

# ANALISIS INDEKS KUALITAS LINGKUNGAN HIDUP DI KOTA MANADO

JACKY R. G. DOTULONG

BOBBY J. V. POLII

SANDRA E. PAKASI

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Manado yang meliputi Indeks Kualitas Air, Indeks Kualitas Udara, dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Pengukuran kualitas air dilakukan di tiga sungai besar di Kota Manado yaitu Sungai Tondano, Sungai Sario, dan Sungai Malalayang. Pada setiap sungai dilakukan pengukuran kualitas air di dua titik yaitu area hulu dan area hilir dengan parameter yang diukur TDS, TSS, BOD, COD dan DO. Analisis kualitas air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) dan dikonversi ke dalam nilai Indeks Kualitas Air. Pengukuran kualitas udara dilakukan di tiga titik yaitu area perkantoran, transportasi dan pemukiman dengan parameter yang diukur SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Analisis kualitas udara menggunakan perhitungan Indeks Kualitas Udara model *European Union* (EU) dan dikonversi ke dalam nilai Indeks Kualitas Udara. Pengukuran kualitas tutupan lahan dilakukan dengan perhitungan indeks tutupan lahan yaitu pengukuran luas Kota Manado dan luas lahan hijau atau hutan dengan menggunakan alat *Software ArcGIS*. Nilai tutupan lahan diperoleh dari pembagian antara luas tutupan lahan hijau atau hutan dan luas wilayah Kota Manado lalu dikonversi ke dalam nilai Indeks Kualitas Tutupan Lahan. Analisis Kualitas Lingkungan Hidup dilakukan dengan perhitungan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Manado yaitu nilai Indeks Kualitas Air (30%), Indeks Kualitas Udara (30%), dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (40%).

Kualitas Air Kota Manado berdasarkan uji parameter menunjukkan penurunan kualitas dimana parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu sesuai PP 82 Tahun 2001, sedangkan status mutu air dalam katagori cemar ringan berdasarkan KepMen LH 115 Tahun 2003. Nilai Indeks Kualitas Air yang diperoleh sebesar 80. Kualitas Udara Kota Manado berdasarkan hasil pemantauan, nilai SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> tertinggi di area transportasi. Nilai Indeks Kualitas Udara yang diperoleh sebesar 30,56. Kualitas Tutupan Lahan Kota Manado berdasarkan perhitungan Indeks Tutupan Lahan sebesar 0,73. Nilai Indeks Kualitas Tutupan Lahan yang diperoleh sebesar 89,60. Hasil perhitungan nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Kota Manado diperoleh nilai sebesar 69 dengan predikat Cukup Baik.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Indeks Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Manado cukup baik. Disarankan untuk Pemerintah Kota Manado dalam mencapai keadaan lingkungan hidup yang lebih baik lagi perlu ditingkatkan program dan kegiatan yang sifatnya mengelola serta memberikan perlindungan terhadap lingkungan hidup di Kota Manado.

**Kata Kunci :** Indeks Kualitas Lingkungan Hidup

### *Abstract*

*Environment is an important issue and complex. The rate of population growth and development greatly affects the quality of the environment in Manado City. Environmental quality is an environmental condition that can provide optimal carrying capacity for human survival in an area. Environmental quality includes water quality, air quality, and land cover quality. This study aims to analyze the Environmental Quality Index in Manado City which includes the Water Quality Index, Air Quality Index, and Land Cover Quality Index.*

*The method used in this research is descriptive quantitative. Measurement of water quality was carried out in three major rivers in Manado City, namely the Tondano River, the Sario River, and the Malalayang River. From each river, measurements of water quality were carried out at two points, including the upstream and downstream areas with the measured parameters TDS, TSS, BOD, COD, and DO. Analysis of water quality using the Pollution Index (PI) method and then converted into the Water Quality Index value. Measurement of air quality were carried out at three points, including office, transportation, and residential areas with parameters measured as SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>. Analysis of air quality using a calculation of the European Union (EU) model of Air Quality Index and then converted into an Air Quality Index value. Measurement of land cover quality is carried out by calculating the land cover index, namely measuring the area of Manado City and the area of green land or forest using ArcGIS Software. The land cover value is obtained from the division between the area of green land or forest and the area of Manado City and then converted into the Land Cover Quality Index value. Analysis of Environmental Quality was carried out by calculating the Environmental Quality Index in Manado City, namely the value of the Water Quality Index (30%), Air Quality Index (30%), and Land Cover Quality Index (40%).*

*The quality of water in Manado City based on the parameter test showed a decrease in quality where the parameters of BOD, COD, and DO exceed the quality standards according to PP 82 of 2001 while the status of water quality in the mildly polluted category was based on KepMen LH 115 of 2003. The value of the Water Quality Index obtained 80. The Quality of Air in Manado City based on the results of monitoring, the highest values of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> in the transportation area. The value of the Air Quality Index obtained 30,56. The Quality of Land Cover in Manado City is based on the calculation of the Land Cover Index obtained 0,72. The Land Cover Quality Index value obtained 89,60. The results of the Environmental Quality Index value for the City of Manado obtained 69 with the predicate Fairly Good.*

*Based on the results of the study, it can be concluded the Environmental Quality Index in Manado City is fairly good. It is recommended for Manado City Government in achieving a better environmental condition needs to increase activities that are managing and providing protection for the environment in Manado City.*

**Keywords:** *Environmental Quality Index*

## PENDAHULUAN

Lingkungan hidup merupakan isu penting dan kompleks. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengungkapkan bahwa lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan sangat mempengaruhi kondisi lingkungan. Jika lingkungan terganggu, tercemar, atau sudah tidak sesuai dengan peruntukannya akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan. Kualitas lingkungan meliputi kualitas air, kualitas udara, dan kualitas tutupan lahan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Untuk mengetahui keadaan kualitas lingkungan itu digunakan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup.

Indeks Kualitas Lingkungan Hidup sebagai indikator kinerja pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup merupakan hasil penggabungan analisis dari tiga indikator komponen lingkungan yang meliputi Indeks Kualitas Air, Indeks Kualitas Udara, dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Laju pertumbuhan penduduk yang cepat akan menyebabkan makin besarnya kebutuhan, diantaranya kebutuhan akan lahan tempat tinggal, air untuk kehidupan sehari-hari, dan udara yang bersih. Meningkatnya jumlah penduduk disebabkan adanya peningkatan secara alami dan adanya migrasi serta urbanisasi yang tidak terkontrol. Seiring bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan pembangunan semakin hari semakin pesat, dimana terjadi alih fungsi lahan hutan dan sempadan sungai menjadi rumah dan gedung. Setiap kegiatan pembangunan menghasilkan sisa, sisa bahan bangunan yang dibakar akan menimbulkan polusi udara dan sisa bahan bangunan yang dibuang ke sungai akan menjadi limbah yang mencemari air sungai. Setiap kegiatan itu akan menurunkan kualitas lingkungan hidup yaitu kualitas air, udara, dan tutupan lahan.

Air sangat penting untuk kehidupan manusia, air merupakan salah satu kebutuhan dasar untuk

kelangsungan hidup manusia (Scalon *et al*, 2004). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa setiap harinya manusia membutuhkan air sebesar 60 liter. Air sungai menjadi sumber air yang sering dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Menurut Suriawiria (2003) berbagai kegiatan yang terjadi di lingkungan hidup seperti pembangunan, rumah tangga, dan industri akan menghasilkan limbah yang akan menurunkan kualitas air sungai. Kualitas air yang buruk sangat berbahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada air (Effendi, 2003).

Udara merupakan media lingkungan yang menjadi kebutuhan dasar makhluk hidup, terutama manusia. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara menyebutkan bahwa udara sebagai sumber daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus dijaga dan dipelihara kelestarian dan fungsinya untuk pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta perlindungan bagi makhluk hidup lainnya. Laju pertumbuhan penduduk yang cepat diiringi dengan pembangunan dan sarana transportasi yang meningkat akan menghasilkan polutan yang menyebabkan menurunnya kualitas udara. Kualitas udara dipengaruhi oleh pencemaran udara, penyebab pencemaran udara yaitu polutan yang berbentuk partikel dan gas-gas.

Pertumbuhan penduduk Kota Manado semakin bertambah setiap waktu yang menyebabkan semakin besarnya kebutuhan lahan, air, dan udara bersih.

Menurut Darise (2015) sungai di Kota Manado antara lain Sungai Tondano, Sungai Sario, dan Sungai Malalayang memiliki daya tampung pencemar yang baik tapi kemampuan air sungainya untuk mereduksi limbah domestik mengalami penurunan yang signifikan dimana debit air sungai mengalami penurunan yang menyebabkan limbah domestik yang dibuang terakumulasi dan membuat air sungai tidak dapat mengurai secara alami.

Kondisi jalan dan udara Kota Manado sudah semakin memprihatinkan dimana terus terjadi kemacetan dan udaranya pun sudah tidak sehat karena banyak kendaraan yang menggunakan

bahan bakar yang tidak ramah lingkungan. Jumlah kendaraan di Kota Manado pada tahun 2017 tercatat 273.578 roda dua dan empat.

Pertumbuhan penduduk membuat alih fungsi hutan dimana area resapan air pun ikut berkurang, karena itu air hujan meluncur bebas dari tempat tinggi ke rendah (sungai) yang menyebabkan pencemaran air dan banjir.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan analisis indeks kualitas lingkungan hidup di Kota Manado yang mencakup kualitas air, kualitas udara, dan kualitas tutupan lahan. Data hasil analisis itu akan memberikan informasi dan gambaran secara cepat kondisi Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Manado pada periode (November 2019) tersebut saat dilakukan analisis.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Manado. Untuk pengambilan sampel air sungai dilakukan di Sungai Tondano, Sungai Sario, dan Sungai Malalayang yang berada di wilayah administrasi Kota Manado. Untuk pengambilan sampel udara dilakukan di tiga area yang mewakili area perkantoran, transportasi, dan pemukiman di Kota Manado

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, untuk memberikan gambaran Kualitas Lingkungan Hidup di Kota Manado. Kualitas lingkungan dibagi tiga, yaitu kualitas air, kualitas udara, dan kualitas tutupan lahan. Dalam menentukan kualitas lingkungan dilakukan perhitungan berdasarkan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Penelitian ini berfokus pada analisis berdasarkan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) yang dilakukan di Kota manado. Untuk menentukan IKLH terlebih dahulu dilakukan perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Udara (IKU), dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL).

Penentuan nilai IKA dilakukan dengan pengambilan sampel air di tiga sungai di Kota Manado yaitu Sungai Tondano, Sungai Sario, dan Sungai Malalayang. Pengambilan sampel dibagi dua titik yaitu area hulu dan hilir. Parameter yang diuji yaitu TDS, TSS, BOD, COD, dan DO. Untuk

penentuan nilai IKU dilakukan pengambilan sampel di tiga area di Kota Manado yaitu area perkantoran, transportasi, dan pemukiman. Parameter yang diuji yaitu SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Untuk penentuan nilai IKTL dilakukan perhitungan luas wilayah Kota Manado dan luas lahan hijau atau hutan pada peta citra Kota Manado dengan bantuan alat Software ArcGIS.

Teknik pengumpulan data merupakan hal yang paling penting dalam menunjang penelitian ini. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh berdasarkan dari hasil pengambilan sampel air dan udara di lapangan yang di analisis di laboratorium berupa pengukuran kondisi fisik dan kimia, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi atau dinas terkait dengan topik penelitian. Selain itu juga diperlukan data spasial berupa peta administrasi Kota Manado dalam menentukan luasan tutupan lahan.

Analisis data adalah proses atau upaya mengolah data yang diperoleh menjadi informasi agar mudah dipahami dan membantu dalam menemukan jawaban dari masalah penelitian. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) yang meliputi Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Udara (IKU), dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kota Manado yang memiliki luas wilayah 157.25 km<sup>2</sup> dan dilintasi lima sungai besar, yaitu sungai tondano, sungai bailang, sungai tikala, sungai sario, sungai malalayang.

Batas administratif Kota Manado adalah sebagai berikut :

- Batas wilayah utara : Kabupaten Minahasa Utara
- Batas wilayah timur : Kabupaten Minahasa
- Batas wilayah selatan : Kabupaten Minahasa
- Batas wilayah barat : Laut Sulawesi

Titik Koordinat lokasi penelitian di Kota Manado dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Titik Koordinat Lokasi Penelitian

Titik	Garis Bujur (Bujur Timur)	Garis Lintang (Lintang Utara)
I	124°51'04,3"	01°29'17,5"
II	124°50'41,8"	01°29'47,9"
III	124°52'00,2"	01°32'36,2"
IV	124°49'44,6"	01°28'49,2"
V	124°49'40,9"	01°26'38,9"
VI	124°49'14,0"	01°27'32,7"
VII	124°50'53,3"	01°29'02,6"
VIII	124°50'22,1"	01°29'26,6"
IX	129°49'44,8"	01°27'29,0"



Gambar 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

## Indeks Kualitas Lingkungan Hidup

Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) merupakan gambaran atau indikasi awal yang memberikan kesimpulan cepat dari suatu kondisi lingkungan hidup. Dalam menentukan nilai IKLH terdapat tiga kriteria yang digunakan yaitu Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Udara (IKU), dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL) (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

### 1. Indeks Kualitas Air

Untuk mengetahui Indeks Kualitas Air (IKA) dilakukan pengambilan sampel kualitas air di tiga Sungai di Kota Manado yaitu Sungai Tondano, Sungai Sario dan Sungai Malalayang. Setiap Sungai dilakukan pengambilan sampel pada dua titik yaitu area hulu dan hilir Sungai. Parameter yang di nilai dari setiap sampel kualitas air yaitu TDS, TSS, BOD, COD dan DO.

#### a. Sungai Tondano

### 1) Hulu

Pada Tabel 2 menunjukkan data hasil analisis laboratorium untuk sungai tondano area hulu Kota Manado. Data tersebut menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Parameter BOD dan COD meningkat sangat drastis yakni 6,4 mg/L dan 34,4 mg/L. Ini diakibatkan karena Sungai Tondano area hulu terletak di area padat penduduk dan dimana Sungai Tondano area hulu ini menerima limbah domestik dari penduduk Kota Manado.

Tabel 2. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Tondano Hulu Kota

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air Kelas I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	280	1000
2	TSS	21	50
3	BOD	6,4	2
4	COD	34,4	10
5	DO	6,2	6

Berdasarkan data diatas dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Perhitungan nilai  $PI_j$  untuk Sungai Tondano area hulu dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3 diperoleh nilai  $PI_j$  untuk Sungai Tondano hulu sebesar 2,83 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai  $PI_j$  di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

Tabel 3. Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Tondano Hulu Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab ( $C_i$ )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) ( $L_{ix}$ )	( $C_i/L_{ix}$ )	( $C_i/L_{ix}$ Baru)
1	TDS	280	1000	0,28	0,28
2	TSS	21	50	0,42	0,42
3	BOD	6,4	2	3,2	3,52
4	COD	34,4	10	3,44	3,68
5	DO	6,2	6	1,03	0,13
Maksimum = $(C_i/L_{ij})_M$					3,68
Rata-rata = $(C_i/L_{ij})_R$					1,61
PI <sub>j</sub>					2,83

2) Hilir

Pada Tabel 4 menunjukkan data hasil analisis laboratorium untuk Sungai Tondano area hilir Kota Manado. Data tersebut menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Parameter BOD dan COD meningkat drastis yakni 8,7 mg/L dan 36,8 mg/L. Ini diakibatkan karena dari area hulu sampai ke area hilir melewati area padat penduduk yang didalamnya masih banyak kegiatan pembuangan limbah ke sungai, baik itu limbah domestik maupun limbah organik.

Berdasarkan data pada Tabel 4 dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan

Status Mutu Air. Perhitungan nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Tondano area hilir dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 4. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Tondano Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air Kelas
			I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	305	1000
2	TSS	17	50
3	BOD	8,7	2
4	COD	36,8	10
5	DO	6,1	6

Tabel 5. Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Tondano Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab (C <sub>i</sub> )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) (L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> Baru)
1	TDS	305	1000	0,30	0,30
2	TSS	17	50	0,34	0,34
3	BOD	8,7	2	4,35	4,19
4	COD	36,8	10	3,68	3,82
5	DO	6,1	6	1,01	0,15
Maksimum = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>M</sub>					4,19
Rata-rata = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>R</sub>					1,76
PI <sub>j</sub>					3,21

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Tondano Hilir sebesar 3,21 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai PI<sub>j</sub> di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Tondano sudah mengalami penurunan kualitas air dari area hulu karena berada di area pada penduduk dan mengalir ke hilir yang juga melewati area padat penduduk yang masih banyaknya kegiatan pembuangan limbah domestik dan organik yang menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Tondano. Pencemaran Sungai Tondano disebabkan karena kadar BOD, COD, dan DO telah melebihi baku mutu kualitas air.

#### b. Sungai Sario

##### 1) Hulu

Pada Tabel 6 menunjukan data hasil analisis laboratorium untuk Sungai Sario area hulu Kota Manado. Data tersebut menunjukan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Tingginya parameter BOD sebesar 5,2 mg/L dan COD sebesar 28,4 mg/L disebabkan karena adanya pembuangan limbah

pasar dan permukiman di sekitar Sungai Sario area hulu.

Tabel 6. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Sario Hulu Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air Kelas
			I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	165	1000
2	TSS	7,3	50
3	BOD	5,2	2
4	COD	28,4	10
5	DO	6,7	6

Berdasarkan data diatas dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Perhitungan nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Sario area hulu dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Sario Hulu Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab (C <sub>i</sub> )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) (L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> Baru)
1	TDS	165	1000	0,16	0,16
2	TSS	7,3	50	0,14	0,14
3	BOD	5,2	2	2,6	3,07
4	COD	28,4	10	2,84	3,26
5	DO	6,7	6	1,11	0,05
Maksimum = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>M</sub>					3,26
Rata-rata = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>R</sub>					1,33
PI <sub>j</sub>					2,48

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Sario Hulu sebesar 2,48 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai PI<sub>j</sub> di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

## 2) Hilir

Pada Tabel 8 menunjukkan data hasil analisis laboratorium untuk Sungai Sario area hilir Kota Manado. Data tersebut menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Tingginya parameter BOD sebesar 7,1 dan COD sebesar 27,8 disebabkan karena banyaknya limbah buangan pasar dari area hulu dan aliran sungai yang melewati area padat penduduk yang masih banyak kegiatan pembuangan limbah domestik maupun organik yang langsung ke Sungai Sario sampai ke area hilir.

Tabel 8. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Sario Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	195	1000
2	TSS	7,8	50
3	BOD	7,1	2
4	COD	27,8	10
5	DO	6,3	6

Berdasarkan data diatas dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Perhitungan nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Sario area hilir dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Sario Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab (C <sub>i</sub> )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) (L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> Baru)
1	TDS	195	1000	0,19	0,19
2	TSS	7,8	50	0,16	0,16
3	BOD	7,1	2	3,55	3,75
4	COD	27,8	10	2,78	3,22
5	DO	6,3	6	1,05	0,11
Maksimum = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>M</sub>					3,75
Rata-rata = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>R</sub>					1,48
PI <sub>j</sub>					2,84

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Sario Hilir sebesar 2,84 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai PI<sub>j</sub> di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Sario telah mengalami penurunan kualitas air dari area hulu yang disebabkan karena banyaknya limbah buangan dari Pasar Pinasukulan Karombasan pada area hulu dan mengalir ke hilir yang melewati area padat penduduk yang masih banyaknya kegiatan pembuangan limbah domestik dan organik yang langsung ke Sungai Sario sampai ke hilir, akibatnya Sungai Sario mengalami penurunan kualitas air. Pencemaran Sungai Sario disebabkan karena kadar BOD, COD, dan DO telah melebihi baku mutu kualitas air.

### c. Sungai Malalayang

#### 1) Hulu

Pada Tabel 10 menunjukkan data hasil analisis laboratorium untuk Sungai Malalayang area hulu Kota Manado. Data tersebut menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Meningkatnya parameter BOD sebesar 2,7 mg/L dan COD sebesar 12,4 mg/L disebabkan karena aliran Sungai Malalayang area hulu sebelum sampai ke wilayah administrasi Kota Manado telah melewati Desa

Pineleng Kabupaten Minahasa yang dimana masih terdapat sisa-sisa dari buangan limbah dari Desa Pineleng Kabupaten Minahasa yang belum terurai dan limbah buangan sekitar area hulu.

Tabel 10. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Malalayang Hulu Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	135	1000
2	TSS	3,1	50
3	BOD	2,7	2
4	COD	12,4	10
5	DO	6,2	6

Berdasarkan data diatas dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Perhitungan nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Malalayang area hulu dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11. Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Malalayang Hulu Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab ( $C_i$ )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) ( $L_{ix}$ )	( $C_i/L_{ix}$ )	( $C_i/L_{ix}$ Baru)
1	TDS	135	1000	0,13	0,13
2	TSS	3,1	50	0,06	0,06
3	BOD	2,7	2	1,35	1,65
4	COD	12,4	10	1,24	1,46
5	DO	6,2	6	1,03	0,13
Maksimum = $(C_i/L_{ij})_M$					1,65
Rata-rata = $(C_i/L_{ij})_R$					0,68
PI <sub>j</sub>					1,26

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Malalayang Hulu sebesar 1,26 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai PI<sub>j</sub> di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

## 2) Hilir

Pada Tabel 12 menunjukkan data hasil analisis laboratorium untuk Sungai Malalayang area hilir Kota Manado. Data tersebut menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, dan DO melebihi baku mutu kualitas air sesuai PP 82 Tahun 2001. Meningkatnya parameter BOD sebesar 4,6 mg/L dan COD 18,8 mg/L disebabkan karena aliran Sungai Malalayang dari area hulu ke hilir melewati area penduduk yang masih banyak kegiatan pembuangan limbah langsung ke sungai dan juga di sekitar Sungai Malalayang area hilir terdapat pasar yang terletak berdekatan dengan bantaran sungai yang menyuplai limbah ke sungai.

Tabel 12. Hasil Analisis Laboratorium Sungai Malalayang Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab	Mutu Air Kelas
			I (PP 82 Tahun 2001)
1	TDS	162	1000
2	TSS	3,6	50
3	BOD	4,6	2
4	COD	18,8	10
5	DO	6,3	6

Berdasarkan data diatas dilakukan analisis untuk menentukan IKA berdasarkan nilai *Pollution Index* (PI) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Perhitungan nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Malalayang area hilir dapat dilihat pada Tabel 13.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 13 diperoleh nilai PI<sub>j</sub> untuk Sungai Malalayang Hilir sebesar 2,12 dalam katagori cemar ringan. Selanjutnya nilai PI<sub>j</sub> di konversi menjadi nilai IKA sebesar 80.

Tabel 13 Perhitungan Nilai *Pollution Index* (PI) Sungai Malalayang Hilir Kota Manado

No	Parameter	Hasil Lab (C <sub>i</sub> )	Mutu Air		
			Kelas I (PP 82 Tahun 2001) (L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> )	(C <sub>i</sub> /L <sub>ix</sub> Baru)
1	TDS	162	1000	0,16	0,16
2	TSS	3,6	50	0,07	0,07
3	BOD	4,6	2	2,3	2,80
4	COD	18,8	10	1,88	2,37
5	DO	6,3	6	1,05	0,11
Maksimum = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>M</sub>					2,80
Rata-rata = (C <sub>i</sub> /L <sub>ij</sub> ) <sub>R</sub>					1,10
PI <sub>j</sub>					2,12

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Malalayang telah mengalami penurunan kualitas air dari area hulu yang melewati area penduduk yang masih banyak kegiatan pembuangan limbah sampai ke area hilir yang terdapat penyuplai limbah dari Pasar Bahu yang terletak berdekatan dengan bantaran sungai yang menyebabkan kualitas air Sungai Malalayang menurun. Pencemaran Sungai Malalayang disebabkan karena kadar BOD, COD, dan DO telah melebihi baku mutu kualitas air.

Berdasarkan data-data (Tabel-tabel) tersebut dapat disimpulkan bahwa Sungai Tondano, Sungai Sario, dan Sungai Malalayang memiliki nilai IKA 80 masing-masing baik area hulu maupun di area hilir. Nilai IKA Kota Manado diperoleh dari nilai rata-rata hasil rekapitulasi nilai IKA dari setiap sungai pantau. Nilai IKA Kota Manado dapat dilihat pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14. Nilai Indeks Kualitas Air Kota Manado

No	Titik Pantau	Indeks Kualitas Air		Nilai
		Hulu	Hilir	
1	Sungai Tondano	80	80	160
2	Sungai Sario	80	80	160
3	Sungai Malalayang	80	80	160
Nilai IKA Kota Manado				80

Nilai IKA Kota Manado sebesar 80 dalam predikat sangat baik. Nilai IKA tersebut masih harus diperhatikan lagi oleh pemerintah dalam upaya meningkatkan untuk meningkatkan kualitas air sungai di Kota Manado.

Untuk meningkatkan kualitas air di Kota Manado perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- Identifikasi sumber pencemar untuk menurunkan kadar beban pencemar yang menyebabkan penurunan kualitas air sungai di Kota Manado.
- Lakukan pengelolaan limbah baik itu limbah domestik maupun limbah organik sebelum dibuang ke sungai.
- Lakukan pemantauan kualitas air sungai secara rutin dengan menganalisis setiap parameter

yang menyebabkan penurunan kualitas air sungai.

## 2. Indeks Kualitas Udara

Untuk mengetahui Indeks Kualitas Udara (IKU) dilakukan pengambilan sampel di tiga area di Kota Manado yaitu area perkantoran, transportasi dan pemukiman. Parameter yang diamati yaitu *Sulfur Dioksida* (SO<sub>2</sub>) dan *Nitrogen Dioksida* (NO<sub>2</sub>).

Pada Tabel 15 menunjukkan hasil pemantauan kualitas udara Kota Manado. Berdasarkan data tersebut kadar SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> tertinggi berada pada area transportasi. Itu disebabkan karena pada area tersebut padat kendaraan bermotor. Dari hasil perhitungan nilai kualitas udara diatas dihasilkan rata-rata kadar SO<sub>2</sub> sebesar 33,96 µg/Nm<sup>3</sup> dan NO<sub>2</sub> sebesar 40,62 µg/Nm<sup>3</sup> yang akan digunakan untuk menentukan nilai Indeks Kualitas Udara model *European Union* (EU).

Tabel 15. Hasil Pemantauan Kualitas Udara Kota Manado

Parameter	Titik Pantau				Rata-Rata
	Perkantoran	Transportasi	Pemukiman	Industri	
SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	16,38	114,21	5,27	-	33,96
NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	23,16	132,16	7,16	-	40,62

Tabel 16. Indeks Kualitas Udara Kota Manado

Parameter	Rata-Rata Pemantauan	Referensi EU	Index
SO <sub>2</sub>	33,96	20	1,69
NO <sub>2</sub>	40,62	40	1,01
Index Udara model EU (Ieu)			1,35
Indeks Kualitas Udara			30,56

Pada Tabel 16 menunjukkan nilai Indeks Kualitas Udara Kota Manado sebesar 30,56 dalam predikat buruk. Nilai IKU tersebut masih harus diperhatikan lagi oleh pemerintah dalam upaya meningkatkan untuk meningkatkan kualitas udara di Kota Manado.

Untuk meningkatkan kualitas udara di Kota Manado perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- Mengurangi penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor yang tidak ramah lingkungan dan tingkatkan kendaraan bermotor yang ramah lingkungan seperti kendaraan bermotor yang menggunakan energi listrik dan gas.

- Melakukan program *Green Transportasion* atau transportasi yang berwawasan lingkungan.
- Melakukan pemantauan kualitas udara secara rutin dengan menganalisis tiap parameter yang menyebabkan penurunan kualitas udara.

## 3. Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL)

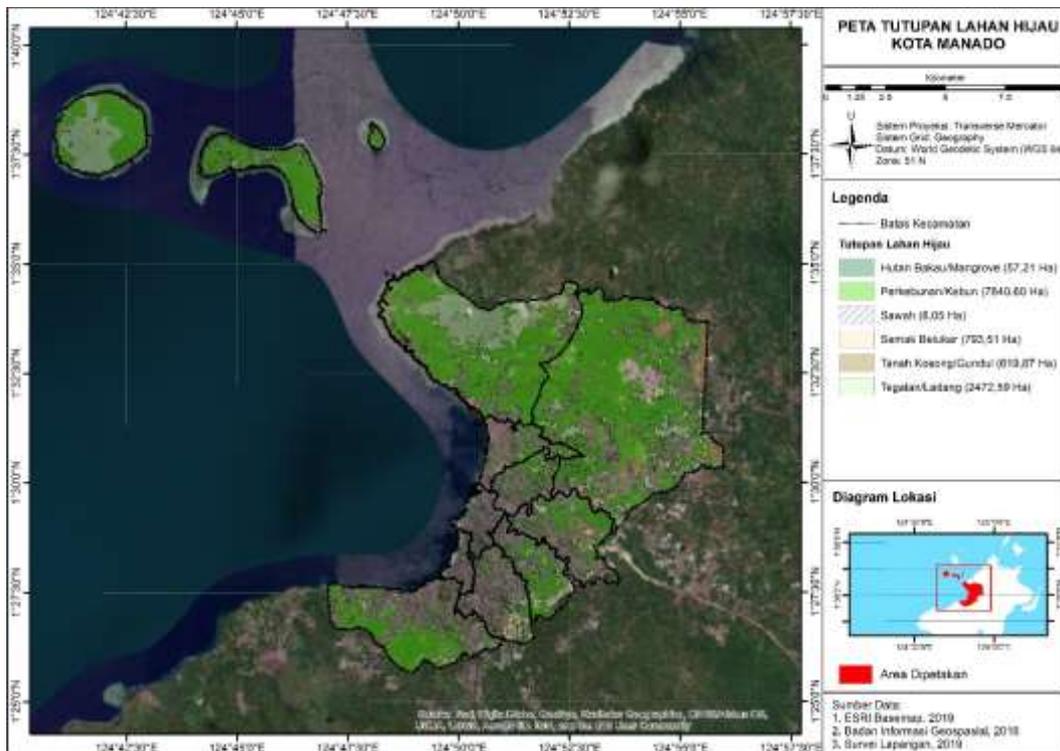
Untuk mengetahui Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL) dilakukan perhitungan Indeks Tutupan Lahan (ITL) yaitu dengan melakukan pengukuran luas Kota Manado dan luas lahan hijau atau hutan yang ada di Kota Manado dengan bantuan alat *Software ArcGIS*.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa luas wilayah Kota Manado 16.067,64 hektar dan Luas Tutupan Hijau atau Hutan 11.789,83 hektar. Dalam peta diatas sangat terlihat jelas bahwa Kota Manado masih di dominasi dengan tutupan lahan hijau. Nilai tutupan lahan diperoleh dari pembagian antara luas tutupan lahan hijau atau hutan dan luas wilayah Kota Manado. Maka dihasilkan nilai tutupan lahan sebesar 0,73. Nilai tutupan lahan tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai Indeks Kualitas Tutupan Lahan sebesar 89,60 dalam predikat sangat baik.

Untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas tutupan lahan perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Memperluas atau memperbanyak area Ruang Terbuka Hijau di Kota Manado.

- b. Melakukan pengelolaan tutupan lahan dan perlindungan dari kegiatan alih fungsi lahan.



Gambar 2 Peta Luas Tutupan Lahan Hijau Kota Manado

#### 4. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH)

Untuk menentukan nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) diperlukan nilai IKA, IKU, dan IKTL. Berdasarkan data-data diatas diperoleh nilai IKA sebesar 80, nilai IKU sebesar 30,56, dan nilai IKTL sebesar 89,60. Dalam penentuan nilai IKLH Kota Manado digunakan rumus sebagai berikut.

$$IKLH = (30\% \times IKA) + (30\% \times IKU) + (40\% \times IKTL)$$

Tabel 17. Perhitungan Nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Kota Manado

IKA	IKU	IKTL	IKLH	Predikat
80	30,56	89,60	69	Cukup Baik

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 17 diperoleh nilai IKLH Kota Manado sebesar 69 dengan predikat **Cukup Baik**. Untuk keadaan lingkungan hidup yang lebih baik lagi perlu ditingkatkan kegiatan yang sifatnya mengelola dan memberikan perlindungan terhadap lingkungan hidup di Kota Manado.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) di Kota Manado sebesar 69 dengan predikat **Cukup baik**. Nilai IKLH tersebut diperoleh dari nilai IKA, IKU, dan IKTL dengan masing-masing nilai bobot presentas 30;30;40. Nilai IKA Kota Manado sebesar 80 dengan

predikat **Sangat baik** mempunyai nilai IKLH 24; Nilai IKU Kota Manado sebesar 30,56 dengan predikat **Buruk** mempunyai nilai IKLH 9,16; Nilai Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL) sebesar 89,60 dengan predikat **Sangat baik** mempunyai nilai IKLH sebesar 35,84.

## Saran

Adapun saran sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam menentukan kebijakan lingkungan hidup dan bagi peneliti lain dalam menentukan nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup.
2. Lakukan pengelolaan dan perbaikan agar peningkatan nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup sejalan dengan naiknya nilai Indeks Kualitas Air, Indeks Kualitas Udara, dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan.
3. Untuk meningkatkan kualitas air perlu dilakukan pemantauan rutin dan pengelolaan limbah domestik maupun limbah organik yang langsung dibuang ke sungai agar tidak melewati baku mutu air.
4. Dalam meningkatkan kualitas udara perlu dilakukan program-program yang mampu menurunkan minat penggunaan kendaraan bermotor seperti *Green Transportation*/transportasi berwawasan lingkungan misalnya bersepeda dan meningkatkan penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan misalnya penggunaan mobil dengan energi listrik.
5. Untuk mempertahankan kualitas tutupan lahan perlu dilakukan perluasan area Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan melaksanakan program yang sifatnya mengelola bukan merusak lingkungan hidup.

## DAFTAR PUSTAKA

Darise, Djunaidi Irwinsyah. 2015. *Kajian Kota Manado Sebagai Kota Layak Huni Berdasarkan Kriteria (IAP) Ikatan Ahli Perencanaan*. Skripsi. Manado: Jurusan Arsitektur Universitas Sam Ratulangi.

Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018 tentang *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2017*

Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang *Standar Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*

Scalon J., Cassar A., Nemes N. 2004. *Water as Human Right?*. IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 51. USA.

Suriawiria U. 2003. *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Penerbit Alumi. Bandung.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*