessment*. doi://10.1007/s10661-017-6396-2.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., & Syafrudin, S. (2017). Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63. doi://10.14710/jil.14.2.63-71.
- Rajan MR, D. N. S. (2014). Impact of dyeing industry effluent on ground water quality by water quality index and correlation analysis. *Journal of Pollution Effects & Control*, 02(02). doi://10.4172/2375-4397.1000126.
- Ratnaningsih, D., & Hadi, A. (2016). Determination of parameter and sub-index curves. *Jurnal Ecolab*, 10(2), 47–102.
- Ratnaningsih, D., Lestari, R. P., Nazir, E., & Fauzi, R. (2018). Pengembangan indeks kualitas air sungai sebagai alternatif penilaian kualitas air sungai. *Jurnal Ecolab*, 12(2), 53–61.
- Ratnaningsih, D., Nasution, E., Wardhani, N. T., Pitalokasari, O. D., & Fauzi, R. (2019). Water pollution trends in Ciliwung River based on water quality parameters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 407, 012006. doi://10.1088/1755-1315/407/1/012006.
- Regmi, R. K., & Mishra, B. K. (2016). Use of water quality index in water quality assessment: a case study in the Metro Manila, (March). doi://10.13140/RG.2.2.25821.61920.
- Semiromi, F. B., Hassani, A. H., Torabian, A., Karbassi, A. R., & Lotfi, F. H. (2011). Water quality index development using fuzzy logic: A case study of the Karoon River of Iran. *African Journal of Biotechnology*.
- Song, T., & Kim, K. (2009). Development of a water quality loading index based on water quality modeling. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1534–1543. doi://10.1016/j.jenvman.2008.11.008.
- Sugiyono, P. D. metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D, Alfabeta, cv. (2016).
- 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), 34–38. doi://10.12691/ajwr-1-3-3.
- Vaheedunnisha, & Shukla, S. K. (2013). Water quality assessment of Roop Sagar Pond of Satna using NSF-WQI. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(5), 2013–2016.
- Wardiani, F. E., Wimbaningrum, R., & Setiawan, R. (2019). The correlation between type of land use and water quality in the

Rembangan River, Jember Regency. *Jurnal Ilmu Dasar*, 20(2), 111. doi://10.19184/jid.v20i2.8939.

- Yogendra, K., & Puttaiah, E. T. (2008). Determination of water quality index and suitability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka. *Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference: 342-346 Determination*.
- Yudo, S. (2018). Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari paramater organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1). doi://10.29122/jai.v6i1.2452.
- Yudo, S., & Said, N. I. (2018). Status kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta studi kasus : pemasangan stasiun online monitoring kualitas air di segmen Kelapa Dua – Masjid Istiqlal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 13. doi://10.29122/jtl.v19i1.2243.